



Department of Digital Business

Journal of Artificial Intelligence and Digital Business (RIGGS)

Homepage: <https://journal.ilmudata.co.id/index.php/RIGGS>

Vol. 5 No. 2 (2026) pp: 14391-14402

P-ISSN: 2963-9298, e-ISSN: 2963-914X

Analisis Kinerja Mesin CNC OKUMA LB 25 Menggunakan Metode Overall Equipment Effectiveness

Ardi Renal Apriyaldi, Bagas Caesar Maulidani, Ikhsan Romli

Program Studi Teknik Industri, Fakultas Teknik, Universitas Pelita Bangsa

ardirenal00@gmail.com, bagas.caesar@pelitabangsa.ac.id, ikhsan.romli@pelitabangsa.ac.id

Abstrak

Efektivitas mesin produksi merupakan salah satu faktor penting dalam meningkatkan produktivitas dan daya saing perusahaan manufaktur. PT Arya Global Dinamika menggunakan mesin CNC OKUMA LB 25 sebagai mesin utama dalam proses pemesinan komponen logam, namun masih mengalami downtime yang menyebabkan efektivitas mesin belum optimal. Penelitian ini bertujuan untuk menganalisis tingkat efektivitas mesin CNC OKUMA LB 25 menggunakan metode Overall Equipment Effectiveness (OEE), mengidentifikasi penyebab utama penurunan efektivitas melalui analisis Six Big Losses, serta menyusun usulan perbaikan menggunakan pendekatan 5W+1H. Penelitian ini menggunakan metode deskriptif kuantitatif dengan memanfaatkan data produksi, downtime, dan kualitas produk periode September hingga Oktober 2024 yang diperoleh dari PT Arya Global Dinamika. Hasil penelitian menunjukkan bahwa nilai rata-rata Availability sebesar 90,83%, Performance sebesar 87,72%, dan Quality sebesar 99,24%, sehingga diperoleh nilai rata-rata Overall Equipment Effectiveness (OEE) sebesar 79,07%, masih berada di bawah standar world class sebesar 85%. Analisis Six Big Losses menunjukkan bahwa Reduced Speed Losses merupakan penyebab dominan penurunan efektivitas mesin, diikuti oleh Breakdown Losses, Setup and Adjustment Losses, serta Idling and Minor Stoppages. Berdasarkan hasil analisis tersebut, usulan perbaikan difokuskan pada penerapan preventive maintenance secara terjadwal, peningkatan kompetensi operator dan standarisasi proses setup, serta implementasi sistem monitoring kondisi mesin secara real-time. Penerapan rekomendasi tersebut diharapkan mampu meningkatkan efektivitas mesin, mengurangi waktu downtime, dan mencapai nilai OEE sesuai standar world class.

Kata kunci: Overall Equipment Effectiveness, Six Big Losses, Mesin CNC OKUMA LB 25, Efektivitas Mesin, Preventive Maintenance.

1. Latar Belakang

Perkembangan industri manufaktur yang semakin kompetitif mendorong perusahaan untuk terus meningkatkan produktivitas agar mampu memenuhi kebutuhan pasar secara efektif dan efisien [1]. Produktivitas perusahaan sangat dipengaruhi oleh kemampuan dalam mengoptimalkan seluruh sumber daya produksi, termasuk pemanfaatan mesin dan peralatan produksi secara maksimal [2]. Efektivitas penggunaan mesin menjadi salah satu indikator penting dalam menjaga kelancaran proses produksi karena *breakdown* langsung dengan pencapaian target produksi, kualitas produk, serta biaya operasional perusahaan [3]. Penurunan efektivitas mesin dapat menyebabkan meningkatnya *downtime*, berkurangnya output produksi, serta menurunkan tingkat utilisasi mesin sehingga berdampak terhadap produktivitas perusahaan secara keseluruhan [4]. Oleh karena itu, perusahaan perlu melakukan evaluasi terhadap kinerja mesin secara berkelanjutan agar penyebab kehilangan waktu produksi dapat diidentifikasi secara tepat sebagai dasar penyusunan strategi peningkatan produktivitas [5].

Mesin Computer Numerical Control (CNC) merupakan salah satu mesin yang banyak digunakan pada industri manufaktur logam karena memiliki tingkat akurasi dan presisi yang tinggi dalam menghasilkan komponen produk. Keandalan mesin CNC menjadi faktor penting dalam menjaga kontinuitas proses produksi karena setiap gangguan yang terjadi dapat menyebabkan terhentinya proses produksi dan berpotensi menghambat pemenuhan permintaan pelanggan [6]. Tingginya intensitas penggunaan mesin juga menyebabkan perusahaan perlu menerapkan sistem pemeliharaan yang efektif agar kondisi mesin tetap optimal dan mampu beroperasi sesuai kapasitas yang direncanakan [7]. Evaluasi terhadap efektivitas mesin menjadi salah satu langkah yang diperlukan untuk mengetahui tingkat pemanfaatan mesin serta mengidentifikasi faktor-faktor yang menyebabkan penurunan kinerja mesin produksi [8].

Pengukuran efektivitas mesin banyak dilakukan menggunakan metode *Overall Equipment Effectiveness* (OEE) karena mampu mengevaluasi kinerja mesin melalui tiga indikator utama, yaitu *availability*, *performance*, dan *quality* [9]. Penggunaan metode OEE memberikan *environment* mengenai tingkat efektivitas penggunaan mesin sehingga perusahaan dapat mengetahui sumber kehilangan yang menyebabkan rendahnya produktivitas mesin [10]. Hasil pengukuran OEE juga banyak digunakan sebagai dasar dalam penerapan *Total Productive Maintenance* (TPM) untuk meningkatkan efektivitas mesin dan mendukung kegiatan perbaikan berkelanjutan pada proses produksi [11]. Analisis lanjutan menggunakan *Six Big Losses* mampu mengidentifikasi jenis kehilangan terbesar yang memengaruhi efektivitas mesin sehingga tindakan perbaikan dapat difokuskan pada faktor yang paling dominan [12].

Berbagai penelitian telah menerapkan metode OEE pada berbagai sektor industri manufaktur sebagai alat ukur efektivitas mesin produksi [13]. Penerapan metode OEE pada mesin buffing menunjukkan bahwa rendahnya nilai *availability* dan *performance* menjadi penyebab utama belum tercapainya standar world class OEE [14]. Penelitian pada mesin extruder juga menunjukkan bahwa rendahnya *performance efficiency* menjadi faktor dominan yang menyebabkan efektivitas mesin berada di bawah standar perusahaan [15]. Pada industri permesinan, integrasi metode OEE dengan analisis *Six Big Losses* terbukti mampu mengidentifikasi sumber kehilangan terbesar sehingga perusahaan dapat menentukan prioritas perbaikan secara lebih efektif [16]. Penelitian pada mesin CNC cutting, mesin bandsaw, maupun mesin bubut juga menunjukkan bahwa tingginya *breakdown loss* dan *setup adjustment loss* memberikan pengaruh yang signifikan terhadap rendahnya efektivitas mesin produksi [17]. Selain digunakan sebagai alat evaluasi kinerja mesin, metode OEE juga dimanfaatkan sebagai dasar penyusunan program peningkatan produktivitas melalui penerapan pemeliharaan yang lebih terencana dan berkelanjutan [18].

Meskipun berbagai penelitian telah membuktikan bahwa metode OEE mampu mengevaluasi efektivitas mesin produksi pada berbagai jenis industri, sebagian besar penelitian masih berfokus pada pengukuran nilai OEE dan identifikasi jenis kehilangan berdasarkan *Six Big Losses* [19]. Penelitian yang secara khusus menganalisis efektivitas mesin CNC OKUMA LB 25 pada proses pemesian komponen logam di PT Arya Global Dinamika dengan mengintegrasikan analisis OEE, *Six Big Losses*, Fishbone Diagram, dan pendekatan 5W+1H masih sangat terbatas. Padahal karakteristik mesin CNC yang memiliki tingkat presisi tinggi menyebabkan setiap kehilangan waktu produksi akibat *breakdown*, *setup*, maupun *ideal time* memberikan dampak yang signifikan terhadap pencapaian target produksi perusahaan.

PT Arya Global Dinamika merupakan perusahaan manufaktur yang menggunakan mesin CNC OKUMA LB 25 sebagai salah satu mesin utama dalam proses pemesian komponen logam. Berdasarkan data operasional periode September hingga Oktober 2024, mesin CNC OKUMA LB 25 mengalami *downtime* sebesar 1.980 menit yang berasal dari aktivitas *breakdown* dan *changeover* sehingga mengurangi waktu operasi mesin dan berpotensi menurunkan produktivitas perusahaan. Evaluasi yang dilakukan perusahaan selama ini masih berfokus pada pencatatan *downtime* tanpa mengukur efektivitas mesin secara kuantitatif berdasarkan indikator *availability*, *performance*, dan *quality*. Kondisi tersebut menyebabkan faktor dominan penyebab rendahnya efektivitas mesin belum dapat diidentifikasi secara komprehensif sehingga penyusunan strategi perbaikan belum dilakukan secara terarah.

Berdasarkan kondisi tersebut, penelitian ini dilakukan untuk menganalisis efektivitas kinerja mesin CNC OKUMA LB 25 menggunakan metode *Overall Equipment Effectiveness* (OEE), mengidentifikasi sumber kehilangan terbesar melalui analisis *Six Big Losses*, menentukan akar penyebab permasalahan menggunakan Fishbone Diagram, serta menyusun usulan perbaikan menggunakan pendekatan 5W+1H. Hasil penelitian diharapkan dapat menjadi dasar bagi perusahaan dalam meningkatkan efektivitas penggunaan mesin, mengurangi *downtime*, serta mendukung peningkatan produktivitas proses produksi secara berkelanjutan

2. Metode Penelitian

Penelitian ini dilaksanakan di PT Arya Global Dinamika yang berlokasi di Kawasan Industri Jababeka II, Cikarang, Kabupaten Bekasi, Jawa Barat. Objek penelitian *ideal* mesin Computer Numerical Control (CNC) OKUMA LB 25 yang digunakan pada proses pemesian komponen logam. Data penelitian diperoleh selama periode September hingga Oktober 2024 melalui observasi lapangan, wawancara dengan bagian produksi dan *maintenance*, serta dokumentasi perusahaan berupa data *downtime*, waktu operasi mesin, jumlah produksi, jumlah produk cacat, dan laporan pemeliharaan mesin.

Tahapan penelitian diawali dengan identifikasi permasalahan berdasarkan tingginya *downtime* mesin CNC OKUMA LB 25. Selanjutnya dilakukan pengumpulan data produksi dan data *maintenance* untuk menghitung nilai *Overall Equipment Effectiveness* (OEE) yang terdiri atas parameter *Availability*, *Performance*, dan *Quality*. Nilai OEE yang diperoleh kemudian dianalisis menggunakan metode *Six Big Losses* untuk menentukan faktor kehilangan terbesar yang memengaruhi efektivitas mesin. Faktor dominan selanjutnya diprioritaskan menggunakan Diagram Pareto, kemudian dianalisis akar penyebabnya menggunakan Fishbone Diagram. Berdasarkan hasil analisis tersebut disusun usulan perbaikan menggunakan pendekatan 5W+1H sebagai rekomendasi peningkatan efektivitas mesin. Tahapan penelitian ditunjukkan pada Gambar 1.

Nilai *Availability* dihitung berdasarkan perbandingan antara waktu operasi mesin (*operation time*) terhadap waktu tersedia (*loading time*) sebagaimana ditunjukkan pada Persamaan (1).

$$Availability = \frac{Loading\ time - Downtime}{Loading\ time} \times 100\% \quad (1) [20]$$

Nilai *Performance* dihitung berdasarkan perbandingan antara waktu siklus *ideal* terhadap jumlah produk yang dihasilkan selama waktu operasi sebagaimana ditunjukkan pada Persamaan (2).

$$Performance = \frac{Processed\ Amount \times Ideal\ Cycle\ Time}{Operational\ Time} \times 100\% \quad (2) [21]$$

Nilai *Quality* diperoleh dari perbandingan jumlah produk baik terhadap jumlah total produk yang diproses sebagaimana ditunjukkan pada Persamaan (3).

$$Quality = \frac{Processed\ Amount - Defect\ Amount}{Processed\ Amount} \times 100\% \quad (3) [22]$$

Nilai *Overall Equipment Effectiveness* (OEE) diperoleh dari hasil perkalian nilai *Availability*, *Performance*, dan *Quality* sebagaimana ditunjukkan pada Persamaan (4).

$$OEE = Availability \times Performance \times Quality \times 100\% \quad (4) [23]$$

Setelah nilai OEE diperoleh, dilakukan identifikasi sumber kehilangan menggunakan metode *Six Big Losses* yang meliputi *Breakdown Losses*, *Setup and Adjustment Losses*, *Idling and Minor Stoppages Losses*, *Reduced Speed Losses*, *Process Defect Losses*, dan *Reduced Yield Losses*. Persentase masing-masing *losses* dihitung untuk menentukan faktor kehilangan yang memberikan kontribusi terbesar terhadap penurunan efektivitas mesin [16].

Faktor kehilangan terbesar kemudian diprioritaskan menggunakan Diagram Pareto berdasarkan prinsip 80/20 sehingga penyebab yang paling dominan dapat ditentukan sebagai fokus analisis [7]. Selanjutnya dilakukan analisis akar penyebab menggunakan Fishbone Diagram berdasarkan aspek manusia (*man*), mesin (*mechine*), metode (*method*), material (*material*), dan lingkungan (*environment*). Hasil identifikasi akar penyebab menjadi dasar penyusunan rekomendasi perbaikan menggunakan pendekatan 5W+1H yang meliputi *What*, *Who*, *Where*, *When*, *Who*, dan *How* sehingga usulan perbaikan yang dihasilkan dapat diterapkan sesuai dengan kondisi operasional PT Arya Global Dinamika.

3. Hasil dan Diskusi

3.1. Analisis Overall Equipment Effectiveness

Analisis efektivitas mesin CNC OKUMA LB 25 dilakukan menggunakan metode *Overall Equipment Effectiveness* (OEE) yang terdiri atas tiga parameter utama, yaitu *Availability*, *Performance*, dan *Quality*. Ketiga parameter tersebut digunakan untuk mengevaluasi tingkat efektivitas mesin secara menyeluruh berdasarkan aspek ketersediaan mesin, kemampuan mesin dalam mencapai kecepatan produksi *ideal*, dan kemampuan menghasilkan produk sesuai standar kualitas. Perhitungan dilakukan menggunakan data *downtime*, *operating time*, jumlah produksi, dan jumlah produk cacat selama periode September–Oktober 2024. Hasil perhitungan masing-masing parameter disajikan pada Tabel 1.

Table 1 Hasil Perhitungan *Overall Equipment Effectiveness* Mesin CNC OKUMA LB 25

Parameter	September (%)	Oktober (%)	Rata-rata (%)	Standar World Class (%)
<i>Availability</i>	92,05	89,67	90,83	>90
<i>Performance</i>	89,30	86,21	87,72	>95
<i>Quality</i>	99,31	99,18	99,24	>99
OEE	81,66	76,70	79,07	>85

Berdasarkan Tabel 1, diperoleh nilai rata-rata *Availability* sebesar 90,83%, sehingga telah memenuhi standar world class OEE sebesar 90%. Hasil tersebut menunjukkan bahwa secara umum mesin CNC OKUMA LB 25 memiliki tingkat ketersediaan yang baik untuk mendukung aktivitas produksi. Tingginya nilai *availability* mengindikasikan bahwa sebagian besar waktu kerja yang tersedia masih dapat dimanfaatkan untuk proses produksi. Akan tetapi, terjadi penurunan nilai *availability* dari 92,05% pada bulan September menjadi 89,67% pada bulan Oktober. Penurunan tersebut menunjukkan adanya peningkatan waktu *downtime* yang berasal dari aktivitas *breakdown* maupun *changeover*, sehingga mengurangi waktu operasi efektif mesin. Kondisi ini menunjukkan bahwa meskipun *availability* secara rata-rata masih memenuhi standar, perusahaan tetap perlu memperhatikan pengendalian *downtime* agar penurunan yang terjadi tidak berlanjut pada periode *breakdown*.

Parameter *Performance* memperoleh nilai rata-rata sebesar 87,72%, sehingga masih berada di bawah standar world class sebesar 95%. Nilai ini menunjukkan bahwa mesin belum mampu beroperasi sesuai dengan kecepatan *ideal* yang telah ditetapkan perusahaan. Selama periode penelitian, nilai *performance* mengalami penurunan dari 89,30% pada bulan September menjadi 86,21% pada bulan Oktober. Penurunan tersebut mengindikasikan bahwa mesin memerlukan waktu yang lebih lama untuk menghasilkan satu *and* produk dibandingkan dengan *ideal cycle time*. Kondisi tersebut menyebabkan kapasitas produksi belum dimanfaatkan secara optimal meskipun mesin masih tersedia untuk beroperasi. Rendahnya nilai *performance* juga menunjukkan adanya kehilangan waktu produksi (*speed losses*) yang berpotensi menurunkan produktivitas perusahaan apabila tidak segera dilakukan tindakan perbaikan.

Selain itu, rendahnya nilai *performance* menunjukkan bahwa permasalahan utama efektivitas mesin bukan terletak pada lamanya mesin berhenti beroperasi, melainkan pada ketidakmampuan mesin mempertahankan kecepatan operasi sesuai standar yang telah ditentukan. Kondisi ini dapat dipengaruhi oleh berbagai faktor, seperti keausan komponen mesin, penyesuaian parameter operasi yang belum optimal, serta proses *setup* yang masih membutuhkan waktu relatif lama. Akibatnya, meskipun mesin tetap beroperasi, produktivitas yang dihasilkan belum mampu mencapai kapasitas maksimum yang seharusnya dapat dicapai.

Sementara itu, nilai rata-rata *Quality* sebesar 99,24% telah melampaui standar world class sebesar 99%. Hasil tersebut menunjukkan bahwa sebagian besar produk yang dihasilkan mesin CNC OKUMA LB 25 telah memenuhi spesifikasi kualitas yang ditetapkan perusahaan. Tingginya nilai *quality* mengindikasikan bahwa jumlah produk cacat selama periode penelitian relatif kecil dibandingkan dengan total produksi. Walaupun terjadi sedikit penurunan dari 99,31% menjadi 99,18%, penurunan tersebut tidak memberikan pengaruh yang signifikan terhadap efektivitas mesin secara keseluruhan. Dengan demikian, kualitas produk bukan merupakan faktor utama yang menyebabkan rendahnya nilai OEE pada penelitian ini.

Tingginya nilai *quality* juga menunjukkan bahwa operator masih mampu menjaga konsistensi kualitas produk meskipun kecepatan operasi mesin mengalami penurunan. Kondisi tersebut mengindikasikan adanya kecenderungan operator untuk menurunkan kecepatan proses pemesinan agar kualitas produk tetap sesuai standar perusahaan. Strategi tersebut memang berhasil menjaga kualitas produk, namun di sisi lain menyebabkan nilai *performance* menurun sehingga efektivitas mesin secara keseluruhan belum mencapai target yang diharapkan. Oleh karena itu, diperlukan keseimbangan antara pencapaian kualitas produk dan kecepatan operasi mesin agar ketiga parameter OEE dapat meningkat secara bersamaan.

Berdasarkan hasil pengukuran ketiga parameter tersebut diperoleh nilai rata-rata *Overall Equipment Effectiveness* (OEE) sebesar 79,07%. Nilai tersebut masih berada di bawah standar world class sebesar 85%, sehingga menunjukkan bahwa efektivitas mesin CNC OKUMA LB 25 belum optimal. Penurunan nilai OEE dari 81,66% pada bulan September menjadi 76,70% pada bulan Oktober memperlihatkan bahwa kinerja mesin mengalami penurunan selama periode penelitian. Hasil ini menunjukkan bahwa masih terdapat peluang perbaikan dalam meningkatkan efektivitas mesin melalui pengurangan berbagai bentuk kehilangan waktu produksi.

Apabila ketiga parameter OEE dibandingkan, terlihat bahwa *Availability* dan *Quality* telah memenuhi standar world class, sedangkan *Performance* masih menjadi parameter yang paling rendah. Hal tersebut menunjukkan bahwa prioritas peningkatan efektivitas mesin sebaiknya difokuskan pada peningkatan kecepatan operasi mesin dan pengurangan *speed losses*, bukan pada peningkatan kualitas produk yang secara umum sudah sangat baik. Dengan demikian, upaya perbaikan yang dilakukan perusahaan akan memberikan dampak yang lebih besar terhadap peningkatan nilai OEE dibandingkan apabila hanya berfokus pada aspek kualitas.

Hasil penelitian ini sejalan dengan penelitian [24] yang menyatakan bahwa rendahnya nilai *Availability* dan *Performance* menjadi penyebab utama belum tercapainya standar world class OEE. Temuan serupa juga dilaporkan oleh Pahmi Hamda, yang menunjukkan bahwa rendahnya *performance efficiency* merupakan faktor dominan yang menyebabkan efektivitas mesin berada di bawah target perusahaan. Meskipun demikian, penelitian ini menunjukkan karakteristik yang berbeda karena parameter *Quality* telah memenuhi standar world class, sehingga permasalahan utama lebih berfokus pada rendahnya kemampuan mesin dalam mempertahankan kecepatan operasi selama proses produksi. Berdasarkan hasil tersebut, diperlukan analisis lanjutan menggunakan metode *Six Big Losses* untuk mengidentifikasi jenis kehilangan yang memberikan kontribusi terbesar terhadap penurunan nilai OEE sehingga dapat ditentukan prioritas perbaikan yang sesuai dengan kondisi operasional PT Arya Global Dinamika.

3.2. Analisis Six Big Losses

Analisis *Six Big Losses* dilakukan untuk mengidentifikasi jenis kehilangan yang memberikan kontribusi terbesar terhadap penurunan efektivitas mesin CNC OKUMA LB 25. Metode ini digunakan sebagai analisis lanjutan setelah diperoleh nilai *Overall Equipment Effectiveness* (OEE), sehingga penyebab utama rendahnya efektivitas mesin dapat diketahui secara lebih spesifik. Perhitungan dilakukan terhadap enam kategori kerugian, yaitu *Breakdown Losses*, *Setup and Adjustment Losses*, *Idling and Minor Stoppages*, *Reduced Speed Losses*, *Process Defects*, dan *Reduced Yield*. Keenam kategori tersebut dikelompokkan ke dalam *Downtime Losses*, *Speed Losses*, dan *Defect Losses*. Rekapitulasi hasil perhitungan disajikan pada Tabel 2.

Table 2 Rekapitulasi *Six Big Losses* Mesin CNC OKUMA LB 25

No	Jenis Losses	Nilai (%)	Kategori
1	<i>Breakdown Losses</i>	5,83	<i>Downtime Losses</i>
2	<i>Setup and Adjustment Losses</i>	3,33	<i>Downtime Losses</i>
3	<i>Idling and Minor Stoppages</i>	2,63	<i>Speed Losses</i>
4	<i>Reduced Speed Losses</i>	12,26	<i>Speed Losses</i>
5	<i>Process Defects</i>	0,55	<i>Defect Losses</i>
6	<i>Reduced Yield</i>	0,20	<i>Defect Losses</i>

Berdasarkan Tabel 2, diketahui bahwa *Reduced Speed Losses* merupakan jenis kehilangan dengan kontribusi terbesar terhadap penurunan efektivitas mesin, yaitu sebesar 12,26%. Nilai tersebut menunjukkan bahwa mesin CNC OKUMA LB 25 belum mampu beroperasi sesuai dengan kecepatan *ideal* yang telah ditetapkan perusahaan. Selisih antara *actual cycle time* dengan *ideal cycle time* menyebabkan waktu produksi menjadi lebih panjang sehingga kapasitas mesin tidak dapat dimanfaatkan secara maksimal. Kondisi tersebut memperlihatkan bahwa meskipun mesin masih berada dalam kondisi beroperasi, produktivitas yang dihasilkan belum mencapai tingkat optimal karena kecepatan proses pemesinan mengalami penurunan.

Dominannya *Reduced Speed Losses* menunjukkan bahwa permasalahan efektivitas mesin lebih banyak dipengaruhi oleh kehilangan waktu selama proses operasi dibandingkan dengan waktu berhenti mesin secara keseluruhan. Hal ini mengindikasikan adanya kecenderungan operator menjalankan mesin pada kecepatan yang lebih rendah untuk menjaga kestabilan proses produksi dan kualitas produk. Selain itu, penurunan *performance* komponen mesin akibat usia penggunaan juga dapat menyebabkan kemampuan mesin dalam mempertahankan kecepatan produksi semakin menurun. Akibatnya, waktu siklus aktual menjadi lebih lama dibandingkan standar yang telah ditetapkan perusahaan sehingga nilai *Performance Ratio* turut mengalami penurunan.

Hasil tersebut juga konsisten dengan analisis *Overall Equipment Effectiveness*, di man parameter *Performance* memperoleh nilai rata-rata 87,72%, atau merupakan parameter dengan nilai terendah dibandingkan *Availability* maupun *Quality*. Kondisi ini menunjukkan adanya hubungan yang kuat antara tingginya *Reduced Speed Losses* dengan rendahnya nilai *Performance Ratio*, sehingga peningkatan kecepatan operasi mesin menjadi prioritas utama dalam upaya meningkatkan efektivitas mesin secara keseluruhan.

Kontributor kehilangan terbesar *breakdown ideal Breakdown Losses* sebesar 5,83%. Nilai tersebut menunjukkan bahwa waktu berhenti mesin akibat kerusakan masih cukup tinggi sehingga mengurangi waktu operasi efektif mesin. *Breakdown* yang terjadi selama periode penelitian menyebabkan aktivitas produksi harus dihentikan sementara hingga proses perbaikan selesai dilakukan. Semakin sering mesin mengalami kerusakan, semakin besar pula waktu yang hilang dan semakin rendah tingkat pemanfaatan mesin dalam proses produksi. Kondisi ini menunjukkan bahwa keandalan mesin masih perlu ditingkatkan melalui program pemeliharaan yang lebih terencana dan berkelanjutan.

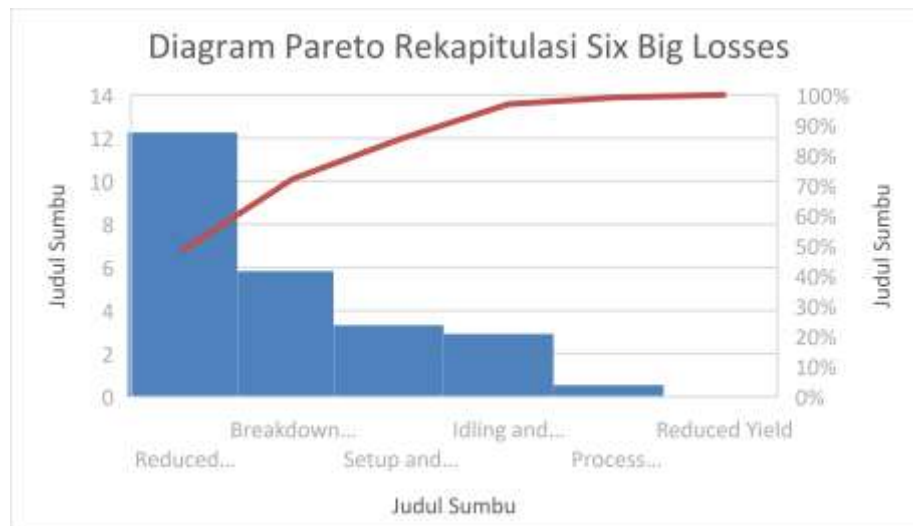
Selain *Breakdown Losses*, *Setup and Adjustment Losses* memberikan kontribusi sebesar 3,33% terhadap total kehilangan. Nilai tersebut menunjukkan bahwa proses pergantian produk maupun penyesuaian parameter mesin masih membutuhkan waktu yang relatif lama. Waktu *setup* yang tinggi menyebabkan sebagian waktu produksi digunakan untuk aktivitas yang tidak menghasilkan nilai tambah sehingga mengurangi waktu operasi efektif mesin. Kondisi tersebut mengindikasikan bahwa prosedur *setup* masih memiliki peluang untuk disederhanakan melalui standarisasi metode kerja maupun peningkatan kompetensi operator dalam melakukan proses *setup*.

Pada kategori *Speed Losses*, selain *Reduced Speed Losses*, terdapat *Idling and Minor Stoppages* sebesar 2,63%. Persentase tersebut menunjukkan bahwa selama proses produksi masih sering terjadi penghentian mesin dalam waktu singkat akibat aktivitas pembersihan chip, penyesuaian kecil terhadap parameter mesin, maupun gangguan operasional yang tidak memerlukan proses perbaikan besar. Walaupun setiap penghentian berlangsung dalam durasi yang relatif singkat, frekuensi kejadian yang tinggi menyebabkan akumulasi kehilangan waktu menjadi cukup signifikan. Oleh karena itu, aktivitas *minor stoppages* tetap perlu dikendalikan agar tidak mengurangi produktivitas mesin selama proses produksi berlangsung.

Berbeda dengan kategori *Downtime Losses* dan *Speed Losses*, kategori *Defect Losses* memberikan kontribusi yang relatif kecil terhadap penurunan efektivitas mesin. Nilai *Process Defects* sebesar 0,55% menunjukkan bahwa jumlah produk yang memerlukan proses rework masih tergolong rendah dibandingkan total produksi. Sementara itu, *Reduced Yield* hanya sebesar 0,20%, yang menunjukkan bahwa jumlah produk yang harus dibuang (scrap) juga relatif kecil. Rendahnya kedua jenis kehilangan tersebut mengindikasikan bahwa sistem pengendalian kualitas yang diterapkan perusahaan telah berjalan dengan baik sehingga sebagian besar produk yang dihasilkan masih memenuhi standar kualitas yang telah ditentukan.

Hasil tersebut juga memperkuat temuan pada analisis OEE, di *man* parameter *Quality* memperoleh nilai rata-rata 99,24% dan telah memenuhi standar world class. Dengan demikian, kualitas produk bukan merupakan faktor utama yang menyebabkan rendahnya efektivitas mesin. Kondisi ini menunjukkan bahwa perusahaan telah berhasil menjaga kualitas hasil produksi, namun masih menghadapi tantangan dalam meningkatkan produktivitas mesin agar mampu beroperasi pada kecepatan yang lebih optimal tanpa menurunkan kualitas produk.

Untuk menentukan prioritas perbaikan, dilakukan analisis menggunakan Diagram Pareto sebagaimana ditunjukkan pada Gambar 1.



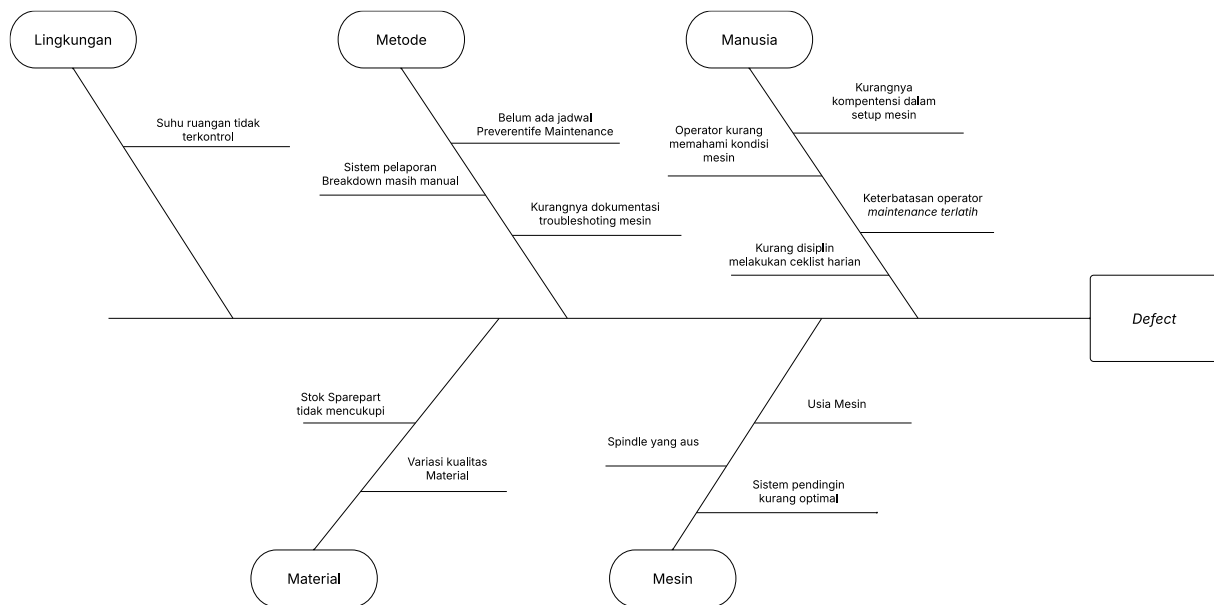
Gambar 1 Diagram Pareto Six Big Losses

Berdasarkan prinsip Pareto, diketahui bahwa empat jenis kehilangan terbesar, yaitu *Reduced Speed Losses*, *Breakdown Losses*, *Setup and Adjustment Losses*, serta *Idling and Minor Stoppages*, memberikan kontribusi paling besar terhadap rendahnya efektivitas mesin CNC OKUMA LB 25. Hasil tersebut menunjukkan bahwa sebagian besar kehilangan berasal dari aspek kecepatan operasi mesin dan waktu henti produksi, sedangkan kehilangan akibat produk cacat memberikan pengaruh yang relatif kecil. Oleh karena itu, upaya peningkatan efektivitas mesin sebaiknya difokuskan terlebih dahulu pada pengurangan keempat jenis kehilangan tersebut agar peningkatan nilai OEE dapat dicapai secara lebih optimal.

Secara keseluruhan, hasil analisis *Six Big Losses* menunjukkan bahwa faktor yang paling memengaruhi efektivitas mesin bukan berasal dari kualitas produk, melainkan dari kemampuan mesin dalam mempertahankan kecepatan operasi dan meminimalkan waktu berhenti selama proses produksi. Temuan ini memperlihatkan bahwa peningkatan efektivitas mesin tidak cukup hanya dilakukan melalui pengendalian kualitas, tetapi juga memerlukan peningkatan keandalan mesin, penyempurnaan proses *setup*, serta pengurangan kehilangan waktu yang terjadi selama mesin beroperasi. Hasil penelitian ini sejalan dengan penelitian terdahulu yang menyatakan bahwa *Reduced Speed Losses* dan *Breakdown Losses* merupakan penyebab dominan rendahnya efektivitas mesin pada industri manufaktur. Berdasarkan hasil tersebut, analisis selanjutnya difokuskan pada identifikasi akar penyebab dari jenis kehilangan yang paling dominan menggunakan Fishbone Diagram sebagai dasar penyusunan usulan perbaikan.

3.3. Analisis Penyebab Dominan

Berdasarkan hasil analisis *Six Big Losses*, diketahui bahwa *Reduced Speed Losses* merupakan jenis kehilangan yang memberikan kontribusi terbesar terhadap rendahnya nilai *Overall Equipment Effectiveness* (OEE) mesin CNC OKUMA LB 25. Selain itu, *Breakdown Losses*, *Setup and Adjustment Losses*, serta *Idling and Minor Stoppages* juga memberikan kontribusi yang cukup besar terhadap penurunan efektivitas mesin. Oleh karena itu, dilakukan analisis lanjutan menggunakan Fishbone Diagram untuk mengidentifikasi akar penyebab dari berbagai jenis kehilangan tersebut sehingga dapat dirumuskan usulan perbaikan yang sesuai dengan kondisi operasional perusahaan. Hasil identifikasi penyebab ditunjukkan pada Gambar 2.



Gambar 2 Fishbone Diagram Penyebab Dominan Penurunan Nilai OEE

Berdasarkan hasil analisis Fishbone, diketahui bahwa penyebab rendahnya efektivitas mesin berasal dari lima faktor utama, yaitu *man* (manusia), *mechine* (mesin), *method* (metode), *material* (material), dan *environment* (lingkungan). Kelima faktor tersebut saling berhubungan dan memberikan pengaruh terhadap meningkatnya *Reduced Speed Losses*, *Breakdown Losses*, *Setup and Adjustment Losses*, maupun *Idling and Minor Stoppages*. Dengan demikian, rendahnya nilai OEE tidak disebabkan oleh satu faktor tunggal, melainkan merupakan akumulasi dari berbagai kondisi operasional yang saling memengaruhi selama proses produksi berlangsung.

Pada faktor *man* (manusia), rendahnya efektivitas mesin dipengaruhi oleh kurangnya kompetensi operator dalam melakukan *setup* maupun pengaturan parameter operasi mesin CNC. Operator cenderung menjalankan mesin pada kecepatan yang lebih rendah untuk menghindari terjadinya produk cacat, sehingga waktu siklus aktual menjadi lebih lama dibandingkan waktu siklus *ideal*. Kondisi tersebut secara langsung meningkatkan *Reduced Speed Losses* dan menyebabkan nilai *Performance Ratio* berada di bawah standar world class. Selain itu, keterbatasan jumlah operator *maintenance* yang memiliki kompetensi memadai mengakibatkan proses penanganan kerusakan membutuhkan waktu yang relatif lama sehingga meningkatkan *Breakdown Losses*. Disiplin operator dalam melaksanakan daily checklist juga masih belum optimal sehingga gejala awal kerusakan sering kali tidak terdeteksi sejak dini. Akibatnya, kerusakan kecil berkembang menjadi kerusakan yang lebih besar dan berdampak pada meningkatnya waktu *downtime* mesin.

Faktor *mechine* (mesin) juga menjadi penyebab dominan rendahnya efektivitas mesin. Mesin CNC OKUMA LB 25 yang digunakan dalam penelitian telah beroperasi selama lebih dari sepuluh tahun sehingga beberapa komponen mengalami penurunan *performance* akibat keausan. Keausan pada komponen seperti spindle, sistem transmisi, maupun bagian mekanik lainnya menyebabkan kestabilan proses pemotongan berkurang sehingga operator harus menyesuaikan kecepatan operasi mesin agar kualitas produk tetap terjaga. Selain itu, *performance* sistem pendingin yang kurang optimal menyebabkan temperatur mesin meningkat selama proses produksi berlangsung. Kondisi tersebut tidak hanya menurunkan stabilitas proses pemotongan, tetapi juga meningkatkan potensi terjadinya kerusakan komponen apabila mesin dipaksa beroperasi pada kapasitas maksimal. Oleh karena itu, faktor mesin memberikan kontribusi secara bersamaan terhadap meningkatnya *Reduced Speed Losses* maupun *Breakdown Losses*.

Pada faktor *method* (metode), hasil analisis menunjukkan bahwa sistem pemeliharaan mesin yang diterapkan perusahaan masih didominasi oleh *corrective maintenance*, yaitu perawatan yang dilakukan setelah mesin mengalami kerusakan. Pendekatan tersebut menyebabkan potensi kerusakan tidak dapat dicegah sejak awal sehingga frekuensi *breakdown* menjadi lebih tinggi dibandingkan apabila perusahaan menerapkan *preventive maintenance* secara terjadwal. Selain itu, sistem pelaporan kerusakan yang masih dilakukan secara manual menyebabkan *environment* mengenai kondisi mesin tidak dapat diterima secara cepat oleh bagian *maintenance*.

Proses dokumentasi troubleshooting yang belum terstandarisasi juga mengakibatkan setiap operator memiliki cara penanganan yang berbeda ketika terjadi gangguan, sehingga waktu identifikasi penyebab kerusakan maupun proses *setup* menjadi lebih lama. Kondisi tersebut secara tidak langsung meningkatkan *Setup and Adjustment Losses* serta memperbesar waktu *downtime* mesin.

Faktor material turut memberikan pengaruh terhadap efektivitas mesin, terutama karena adanya variasi kualitas bahan baku yang digunakan selama proses produksi. Perbedaan karakteristik material menyebabkan operator harus melakukan penyesuaian parameter pemotongan secara manual agar kualitas produk tetap sesuai dengan spesifikasi perusahaan. Penyesuaian tersebut menyebabkan mesin tidak dapat dijalankan pada kecepatan *ideal* sehingga meningkatkan *Reduced Speed Losses*. Selain itu, hasil analisis juga menunjukkan bahwa ketersediaan spare part kritis masih terbatas. Ketika terjadi kerusakan pada komponen tertentu, proses perbaikan harus menunggu ketersediaan suku cadang sehingga waktu *downtime* menjadi lebih panjang. Dengan demikian, faktor material tidak hanya *breakdown* dengan kualitas bahan baku, tetapi juga mencakup ketersediaan komponen pendukung yang memengaruhi kecepatan proses perbaikan mesin.

Faktor terakhir yang memengaruhi efektivitas mesin *ideal environment* (lingkungan kerja). Kondisi suhu area produksi yang belum terkontrol menyebabkan temperatur mesin meningkat selama proses produksi berlangsung. Peningkatan temperatur tersebut berpengaruh terhadap *performance* sistem pendingin dan kestabilan proses pemesinan sehingga operator harus menurunkan kecepatan operasi mesin untuk menjaga kualitas hasil produksi. Selain memengaruhi kondisi mesin, lingkungan kerja yang kurang nyaman juga berpotensi menurunkan tingkat konsentrasi operator ketika mengoperasikan mesin CNC. Penurunan konsentrasi tersebut dapat meningkatkan kemungkinan terjadinya *minor stoppages*, kesalahan pengoperasian, maupun keterlambatan dalam merespons indikasi awal kerusakan mesin. Walaupun pengaruh faktor lingkungan tidak sebesar faktor mesin maupun manusia, keberadaannya tetap memberikan kontribusi terhadap penurunan efektivitas proses produksi secara keseluruhan.

Berdasarkan keseluruhan hasil analisis Fishbone, dapat diketahui bahwa faktor manusia dan mesin merupakan penyebab yang paling dominan dalam menurunkan nilai OEE mesin CNC OKUMA LB 25. Faktor manusia berpengaruh terhadap kemampuan operator dalam mengoperasikan dan melakukan perawatan dasar mesin, sedangkan faktor mesin *breakdown* dengan kondisi fisik peralatan yang telah mengalami penurunan *performance* akibat usia penggunaan. Kedua faktor tersebut kemudian diperkuat oleh kelemahan pada sistem pemeliharaan, variasi material, serta kondisi lingkungan kerja yang kurang mendukung. Hubungan antar faktor tersebut menyebabkan tingginya *Reduced Speed Losses*, *Breakdown Losses*, *Setup and Adjustment Losses*, serta *Idling and Minor Stoppages*, yang pada akhirnya menurunkan nilai *Overall Equipment Effectiveness* mesin.

Hasil analisis ini menunjukkan bahwa peningkatan efektivitas mesin tidak dapat dilakukan hanya melalui perbaikan pada satu aspek tertentu. Upaya peningkatan nilai OEE harus dilakukan secara menyeluruh melalui peningkatan kompetensi operator, penerapan *preventive maintenance* yang lebih terstruktur, peningkatan keandalan komponen mesin, penyediaan spare part yang memadai, serta perbaikan kondisi lingkungan kerja. Dengan demikian, hasil identifikasi menggunakan Fishbone Diagram menjadi dasar dalam penyusunan usulan perbaikan yang dibahas pada subbab *breakdown* agar tindakan yang diberikan lebih tepat sasaran dan mampu mengurangi jenis kehilangan yang paling dominan pada mesin CNC OKUMA LB 25.

3.4. Usulan Perbaikan

Berdasarkan hasil analisis *Overall Equipment Effectiveness* (OEE), *Six Big Losses*, dan Fishbone Diagram, diketahui bahwa rendahnya efektivitas mesin CNC OKUMA LB 25 dipengaruhi oleh tingginya *Reduced Speed Losses*, *Breakdown Losses*, *Setup and Adjustment Losses*, serta *Idling and Minor Stoppages*. Hasil tersebut menunjukkan bahwa permasalahan tidak hanya berasal dari kondisi teknis mesin, tetapi juga dipengaruhi oleh aspek manusia, metode kerja, material, dan lingkungan produksi. Oleh karena itu, usulan perbaikan disusun menggunakan pendekatan 5W+1H (*What, Who, Who, When, Where, How*) agar setiap rekomendasi memiliki tujuan, pelaksana, waktu implementasi, lokasi penerapan, serta langkah pelaksanaan yang jelas sehingga lebih mudah diimplementasikan oleh perusahaan.

Implementasi *Preventive Maintenance* Terjadwal

Usulan perbaikan pertama (*What*) *ideal* menerapkan *preventive maintenance* secara terjadwal pada mesin CNC OKUMA LB 25. Program ini dipilih karena hasil analisis menunjukkan bahwa *Breakdown Losses* masih mencapai 5,83%, sehingga memberikan kontribusi yang cukup besar terhadap penurunan nilai *Availability* dan *Overall Equipment Effectiveness* (OEE). Selama periode penelitian, aktivitas pemeliharaan masih didominasi oleh *corrective maintenance*, yaitu tindakan perbaikan yang dilakukan setelah mesin mengalami kerusakan. Pola tersebut menyebabkan waktu *downtime* menjadi lebih tinggi karena kerusakan baru ditangani setelah mengganggu proses produksi.

Pelaksanaan program (*Who*) menjadi tanggung jawab *Time Maintenance* dengan koordinasi Kepala Departemen Produksi. Implementasi (*When*) direncanakan dimulai pada bulan *breakdown* setelah penelitian selesai dengan interval pemeliharaan setiap dua minggu. Seluruh aktivitas pemeliharaan (*Where*) dilakukan pada area mesin CNC OKUMA LB 25 di PT Arya Global Dinamika sehingga inspeksi dapat difokuskan pada komponen-komponen yang memiliki tingkat keausan tinggi.

Tahapan pelaksanaan (*How*) meliputi penyusunan checklist *preventive maintenance* harian dan mingguan, pelatihan operator dalam menerapkan *autonomous maintenance*, penyediaan spare part kritis di gudang, inspeksi berkala terhadap spindle, chuck, sistem pendingin, serta sistem pelumasan, dan dokumentasi seluruh aktivitas pemeliharaan dalam sistem digital. Dokumentasi tersebut diharapkan menjadi dasar evaluasi untuk mengidentifikasi pola kerusakan mesin dan menentukan tindakan pencegahan yang lebih efektif pada periode *breakdown*.

Implementasi *preventive maintenance* secara konsisten diperkirakan mampu mengurangi frekuensi kerusakan mendadak, menekan waktu *downtime*, meningkatkan nilai *Availability*, serta memperpanjang umur pakai komponen mesin. Selain itu, kegiatan pemeliharaan yang lebih terencana juga dapat meningkatkan stabilitas proses produksi sehingga target produksi perusahaan dapat tercapai dengan lebih optimal.

Pelatihan Operator dan Standardisasi *Setup*

Usulan perbaikan kedua (*What*) *ideal* meningkatkan kompetensi operator melalui pelatihan teknis serta menyusun Standard Operating Procedure (SOP) untuk proses *setup* mesin. Rekomendasi ini disusun (*Who*) karena hasil analisis menunjukkan bahwa *Reduced Speed Losses* merupakan jenis kehilangan terbesar dengan nilai 12,26%, sedangkan *Setup and Adjustment Losses* mencapai 3,33%. Hasil Fishbone juga menunjukkan bahwa kurangnya kompetensi operator dalam menentukan parameter operasi mesin menjadi salah satu penyebab utama rendahnya nilai *Performance Ratio*.

Pelaksanaan program (*Who*) melibatkan bagian Human Resources Development (HRD), *Time Engineering*, dan vendor mesin CNC. Program pelatihan (*When*) direncanakan berlangsung selama tiga bulan, sedangkan penyusunan SOP ditargetkan selesai dalam satu bulan pertama. Seluruh kegiatan (*Where*) dilaksanakan di ruang pelatihan dan area produksi PT Arya Global Dinamika sehingga peserta dapat langsung mempraktikkan materi pada mesin yang digunakan dalam proses produksi.

Implementasi (*How*) dilakukan melalui pelatihan teknis mengenai pengoperasian mesin CNC, pengaturan parameter pemotongan, teknik *setup* yang efisien, penyusunan video tutorial, standardisasi tahapan *setup* dalam SOP, penerapan metode Single Minute Exchange of Die (SMED), serta evaluasi kompetensi operator secara berkala melalui assessment. Dengan adanya SOP yang terstandarisasi, setiap operator diharapkan mampu melakukan *setup* secara lebih cepat dan konsisten sehingga variasi waktu *setup* dapat diminimalkan.

Melalui peningkatan kompetensi operator, perusahaan diharapkan dapat mengurangi waktu *setup*, meningkatkan kecepatan operasi mesin sesuai parameter *ideal*, serta menekan nilai *Reduced Speed Losses*. Dampak akhirnya *ideal* meningkatnya nilai *Performance Ratio*, yang selama penelitian merupakan parameter dengan pencapaian terendah dibandingkan parameter OEE lainnya.

Implementasi Sistem Monitoring Real-Time

Usulan perbaikan ketiga (*What*) *ideal* menerapkan sistem monitoring kondisi mesin secara *real-time*. Rekomendasi ini diberikan (*Who*) untuk mendukung deteksi dini terhadap potensi kerusakan mesin sekaligus menjaga parameter operasi tetap berada pada kondisi optimal. Berdasarkan hasil penelitian, peningkatan *Breakdown Losses* dan *Reduced Speed Losses* menunjukkan bahwa perusahaan memerlukan sistem yang mampu memberikan *environment* kondisi mesin secara cepat sehingga tindakan perbaikan dapat dilakukan sebelum kerusakan berkembang menjadi lebih serius.

Program ini (*Who*) melibatkan *Time IT*, *Time Engineering*, dan vendor penyedia sistem monitoring. Implementasi (*When*) direncanakan berlangsung selama enam bulan yang dimulai dari studi kelayakan, pemasangan perangkat, hingga sistem dapat dioperasikan secara penuh. Sistem tersebut (*Where*) diterapkan pada mesin CNC OKUMA LB 25 dan diintegrasikan dengan ruang kontrol produksi agar *environment* kondisi mesin dapat dipantau secara berkelanjutan.

Tahapan implementasi (*How*) meliputi pemasangan sensor untuk memantau getaran, temperatur, dan beban spindle, integrasi data ke dalam dashboard monitoring, penentuan batas peringatan (*threshold alert*), pelatihan operator dan teknisi dalam merespons alarm yang muncul, serta pemanfaatan data historis untuk mendukung penerapan *predictive maintenance*. Dengan adanya sistem monitoring, perusahaan tidak hanya mampu mendeteksi gangguan lebih awal, tetapi juga memperoleh data yang dapat digunakan untuk mengevaluasi kecenderungan kerusakan mesin secara periodik.

Penerapan sistem monitoring secara *real-time* diharapkan mampu meningkatkan keandalan mesin, mengurangi frekuensi *breakdown*, mempercepat proses pengambilan keputusan ketika terjadi gangguan, serta mendukung peningkatan efektivitas proses produksi secara berkelanjutan.

Implementasi ketiga usulan perbaikan tersebut diharapkan mampu meningkatkan nilai *Overall Equipment Effectiveness* (OEE) mesin CNC OKUMA LB 25 dari 79,07% menjadi minimal 85% sesuai standar *world class* OEE. Selain meningkatkan efektivitas mesin, penerapan rekomendasi tersebut juga diharapkan mampu menurunkan waktu *downtime*, mengurangi kehilangan akibat penurunan kecepatan operasi, meningkatkan produktivitas, serta mendukung terciptanya sistem pemeliharaan yang lebih terencana dan berkelanjutan di PT Arya Global Dinamika.

4. Kesimpulan

Berdasarkan hasil penelitian, nilai *Overall Equipment Effectiveness* (OEE) mesin CNC OKUMA LB 25 di PT Arya Global Dinamika pada periode September–Oktober 2024 sebesar 79,07%, yang terdiri atas *Availability* sebesar 90,83%, *Performance* sebesar 87,72%, dan *Quality* sebesar 99,24%. Nilai tersebut masih berada di bawah standar *world class* OEE sebesar 85%, sehingga menunjukkan bahwa efektivitas mesin belum optimal. Hasil analisis *Six Big Losses* menunjukkan bahwa *Reduced Speed Losses* merupakan penyebab dominan penurunan efektivitas mesin, diikuti oleh *Breakdown Losses*, *Setup and Adjustment Losses*, serta *Idling and Minor Stoppages*, yang dipengaruhi oleh faktor manusia, mesin, metode, material, dan lingkungan kerja. Berdasarkan temuan tersebut, usulan perbaikan disusun menggunakan pendekatan 5W+1H melalui penerapan *preventive maintenance* secara terjadwal, peningkatan kompetensi operator dan standarisasi proses *setup*, serta implementasi sistem monitoring kondisi mesin secara *real-time*. Implementasi rekomendasi tersebut diharapkan mampu meningkatkan nilai OEE hingga mencapai standar *world class*, sekaligus meningkatkan produktivitas, keandalan mesin, dan efisiensi proses produksi di PT Arya Global Dinamika. Selain memberikan manfaat praktis bagi perusahaan, hasil penelitian ini juga dapat menjadi referensi bagi penelitian selanjutnya dalam pengembangan strategi peningkatan efektivitas mesin menggunakan metode OEE yang dipadukan dengan pendekatan pemeliharaan berbasis kondisi atau teknologi manufaktur digital.

Referensi

- [1] L. Gusti and N. Susanti, "ANALISA PENGUKURAN PRODUKTIVITAS MESIN CNC MILLING ENGAN MENGGUNAKAN METODE DATA ENVELOPMENT ANALYSIS DI PT . PAL INDONESIA Liveone Anugrah Gusti Nur Aini Susanti," *JPTM. Vol. 09 Nomor 01 Tahun 2019*, 2019.
- [2] R. Wibero, "Analisis Total Productive Maintenance (TPM) dan Perhitungan Overall Equipment Effectiveness (OEE) pada Mesin Packer Produksi di PT. Solusi Bangun Indonesia," *J. Greenation Ilmu Tek.*, vol. 1, no. 4, pp. 170–176, 2025, doi: 10.38035/jgit.v1i4.189.

DOI: <https://doi.org/10.31004/riggs.v5i2.12003>

Lisensi: Creative Commons Attribution 4.0 International (CC BY 4.0)

- [3] F. R. Pratama and W. Wahyudin, "Analisis Pemeliharaan Mesin Extrusion Press Pada Produksi Ban Dengan Menggunakan Penerapan Total Productive Maintenance (TPM) di PT. XYZ," *J. Serambi Eng.*, vol. 8, no. 2, pp. 5666–5673, 2023, doi: 10.32672/jse.v8i2.5911.
- [4] M. Dipa, F. D. Lestari, M. Faisal, and M. Fauzi, "Analisis Overall Equipment Effectiveness (Oee) Dan Six Big Losses Pada Mesin Washing Vial Di Pt. Xyz," *J. Bayesian J. Ilm. Stat. dan Ekon.*, vol. 2, no. 1, pp. 61–74, 2022, doi: 10.46306/bay.v2i1.29.
- [5] M. B. Ramzan, H. Jamshaid, I. Usman, and R. Mishra, "Development and Evaluation of Overall Equipment Effectiveness of Knitting Machines Using Statistical Tools," *SAGE Open*, vol. 12, no. 2, 2022, doi: 10.1177/21582440221091249.
- [6] K. Hafiz and E. Martianis, "Analisis Overall Equipment Effectiveness (OEE) pada Mesin Caterpillar Type 3512B," *SINTEK J. J. Ilm. Tek. Mesin*, vol. 13, no. 2, p. 87, 2019, doi: 10.24853/sintek.13.2.87-96.
- [7] M. M. Hutabarat and A. Muhsin, "Analisis Tingkat Efektivitas Kerja pada Mesin Auto Hanger dengan Menggunakan Metode Overall Equipment Effectiveness (OEE)," *Opsi*, vol. 13, no. 1, p. 56, 2020, doi: 10.31315/opsi.v13i1.3468.
- [8] B. Waskito, H. Abdillah, and A. Dwiyanto, "Analisis Perawatan Mesin Belt Conveyor di PT . X," *J. Soc. Sci. Res.*, vol. 5, no. 1, pp. 2969–2978, 2025, [Online]. Availability: <https://j-innovative.org/index.php/Innovative>
- [9] M. I. Hamdy and A. Azizi, "Analisis Nilai Overall Equipment Effectiveness (OEE) pada Mesin Ripple," vol. 3, no. 1, pp. 53–58, 2017.
- [10] T. Ahdiyat and Y. A. Nugroho, "ANALISIS KINERJA MESIN BANDSAW MENGGUNAKAN METODE OVERALL EQUIPMENT EFFECTIVENESS (OEE) dan SIX BIG LOSSES PADA PT QUARTINDO SEJATI FURNITAMA," *J. Cakrawala Ilm.*, vol. 2, no. 1, pp. 221–234, 2022, doi: 10.53625/jcjournalcakrawalailmiah.v2i1.3509.
- [11] M. Nur and H. Haris, "Usulan Perbaikan Efektifitas Mesin Melalui Analisa Penerapan TPM Menggunakan Metode OEE Dan Six Big Losses Di PT. P&P Bangkinang," *And. Eng. J.*, vol. 8, no. 1, pp. 57–67, 2019, doi: 10.53912/iejm.v8i1.382.
- [12] R. R. D. Rahayu, H. Husniah, and L. Herdiani, "Analisis Perhitungan Overall Equipment Effectiveness Guna Mengurangi Six Big Losses dan Upaya Perbaikan Dengan Pendekatan Kaizen 5S," *J. TIARSIE*, vol. 17, no. 2, p. 53, 2020, doi: 10.32816/tiarsie.v17i2.75.
- [13] Mickhael Apriliano Lie, "Analisis Efektivitas Mesin Produksi Menggunakan Metode OEE pada Industri Makanan: Studi Kasus di PT 'Y,'" *J. Mech. Eng.*, vol. 2, no. 1, pp. 1–9, 2025, doi: 10.47134/jme.v2i1.3966.
- [14] T. N. Wiyatno and H. Kurnia, "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 Pendekat," *J. Bayesian J. Ilm. Stat. dan Ekon.*, vol. 2, no. 1, pp. 1–8, 2022, [Online]. Availability: <https://doi.org/10.31315/opsi.v15i2.7284>
- [15] P. Hamda, "Analisis Nilai Overall Equipment Effectiveness (Oee) Untuk Meningkatkan Performance Mesin Exuder Di Pt Pralon," *J. Ilm. Teknol. dan Rekayasa*, vol. 23, no. 2, pp. 112–121, 2018, doi: 10.35760/tr.2018.v23i2.2461.
- [16] M. J. Syaputra, U. Utomo, and E. Rimawan, "Analisa Kinerja Mesin Kemas Primer, Dengan Metode Overall Equipment Effectiveness (Oee) Di Sebuah Industri Farmasi," *J. And. Serv.*, vol. 5, no. 2, pp. 220–223, 2020, doi: 10.36055/jiss.v5i2.8003.
- [17] D. Wibisono, "Analisis Overall Equipment Effectiveness (OEE) Mesin Bubut (Studi Kasus di Pabrik Parts PT XYZ)," *J. Optimasi And.*, vol. 03, no. 01, pp. 7–13, 2021.
- [18] K. Amilia, S. S. Dahda, and E. Ismiyah, "Analisis Kinerja Fasilitas Produksi Dioclyle Phtalate Dan Diisononyl Phthalate Dengan Menggunakan Metode Overall Equipment Effectiveness Di Pt. Petronika," *JUSTI (Jurnal Sist. dan Tek. And.)*, vol. 1, no. 2, p. 164, 2021, doi: 10.30587/justicb.v1i2.2600.
- [19] N. H. Ummah and S. S. Dahda, "Analisis Efektifitas Kinerja Mesin Cutting Manual Dan Otomatis Menggunakan Metode OEE (Overall Equipment Effectiveness) Di PT. XYZ," *J. Tek. And. J. Has. Penelit. dan Karya Ilm. dalam Bid. Tek. And.*, vol. 8, no. 2, p. 345, 2022, doi: 10.24014/jti.v8i2.19765.
- [20] E. Tammya and D. Herwanto, "Analisis Efektivitas Mesin Debarker Dengan Menggunakan Metode Overall Equipment Effectiveness (OEE) Di PT. XYZ Kuningan, Jawa Barat," *J. Sains, Teknol. dan And.*, vol. 19, no. 1, pp. 20–27, 2021.
- [21] R. Nurcahyo, L. D. Winanda, and F. Isharyadi, "Analisis Kualitas Kinerja Mesin Wrapping Pada Industri Pangan Dengan Metode Overall Equipment Effectiveness (Oee): Studi Kasus Di Industri Makanan Ringan," *J. Stand.*, vol. 25, no. 1, p. 1, 2023, doi: 10.31153/js.v25i1.988.
- [22] A. Syarifudin, H. Hasanah, and O. T. Permadi, "Analisis Nilai Overall Equipment Effectiveness Pada Mesin Cog Booster di Divisi Utility Supply PT. Krakatau Posco," *J. InTent*, vol. 5, no. 1, pp. 120–130, 2022.
- [23] S. Satriardi, B. Kholid Darmawan, and D. Denur, "Analisis Kinerja Mesin Sterilizer (Rebusan) Menggunakan Metode Overall Equipment Effectiveness (OEE) di PTPN V Sei Buatan," *J. Surya Tek.*, vol. 11, no. 1, pp. 312–317, 2024, doi: 10.37859/jst.v11i1.7159.
- [24] A. D. A. Oktari Rabiatussyifa, Fahriza Nurul Azizah2, "Analisis Produktivitas Mesin Buffing Menggunakan Metode Overall Equipment Effectiveness (OEE) Di PT. XYZ Cikarang, Jawa Barat," *Ilm. Wahana Pendidik.*, vol. 8, no. 3, pp. 95–102, 2022, doi: 10.5281/zenodo.6301691.