

PENGEMBANGAN STANDAR INSPEKSI MESIN BUBUT
BERDASARKAN ANALISIS KOMPONEN KRITIS DAN *MEAN TIME
BETWEEN FAILURE* (MTBF)Ansyarullah¹, Indra Feriadi¹, Rodika¹¹Politeknik Manufaktur Negeri Bangka Belitung, SungailiatCorresponding Author: jjcelldoni1@gmail.com

ABSTRAK

Penelitian ini bertujuan mengembangkan standar inspeksi mesin bubut berdasarkan analisis komponen kritis dan Mean Time Between Failure (MTBF) untuk mendukung implementasi preventive maintenance. Penelitian menggunakan pendekatan mixed methods melalui observasi, wawancara, dan analisis data historis kerusakan mesin bubut CW 62110B di PT Bahari Makmur Sejahtera periode Maret 2025–April 2026. Komponen kritis diidentifikasi berdasarkan frekuensi kerusakan, downtime, dampak produksi, dan tingkat kesulitan perbaikan. Hasil penelitian mengidentifikasi enam komponen kritis dengan MTBF sebesar 220,8 jam operasi. Standar inspeksi yang dikembangkan memuat parameter, metode, frekuensi inspeksi, dan tindakan pemeliharaan serta tervalidasi berdasarkan data historis kerusakan dan prinsip ISO 17359:2018.

Kata kunci: komponen kritis; MTBF; preventive maintenance; standar inspeksi; mesin bubut.

ABSTRACT

This study develops a lathe machine inspection standard based on critical component analysis and Mean Time Between Failure (MTBF) to support preventive maintenance. A mixed-method approach was applied through observations, interviews, and historical failure data analysis of the CW 62110B lathe at PT Bahari Makmur Sejahtera from March 2025 to April 2026. Critical components were identified based on failure frequency, downtime, production impact, and maintenance complexity. The results identified six critical components with an MTBF of 220.8 operating hours. The proposed inspection standard defines inspection parameters, methods, inspection frequency, and maintenance actions, and was validated using historical failure data and the principles of ISO 17359:2018.

Keywords: critical components; inspection standard; lathe machine; MTBF; preventive maintenance.

1. PENDAHULUAN

Perkembangan industri manufaktur menuju Industry 4.0 menuntut peningkatan produktivitas, kualitas produk, dan keandalan aset produksi. Kegagalan mesin (*machine failure*) dapat menyebabkan *unplanned downtime*, keterlambatan produksi, meningkatnya biaya pemeliharaan, dan menurunnya daya saing perusahaan. Oleh karena itu, *reliability management* menjadi bagian penting dalam sistem operasi dan pemeliharaan industri (Friederich & Lazarova-Molnar, 2024).

Strategi pemeliharaan telah berkembang dari *corrective maintenance* menuju *preventive maintenance*, *condition-based maintenance* (CBM), dan *predictive*

maintenance (PdM) berbasis Internet of Things (IoT), kecerdasan buatan, serta analisis data (Introna & Santolamazza, 2024). Namun, keterbatasan investasi dan infrastruktur menyebabkan *preventive maintenance* berbasis inspeksi teknis masih menjadi pendekatan yang efektif pada mesin konvensional. Keberhasilannya memerlukan standar inspeksi yang memuat parameter, metode pengukuran, dan kriteria keberterimaan sesuai ISO 17359:2018 (Frontiers, 2022).

PT. Bahari Makmur Sejahtera menggunakan mesin bubut CW 62110B sebagai mesin utama dalam proses perbaikan dan pembuatan komponen kapal. Data historis Maret 2025–April 2026 mencatat 10 kejadian kerusakan dengan total *downtime* 46 jam, yang menunjukkan dominasi *corrective maintenance* dan belum tersedianya standar inspeksi teknis yang terdokumentasi.

Criticality assessment memungkinkan penentuan prioritas pemeliharaan berdasarkan probabilitas dan konsekuensi kegagalan sehingga sumber daya difokuskan pada komponen paling berisiko (Alkabaa et al., 2024; Friederich & Lazarova-Molnar, 2024). Meskipun penelitian sebelumnya telah menerapkan RCM, FMEA, dan FMECA, sebagian besar berfokus pada optimasi kebijakan pemeliharaan atau *predictive maintenance*. Pengembangan standar inspeksi teknis berbasis data historis kerusakan dan komponen kritis masih terbatas (Adsa et al., 2026).

Penelitian ini bertujuan mengembangkan standar inspeksi mesin bubut berdasarkan analisis komponen kritis dan *Mean Time Between Failure* (MTBF) melalui penyusunan parameter, interval inspeksi, dan validasi teknis sesuai prinsip *condition monitoring*. Kontribusi penelitian ini adalah menghasilkan standar inspeksi operasional yang mengintegrasikan data historis kerusakan, analisis kekritisian komponen, dan analisis keandalan berbasis MTBF sebagai pedoman implementasi *preventive maintenance* pada mesin bubut konvensional.

2. METODE

Penelitian ini menggunakan metode deskriptif dengan pendekatan *mixed methods* yang menggabungkan analisis kuantitatif terhadap data historis kerusakan dan analisis kualitatif melalui observasi serta wawancara. Penelitian dilakukan di PT Bahari Makmur Sejahtera dengan objek berupa mesin bubut konvensional CW 62110B.

Data penelitian terdiri atas data primer dan sekunder. Data primer diperoleh melalui observasi kondisi mesin serta wawancara dengan operator dan teknisi pemeliharaan. Data sekunder meliputi riwayat kerusakan, *downtime*, dokumen pemeliharaan, dan manual mesin periode Maret 2025–April 2026. Studi literatur mengenai *preventive maintenance*, *condition monitoring*, dan *reliability engineering* juga dilakukan sebagai dasar penyusunan standar inspeksi (ISO, 2018).

Tahapan penelitian meliputi: (1) pengumpulan data historis kerusakan; (2) identifikasi komponen kritis berdasarkan frekuensi kerusakan, *downtime*, dampak terhadap produksi, dan tingkat kesulitan perbaikan; (3) perhitungan *Mean Time Between Failure* (MTBF) untuk menentukan interval inspeksi; (4) penyusunan standar inspeksi yang mencakup parameter, metode, kriteria keberterimaan, dan frekuensi inspeksi; serta (5) validasi berdasarkan data historis, prinsip ISO 17359:2018, dan analisis MTBF sebelum diintegrasikan ke dalam kartu inspeksi.

Nilai MTBF dihitung menggunakan Persamaan (1).

$$MTBF = \frac{T_o}{N_f}$$

dengan MTBF dalam satuan jam, T_o adalah total waktu operasi aktual (jam), dan N_f adalah jumlah kejadian kerusakan. Nilai MTBF digunakan sebagai dasar penentuan interval inspeksi. Nilai MTBF digunakan sebagai dasar dalam menentukan interval inspeksi dengan mempertimbangkan tingkat kekritisan komponen, konsekuensi kegagalan, karakteristik degradasi, dan data historis kerusakan.

Gambar 1 menunjukkan diagram alir penelitian yang digunakan.



Gambar 1. Diagram Alir Penelitian

3. HASIL DAN PEMBAHASAN

3.1 Analisis Historis Kerusakan dan Identifikasi Komponen Kritis

Untuk mengetahui pola kerusakan mesin bubut CW 62110B, dilakukan analisis terhadap data historis kerusakan yang terjadi selama periode Maret 2025 hingga April 2026. Data historis tersebut memuat informasi mengenai waktu kejadian, komponen yang mengalami kerusakan, jenis kerusakan, serta durasi *downtime*. Rekapitulasi data historis kerusakan disajikan pada Tabel 1.

Tabel 1. Rekapitulasi Data Historis Kerusakan Mesin Bubut CW 62110B

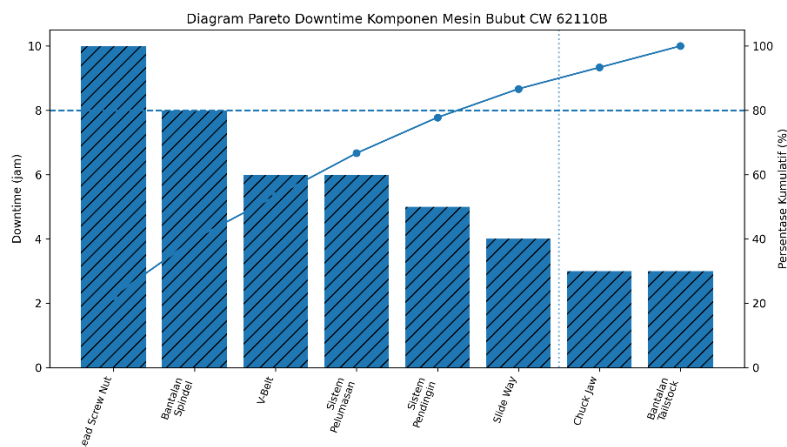
No.	Tanggal	Komponen	Jenis Kerusakan	Downtime (jam)
1	03/ 2025	V-Belt	Belt putus, slip berlebihan	4
2	04/2025	Bantalan Spindel	Getaran berlebih, bunyi kasar	8
3	05/2025	Sistem Pelumasan	Pompa oli tidak berfungsi	6
4	06/2025	Chuck Jaw	Jaw aus, cekaman tidak presisi	3
5	08/2025	Lead Screw Nut	Backlash berlebihan	5
6	09/2025	V-Belt	Belt melar, tegangan kurang	2
7	10/2025	Slide Way	Rel kering, eretan berat	4
8	11/2025	Bantalan Tailstock	Senter putar aus	3
9	01/2026	Sistem Pendingin	Pompa coolant bocor	5
10	04/2026	Lead Screw Nut	Backlash berlebihan	5
TOTAL				46

Berdasarkan data historis kerusakan pada Tabel 1, terdapat 10 kejadian kerusakan dengan total *downtime* sebesar 46 jam selama periode Maret 2025 hingga April 2026. Data tersebut menunjukkan bahwa kerusakan tidak hanya berbeda dari sisi frekuensi kejadian, tetapi juga memberikan dampak *downtime* yang bervariasi pada setiap komponen. Oleh karena itu, diperlukan analisis lanjutan untuk mengetahui kontribusi masing-masing komponen terhadap total *downtime* sehingga komponen yang paling berpengaruh terhadap terhentinya proses produksi dapat diidentifikasi secara lebih objektif. Hasil pengolahan data tersebut disajikan pada Tabel 2 dalam bentuk analisis Pareto *downtime* komponen.

Tabel 2. Analisis Pareto *Downtime* Komponen Mesin Bubut CW 62110B

Komponen	<i>Downtime</i> (jam)	Persentase (%)	Kumulatif (%)
1. Lead Screw Nut	10	21,74	21,74
2. Bantalan Spindel	8	17,39	39,13
3. V-Belt	6	13,04	52,17
4. Sistem Pelumasan	6	13,04	65,22
5. Sistem Pendingin	5	10,87	76,09
6. Slide Way	4	8,70	84,79
7. Chuck Jaw	3	6,52	91,31
8. Bantalan Tailstock	3	6,52	97,83
9. Lainnya (pembulatan)	0,99	2,17	100,00
Total	46	100,00	100,00

Tabel 2 menunjukkan bahwa kontribusi *downtime* terbesar berasal dari beberapa komponen utama, yaitu *Lead Screw Nut*, Bantalan Spindel, *V-Belt*, Sistem Pelumasan, Sistem Pendingin, dan *Slide Way*. Hasil analisis tersebut selanjutnya divisualisasikan menggunakan Diagram Pareto pada Gambar 2, yang menggabungkan grafik batang total *downtime* dan kurva persentase kumulatif. Diagram Pareto memudahkan identifikasi komponen yang memberikan kontribusi terbesar terhadap total *downtime*, sehingga dapat dijadikan dasar dalam penentuan prioritas inspeksi dan penyusunan program *preventive maintenance* (West et al., 2024).



Gambar 2. Diagram Pareto *Downtime* Komponen Mesin Bubut

Hasil analisis Pareto pada Tabel 2 menunjukkan bahwa *Lead Screw Nut*, Bantalan Spindel, *V-Belt*, Sistem Pelumasan, dan Sistem Pendingin memberikan kontribusi terbesar terhadap *downtime* mesin, dengan persentase kumulatif mencapai 76,09% dari total 46 jam. Setelah memasukkan *Slide Way*, persentase kumulatif meningkat menjadi 84,79%, sehingga keenam komponen tersebut ditetapkan sebagai penyumbang utama waktu henti mesin selama periode pengamatan.

Temuan ini sejalan dengan prinsip Pareto (80/20), yang menyatakan bahwa sebagian besar dampak permasalahan berasal dari sebagian kecil penyebab dominan. Dalam pemeliharaan mesin, analisis Pareto digunakan untuk mengidentifikasi komponen

yang paling berkontribusi terhadap kegagalan dan *downtime*, sehingga sumber daya pemeliharaan dapat difokuskan pada komponen yang paling memengaruhi keandalan sistem (West et al., 2024).

Hasil tersebut juga mendukung penerapan *criticality assessment*. Meskipun beberapa komponen memiliki frekuensi kerusakan yang sama, dampak terhadap *downtime* berbeda karena dipengaruhi tingkat kesulitan perbaikan, waktu penggantian komponen, dan konsekuensi terhadap proses produksi. Oleh karena itu, penentuan komponen kritis perlu mempertimbangkan besarnya *downtime*, bukan hanya frekuensi kerusakan (Friederich & Lazarova-Molnar, 2024). Pendekatan ini sejalan dengan ISO 17359:2018 yang merekomendasikan penetapan prioritas inspeksi dan *condition monitoring* berdasarkan konsekuensi kegagalan, tingkat kekritisan aset, dan informasi keandalan.

3.2 Analisis Keandalan Menggunakan Mean Time Between Failure (MTBF)

Setelah komponen kritis berhasil diidentifikasi, tahap selanjutnya adalah menganalisis tingkat keandalan mesin menggunakan parameter *Mean Time Between Failure* (MTBF). MTBF merupakan salah satu indikator keandalan yang menunjukkan rata-rata waktu operasi mesin di antara dua kejadian kerusakan berturut-turut. Nilai ini digunakan sebagai dasar dalam mengevaluasi pola kegagalan mesin serta membantu penyusunan jadwal inspeksi yang lebih terencana. Perhitungan MTBF dilakukan berdasarkan total waktu operasi mesin selama periode pengamatan dan jumlah kejadian kerusakan yang tercatat. Hasil perhitungan tersebut disajikan pada Tabel 3.

Tabel 3. Perhitungan MTBF Mesin Bubut

Parameter	Nilai	Satuan
Periode pengamatan	Maret 2025 s.d April 2026	-
Hari kerja selama pengamatan	276	hari
Jam operasi per hari	8	jam/hari
Total waktu operasi (T_o)	2.208	jam
Jumlah kejadian kerusakan (N_f)	10	kejadian
$MTBF = T_o / N_f$	220,8	jam
Estimasi hari kerja ($MTBF/8$ jam)	27,6	hari

Berdasarkan Tabel 3, total waktu operasi mesin selama periode pengamatan adalah 2.208 jam dengan 10 kejadian kerusakan, sehingga diperoleh nilai MTBF sebesar 220,8 jam operasi atau sekitar 27,6 hari kerja. Nilai tersebut menunjukkan bahwa secara rata-rata mesin mengalami satu kejadian kerusakan setiap sekitar 220 jam operasi. Semakin besar nilai MTBF, semakin tinggi tingkat keandalan mesin karena waktu antar kerusakan menjadi lebih panjang. Hasil perhitungan ini kemudian digunakan sebagai salah satu dasar dalam menentukan interval inspeksi yang sesuai untuk mendukung pelaksanaan pemeliharaan preventif.

Nilai MTBF yang diperoleh tidak secara langsung digunakan sebagai interval inspeksi, tetapi menjadi salah satu pertimbangan dalam penyusunan jadwal inspeksi bersama dengan tingkat kekritisan komponen dan karakteristik kerusakannya. Berdasarkan hasil analisis tersebut, rekomendasi interval inspeksi yang diusulkan dalam penelitian ini disajikan pada Tabel 4.

Tabel 4. Rekomendasi Interval Inspeksi Berdasarkan Nilai MTBF

Parameter	Nilai
Nilai MTBF	220,8 jam
Estimasi hari kerja	27,6 hari
Interval inspeksi yang diusulkan*	132–176 jam
Estimasi interval inspeksi	16–22 hari kerja

Hasil perhitungan menunjukkan bahwa mesin bubut CW 62110B memiliki *Mean Time Between Failure* (MTBF) sebesar $\pm 220,8$ jam operasi atau sekitar 27–28 hari kerja. Berdasarkan prinsip *preventive maintenance*, interval inspeksi direkomendasikan pada 60–80% nilai MTBF, yaitu 132–176 jam operasi atau sekitar 16–22 hari kerja. Nilai MTBF menunjukkan rata-rata waktu operasi mesin sebelum terjadi kegagalan yang memerlukan perbaikan. Namun, dalam penelitian ini MTBF digunakan sebagai indikator kuantitatif untuk menentukan waktu inspeksi agar tindakan pemeliharaan dapat dilakukan sebelum probabilitas kegagalan meningkat.

Pendekatan ini sejalan dengan konsep pemeliharaan preventif, yaitu melakukan inspeksi sebelum komponen mengalami kegagalan fungsi. Berbagai penelitian menunjukkan bahwa MTBF masih relevan bagi industri yang belum sepenuhnya menerapkan *condition-based maintenance* maupun *predictive maintenance* berbasis sensor karena sederhana, mudah diterapkan, dan memanfaatkan data historis yang tersedia (Abd Wahab et al., 2024; Breznická et al., 2023). Dengan demikian, interval inspeksi yang diusulkan lebih representatif dibandingkan penjadwalan yang hanya berdasarkan kalender pemeliharaan.

3.3 Pengembangan Standar Inspeksi Berdasarkan Komponen Kritis

Hasil identifikasi komponen kritis digunakan sebagai dasar dalam penyusunan standar inspeksi teknis yang mencakup parameter pemeriksaan, metode inspeksi, kriteria keberterimaan, frekuensi inspeksi, serta personel yang bertanggung jawab melaksanakan inspeksi. Rancangan standar inspeksi tersebut disajikan pada Tabel 5.

Tabel 5. Standar Inspeksi Mesin Bubut CW 62110B

Komponen	Parameter Inspeksi	Metode	Frekuensi	Tindakan
1. Spindle bearing	Getaran, suara, temperatur	Visual & pengukuran	132–176 jam	Ganti bila melebihi batas
2. Lead screw	Backlash	Dial indicator	132–176 jam	Penyetelan/penggantian
3. Lubrication	Level & kualitas oli	Visual	Mingguan	Tambah/ganti oli
4. V-belt	Ketegangan & keausan	Visual	Mingguan	Penyetelan/penggantian
5. Slide way	Kebersihan & pelumasan	Visual	Harian	Pembersihan & pelumasan
6. Chuck & jaw	Keausan rahang	Visual	Bulanan	Penggantian bila aus

Pemilihan parameter inspeksi dilakukan berdasarkan karakteristik fungsi masing-masing komponen. Misalnya, bantalan spindel diperiksa melalui parameter *run-out*,

getaran, dan suara abnormal karena ketiga parameter tersebut merupakan indikator utama degradasi bantalan. Pada *lead screw and nut*, parameter utama yang diperiksa adalah *backlash* karena berpengaruh langsung terhadap akurasi gerakan eretan. Sementara itu, inspeksi sistem pelumasan difokuskan pada level oli, kondisi pompa, dan kebersihan filter untuk memastikan seluruh komponen memperoleh pelumasan yang memadai.

Secara teknis, parameter-parameter tersebut dipilih karena mampu mendeteksi gejala awal kerusakan sebelum berkembang menjadi kegagalan fungsional. Pendekatan ini sejalan dengan prinsip *condition monitoring*, yaitu memanfaatkan perubahan parameter kondisi mesin sebagai indikator degradasi sehingga tindakan pemeliharaan dapat dilakukan secara lebih proaktif (Lara de Leon et al., 2024).

Selain mempertimbangkan kondisi teknis komponen, frekuensi inspeksi juga disesuaikan dengan tingkat kekritisitas masing-masing komponen. Komponen dengan konsekuensi kegagalan tinggi, seperti bantalan spindel dan *lead screw and nut*, memperoleh frekuensi inspeksi yang lebih ketat dibandingkan komponen lainnya. Pendekatan tersebut sejalan dengan praktik *risk-based maintenance*, yaitu mengalokasikan sumber daya pemeliharaan pada komponen yang memberikan risiko operasional paling besar apabila mengalami kegagalan (Friederich & Lazarova-Molnar, 2024).

3.4 Implikasi terhadap Preventive Maintenance

Standar inspeksi yang dikembangkan memberikan dasar operasional bagi perusahaan untuk beralih dari pemeliharaan korektif menuju pemeliharaan preventif yang lebih terencana. Melalui standar inspeksi yang memuat parameter, metode, kriteria, dan frekuensi pemeriksaan, kegiatan inspeksi menjadi lebih sistematis sehingga potensi kerusakan dapat dideteksi lebih dini.

Meskipun perkembangan industri mengarah pada *predictive maintenance* berbasis Internet of Things (IoT), kecerdasan buatan, dan *digital twin*, implementasinya masih memerlukan investasi perangkat keras, sensor, infrastruktur data, serta kompetensi sumber daya manusia yang tinggi (Krishna Menon & Tuladhar, 2024). Oleh karena itu, bagi perusahaan yang masih mengoperasikan mesin perkakas konvensional, standar inspeksi teknis berbasis komponen kritis merupakan solusi yang efektif, ekonomis, dan mudah diterapkan sebagai tahap awal menuju sistem pemeliharaan yang lebih maju (Alamri & Mo, 2023; Abd Wahab et al., 2024).

Hasil penelitian ini juga mendukung temuan Adsa et al. (2025) bahwa analisis kekritisitas dan keandalan dapat meningkatkan efektivitas penentuan prioritas pemeliharaan. Berbeda dengan penelitian berbasis RCM II atau FMECA, penelitian ini berfokus pada penyusunan standar inspeksi teknis yang dapat langsung diintegrasikan ke dalam kartu inspeksi dan SOP pemeliharaan perusahaan.

3.5 Validasi Standar Inspeksi

Standar inspeksi divalidasi melalui tiga pendekatan, yaitu kesesuaian dengan data historis kerusakan, kesesuaian terhadap prinsip *condition monitoring* berdasarkan ISO 17359:2018, dan justifikasi interval inspeksi menggunakan MTBF.

3.5.1 Validasi Berdasarkan Data Historis Kerusakan

Validasi pertama dilakukan dengan membandingkan standar inspeksi terhadap pola kerusakan historis mesin bubut CW 62110B. Analisis menunjukkan bahwa bantalan spindel, sistem pelumasan, *lead screw and nut*, V-belt, *chuck and jaw*, serta slide way merupakan komponen yang paling dominan menyebabkan kerusakan dan *downtime*. Oleh

karena itu, penetapan komponen tersebut sebagai prioritas inspeksi telah sesuai dengan kondisi aktual mesin.

Parameter inspeksi yang disusun, seperti pengukuran *run-out* spindel, pemeriksaan *backlash lead screw*, kondisi pelumasan, tegangan V-belt, dan kebersihan *slide way*, secara langsung berkaitan dengan mekanisme kerusakan yang teridentifikasi. Dengan demikian, standar inspeksi yang dikembangkan tidak hanya bersifat teoritis, tetapi juga berbasis bukti empiris dari objek penelitian.

3.5.2 Validasi Berdasarkan ISO 17359:2018

Validasi kedua dilakukan dengan membandingkan struktur standar inspeksi terhadap prinsip ISO 17359:2018 tentang *condition monitoring and diagnostics of machines*. Standar tersebut menekankan identifikasi peralatan kritis, penentuan parameter pemantauan, pemilihan metode pengukuran, penetapan kriteria evaluasi, dan penentuan interval pemantauan.

Standar inspeksi yang dikembangkan telah memenuhi seluruh elemen tersebut melalui identifikasi komponen kritis berdasarkan data historis, penetapan parameter inspeksi, pemilihan metode pemeriksaan visual maupun menggunakan alat ukur, penentuan *acceptance criteria*, serta penyusunan frekuensi inspeksi berdasarkan tingkat kekritisitas komponen. Kesesuaian ini menunjukkan bahwa standar inspeksi telah mengikuti kerangka *condition monitoring* yang direkomendasikan ISO 17359:2018, sekaligus mendukung deteksi gejala awal dan penyebab kerusakan sebelum berkembang menjadi kegagalan fungsional.

3.5.3 Justifikasi Interval Inspeksi Berdasarkan MTBF

Validasi ketiga dilakukan terhadap interval inspeksi yang diusulkan. Hasil analisis menunjukkan nilai MTBF mesin bubut CW 62110B sebesar $\pm 220,8$ jam operasi, sehingga interval inspeksi direkomendasikan pada kisaran 132–176 jam operasi atau sekitar 60–80% dari MTBF. Penentuan interval tersebut didasarkan pada prinsip pemeliharaan preventif, yaitu melakukan inspeksi sebelum probabilitas kegagalan meningkat. Dengan inspeksi pada kisaran tersebut, perusahaan memiliki peluang lebih besar untuk mendeteksi gejala awal degradasi komponen dan melakukan tindakan korektif sebelum terjadi kerusakan yang menyebabkan *downtime*.

Pendekatan ini juga konsisten dengan konsep *condition monitoring*. ISO 17359:2018 tidak menetapkan interval inspeksi yang baku, tetapi merekomendasikan penentuan frekuensi berdasarkan karakteristik peralatan, konsekuensi kegagalan, dan informasi keandalan yang tersedia. Oleh karena itu, penggunaan MTBF sebagai dasar penentuan interval inspeksi merupakan pendekatan yang rasional karena memanfaatkan data historis operasi mesin sebagai dasar pengambilan keputusan.

4. KESIMPULAN

Penelitian ini berhasil mengidentifikasi enam komponen kritis pada mesin bubut CW 62110B, yaitu bantalan spindel, sistem pelumasan, V-belt dan *pulley*, *lead screw and nut*, *chuck and jaw*, serta *slide way*, berdasarkan analisis frekuensi kerusakan, *downtime*, dampak terhadap proses produksi, dan tingkat kesulitan perbaikan. Nilai Mean Time Between Failure (MTBF) sebesar $\pm 220,8$ jam operasi digunakan sebagai dasar penentuan interval inspeksi pada kisaran 132–176 jam operasi untuk mendukung penerapan *preventive maintenance*.

Penelitian ini menghasilkan standar inspeksi teknis yang memuat parameter pemeriksaan, metode inspeksi, kriteria keberterimaan, dan frekuensi inspeksi untuk setiap

komponen kritis. Hasil validasi menunjukkan bahwa standar inspeksi yang dikembangkan telah sesuai dengan data historis kerusakan, prinsip *condition monitoring* dalam ISO 17359:2018, serta pendekatan pemeliharaan berbasis keandalan. Penelitian selanjutnya disarankan mengevaluasi implementasi standar inspeksi terhadap peningkatan *availability* dan penurunan *downtime* mesin.

UCAPAN TERIMA KASIH

Penulis mengucapkan terima kasih kepada PT Bahari Makmur Sejahtera atas izin penelitian dan penyediaan data, serta kepada Politeknik Manufaktur Negeri Bangka Belitung atas dukungan akademik selama pelaksanaan penelitian.

DAFTAR PUSTAKA

- Adsa, A., et al. (2025). *Preventive maintenance planning of conventional lathe machine using Reliability Centered Maintenance II and Failure Mode, Effects and Criticality Analysis*. Jurnal Sistem Teknik Industri.
- Asadi, M. (2024). Preventive maintenance for coherent systems considering postponed replacement. *Applied Stochastic Models in Business and Industry*, 40(4), 875–894. <https://doi.org/10.1002/asmb.2851>
- Breznická, P., et al. (2023). Reliability assessment and maintenance strategy for industrial systems. *Systems*.
- Friederich, J., & Lazarova-Molnar, S. (2024). Reliability engineering and maintenance decision-making in manufacturing systems. *Journal of Manufacturing Systems*.
- ISO. (2018). *ISO 17359:2018 Condition monitoring and diagnostics of machines—General guidelines*. International Organization for Standardization. (Status dikonfirmasi kembali pada tahun 2023).
- Lara de Leon, J., et al. (2024). Tool condition monitoring and predictive maintenance in manufacturing: A review. *Archives of Computational Methods in Engineering*.
- Rovaryn Digital. (2026). Using Failure History and MTBF to Right-Size Your PM Intervals. https://maintenancecalculator.com/blog/using-failure-history-to-set-pm-intervals?utm_source
- West, J., Siddhpura, M., Evangelista, A., & Haddad, A. (2024). Improving Equipment Maintenance—Switching from Corrective to Preventative Maintenance Strategies. *Buildings*, 14(11), 3581. <https://doi.org/10.3390/buildings14113581>
- Wu, S., & Asadi, M. (2024). A preventive maintenance policy and a method to approximate the failure process for multi-component systems. *European Journal of Operational Research*, 318(3), 825–835. <https://doi.org/10.1016/j.ejor.2024.05.039>
- Introna, V., & Santolamazza, A. (2024). Strategic maintenance planning in the digital era: A hybrid approach merging Reliability-Centered Maintenance with digitalization opportunities. *Operations Management Research*, 17, 1397–1420. <https://doi.org/10.1007/s12063-024-00496-y>
- Krishna Menon, M., & Tuladhar, R. (2024). Asset management decision-making through data-driven predictive maintenance – An overview, techniques, benefits and challenges. *Maintenance, Reliability and Condition Monitoring*, 4(2), 44–63. <https://doi.org/10.21595/marc.2024.24232>