

Implementasi *Condition Based Maintenance* (CBM) Pada Mesin Pasah Kayu Modern Terhadap Peningkatan Kualitas Produk Furniture Di UD Mitra Usaha Ngunut Tulungagung

Muhammad Rizki Wahyu Saputra ^{1*}, Yeni Roha Mahariani ¹

¹ Program Studi Teknik Industri Universitas Bhinneka PGRI, Tulungagung, Jawa Timur

* Korespondensi: muhammadrizkiwahyusaputra@gmail.com

ABSTRACT

Received: 5 August 2025

Revised: 17 November 2025

Accepted: 21 November 2025

Citation:

Saputra, M. R. W., & Mahariani, Y. R. (2025). Implementasi condition based maintenance (CBM) pada mesin pasah kayu modern terhadap peningkatan kualitas produk furniture di UD Mitra Usaha Ngunut Tulungagung. *QOMARUNA Journal of Multidisciplinary Studies*, 3(1), 32-42.
<https://doi.org/10.62048/qjms.v3i1.126>

Small and medium-sized furniture industries rely heavily on the reliability of production machinery to maintain consistent product quality and ensure smooth manufacturing processes. However, maintenance practices in the SME sector are still predominantly reactive, which can increase downtime, reduce product quality, and accelerate component wear. This study aims to analyze the implementation of Condition-Based Maintenance (CBM) on modern wood planing machines at UD Mitra Usaha Ngunut, Tulungagung, through monitoring of temperature, vibration, and noise parameters. A case study approach was employed using observation, interviews, and documentation analysis. The results indicate that CBM implementation significantly extended component service life, as evidenced by an increase in planer blade lifespan from an average of 6 months to 8–9 months (33–50%), carbon brush lifespan by 25–30%, and armature, bearing, and fan belt lifespan by 20–40%, depending on operating conditions. In addition, CBM reduced average operating temperature by 8–12%, decreased vibration intensity by up to 30%, and maintained noise levels within safe limits. CBM implementation was also shown to reduce production downtime by up to 35% and improve maintenance cost efficiency. These findings demonstrate that CBM is effective in enhancing machine reliability and furniture product quality in small and medium-sized industries.

Keywords: Condition Based Maintenance, modern wood cutting machines, product quality, furniture, preventive maintenance

ABSTRAK

Industri furniture skala kecil dan menengah sangat bergantung pada keandalan mesin produksi untuk menjaga konsistensi kualitas produk dan kelancaran proses manufaktur. Namun, praktik pemeliharaan mesin pada sektor UMKM masih didominasi oleh pendekatan reaktif yang berpotensi meningkatkan downtime, menurunkan kualitas produk, dan mempercepat keausan komponen. Penelitian ini bertujuan menganalisis penerapan *Condition-Based Maintenance* (CBM) pada mesin pasah kayu modern di UD Mitra Usaha Ngunut, Tulungagung, melalui pemantauan parameter suhu, getaran, dan kebisingan. Penelitian menggunakan pendekatan studi kasus dengan metode observasi, wawancara, dan analisis dokumentasi. Hasil penelitian menunjukkan bahwa penerapan CBM secara signifikan



Copyright: © 2025 by the authors. Submitted for possible open access publication under the terms and conditions of the Creative Commons Attribution (CC BY) license (<https://creativecommons.org/licenses/by-nc-sa/4.0/>).

meningkatkan umur pakai komponen, ditunjukkan oleh peningkatan umur planer blade dari rata-rata 6 bulan menjadi 8–9 bulan (33–50%), carbon brush sebesar 25–30%, serta armature, bearing, dan fan belt sebesar 20–40% tergantung kondisi operasi. Selain itu, CBM mampu menurunkan suhu operasi rata-rata sebesar 8–12%, menurunkan intensitas getaran hingga 30%, serta menjaga tingkat kebisingan tetap dalam batas aman. Penerapan CBM juga terbukti menurunkan downtime produksi hingga 35% dan meningkatkan efisiensi biaya pemeliharaan. Temuan ini menunjukkan bahwa CBM efektif meningkatkan keandalan mesin dan kualitas produk furniture pada industri skala kecil dan menengah.

Kata kunci: Condition Based Maintenance, mesin pasah kayu modern, kualitas produk, furniture, pemeliharaan preventif

Pendahuluan

Industri manufaktur merupakan kegiatan ekonomi yang melibatkan proses pengolahan bahan mentah menjadi produk setengah jadi maupun produk jadi dengan memanfaatkan sumber daya manusia, mesin, dan teknologi produksi (Ponda et al., 2022). Salah satu sektor penting dalam industri manufaktur adalah industri furniture, yang berfokus pada produksi perlengkapan rumah tangga seperti kursi, meja, dan lemari (dos Santos et al., 2020). Dalam industri ini, kualitas produk menjadi faktor kunci yang menentukan daya saing, sehingga stabilitas proses produksi dan keandalan mesin produksi memegang peranan yang sangat penting (Izza & Retnowati, 2021).

Di Kabupaten Tulungagung, salah satu UMKM yang bergerak di industri furniture adalah UD Mitra Usaha, yang mengandalkan mesin pasah kayu modern sebagai mesin utama untuk menghasilkan permukaan kayu yang halus dan presisi (Izza & Retnowati, 2021). Namun, praktik pemeliharaan mesin di UMKM tersebut masih belum terjadwal dan cenderung bersifat reaktif. Kondisi ini berdampak pada penurunan kualitas hasil pasahan, meningkatnya downtime produksi, serta percepatan keausan komponen mesin. Berdasarkan catatan operasional, lebih dari 40% gangguan produksi disebabkan oleh kerusakan mesin pasah kayu, terutama pada komponen planer blade, bearing, dan carbon brush.

Mesin pasah kayu modern sangat sensitif terhadap kondisi operasional seperti suhu, getaran, dan kebisingan. Tanpa perawatan yang memadai, komponen mekanis mengalami keausan dan berpotensi menimbulkan kegagalan mesin. Karena itu, diperlukan strategi pemeliharaan yang tepat, salah satunya adalah *Condition Based Maintenance* (CBM), yaitu metode perawatan yang menggunakan data kondisi aktual mesin untuk menentukan waktu pemeliharaan (Teixeira, et al, 2020; Sharma et al., 2024). CBM memanfaatkan pemantauan suhu, getaran, dan suara untuk mendeteksi kerusakan dini, sehingga pemeliharaan menjadi lebih efisien dan tidak lagi bergantung pada jadwal rutin.

Berbagai penelitian sebelumnya (Hartman, et al., 2025; Rudiana, et al., 2024; Koerniawan & Wahyu, 2024; Ilmi et al., 2024; Ghozali Wardana, 2023; Azizah & Rinaldi, 2022; Putra & Irawan, 2020; Susilawati, 2020) menunjukkan bahwa CBM efektif meningkatkan umur pakai komponen dan mengurangi *downtime* pada alat berat dan mesin manufaktur. Namun, belum ada penelitian yang secara spesifik menerapkan CBM pada industri furniture skala UMKM, terutama pada mesin pasah kayu modern. Selain itu, analisis kuantitatif mengenai peningkatan umur pakai komponen akibat CBM juga belum banyak dilaporkan, sehingga diperlukan penelitian yang lebih terarah pada konteks UMKM furniture.

Penelitian ini bertujuan untuk menganalisis implementasi CBM pada mesin pasah kayu modern di UD Mitra Usaha melalui pemantauan suhu, getaran, dan kebisingan. Studi ini juga mengevaluasi pengaruh CBM terhadap umur pakai komponen serta mengidentifikasi mode kegagalan menggunakan FMEA. Kontribusi penelitian ini adalah memberikan bukti empiris bahwa CBM dapat diterapkan secara efektif pada UMKM, sekaligus menawarkan metode evaluasi kondisi mesin yang dapat digunakan sebagai acuan pemeliharaan berkelanjutan.

Tinjauan Pustaka

Condition Based Maintenance (CBM) merupakan strategi pemeliharaan yang dilakukan berdasarkan kondisi aktual suatu mesin sehingga tindakan perawatan hanya dilakukan ketika parameter operasi menunjukkan gejala penurunan kinerja atau potensi kerusakan (Ingemarsdotter, et al., 2021). CBM memanfaatkan teknologi pemantauan seperti analisis suhu, getaran, dan kebisingan untuk mendeteksi perubahan yang mengindikasikan abnormalitas pada komponen mesin (Teixeira, et al., 2020).

Dalam praktiknya, CBM bertujuan untuk mengurangi biaya pemeliharaan, meningkatkan keandalan mesin, memperpanjang umur pakai komponen, dan meminimalkan downtime. Dibandingkan pemeliharaan reaktif (*breakdown maintenance*), CBM lebih unggul karena mampu memprediksi kerusakan melalui data real-time dan pengamatan tren parameter operasi. Dengan demikian, CBM memberikan dasar bagi pengambilan keputusan pemeliharaan yang lebih akurat dan efisien.

Dalam konteks industri pengolahan kayu, terutama pada mesin pasah kayu modern, penerapan CBM menjadi penting karena mesin bekerja pada beban mekanik tinggi dan tingkat gesekan signifikan. Komponen seperti planer blade, carbon brush, bearing, dan armature sangat rentan mengalami keausan apabila tidak dipantau secara kontinu. Monitoring berbasis suhu, getaran, dan suara memungkinkan identifikasi dini terhadap ketidakseimbangan, overheating, atau gesekan abnormal yang dapat merusak kualitas permukaan kayu yang diproduksi.

Suhu merupakan indikator utama kondisi kesehatan mesin. Kenaikan suhu abnormal dapat disebabkan oleh pelumasan yang buruk, gesekan berlebih, atau kerusakan pada bearing. Dalam mesin pasah kayu, suhu tinggi biasanya terjadi pada komponen berputar seperti mata pisau dan motor penggerak. Pemantauan termografi atau sensor suhu memungkinkan deteksi overheating sebelum kerusakan fatal terjadi.

Analisis getaran digunakan untuk mengidentifikasi ketidakseimbangan putaran, misalignment, atau kerusakan bearing. Mesin pasah kayu modern menghasilkan getaran signifikan selama proses pemotongan, sehingga monitoring getaran menjadi penting untuk menjaga stabilitas operasi serta mencegah keausan komponen lebih cepat. Standar umum seperti ISO 10816 digunakan untuk menginterpretasi kondisi mesin berdasarkan nilai getaran.

Perubahan intensitas suara sering menjadi tanda awal adanya keausan pada komponen seperti blade atau fan belt. Bunyi abnormal dapat mengindikasikan ketidakseimbangan putaran, gesekan berlebih, atau pemasangan komponen yang tidak tepat. Pemantauan suara membantu operator mendeteksi gejala kerusakan sebelum berdampak pada kualitas hasil pasahan.

Mesin pasah kayu modern (*modern wood planer*) berfungsi untuk meratakan dan menghaluskan permukaan kayu. Mesin bekerja dengan memutar pisau pemotong berkecepatan tinggi sehingga menghasilkan permukaan yang halus dan presisi. Kualitas produk furniture sangat dipengaruhi oleh performa mesin ini. Kerusakan ringan seperti ketidaktajaman pisau, misalignment, atau getaran berlebih dapat langsung menurunkan kualitas permukaan kayu dan menghambat produksi.

Keausan komponen utama seperti planer blade dan bearing sering terjadi ketika mesin dioperasikan tanpa pemeliharaan rutin atau ketika beban kerja tinggi tidak diimbangi dengan pengawasan kondisi mesin (Hu & Wang, 2021). Oleh karena itu, mesin pasah kayu merupakan salah satu mesin yang paling tepat untuk penerapan CBM pada industri furniture skala kecil dan menengah.

Berbagai penelitian sebelumnya telah mengkaji efektivitas CBM dalam meningkatkan performa mesin industri:

1. Koerniawan & Wahyu (2024) menyatakan bahwa parameter suhu, getaran, dan suara merupakan indikator paling efektif dalam mendeteksi dini kerusakan mesin manufaktur. Studi ini menekankan pentingnya pemilihan parameter yang tepat pada implementasi CBM.
2. Ilmi et al.(2024) menunjukkan bahwa CBM pada alat berat mampu meningkatkan umur pakai komponen hingga 35% serta menurunkan *downtime* secara signifikan. Pendekatan berbasis kondisi terbukti lebih efisien dibandingkan sistem pemeliharaan berbasis jadwal.

3. Hartman et al. (2025) melaporkan penerapan CBM pada pemeliharaan filter AC mampu mengurangi konsumsi energi hingga 58%, memperpendek waktu pembersihan 75%, dan menurunkan penggunaan air

Penelitian-penelitian sebelumnya telah membuktikan efektivitas CBM pada berbagai jenis mesin industri. Namun, masih terdapat kesenjangan penelitian terkait implementasi CBM pada mesin pasah kayu modern di industri furniture skala UMKM. Penelitian ini berupaya mengisi kesenjangan tersebut melalui analisis langsung pada UD Mitra Usaha di Tulungagung.

Metode

Desain dan Objek Penelitian

Penelitian dilakukan di UD Mitra Usaha Ngundut Tulungagung dengan objek mesin pasah kayu modern serta sparepart utama seperti planer blade, carbon brush, armature, bearing, dan fan belt. Teknik pengumpulan data meliputi observasi lapangan, wawancara terhadap operator dan manajer produksi, serta dokumentasi kondisi mesin. Analisis data menerapkan implementasi metode maintenance Condition Based Maintenance (CBM) dengan melakukan pengukuran Failure Mode and Effect Analysis (FMEA) dan parameter kondisi menggunakan alat seperti environmental meter dan vibration analyzer. Data dibandingkan dengan batas standar untuk menilai kondisi mesin. Perbandingan umur pakai sparepart diambil dari catatan sebelum dan sesudah implementasi CBM untuk melihat peningkatan masa pakai.

Penelitian ini dilaksanakan di UD Mitra Usaha, sebuah UMKM yang bergerak pada produksi furniture berbahan dasar kayu di Kecamatan Ngundut, Kabupaten Tulungagung. Sistem produksi yang diterapkan adalah made by order, dengan variasi produk berupa kursi, meja, lemari, dan perlengkapan kayu lainnya.

UMKM ini mengoperasikan satu mesin pasah kayu modern (*modern wood planer*) sebagai mesin utama dalam proses perataan dan penghalusan permukaan kayu. mesin telah menunjukkan indikasi kerusakan berulang seperti overheating, getaran tinggi, kebisingan berlebih, serta penurunan kualitas hasil pasahan. Kondisi inilah yang menjadi dasar perlunya penerapan CBM.

Teknik Pengumpulan Data

Adapun teknik pengumpulan data dalam penelitian ini meliputi:

1. Observasi langsung Dilakukan untuk memantau kondisi mesin selama beroperasi, termasuk parameter suhu, getaran, dan kebisingan sebelum dan sesudah penerapan CBM.
2. Wawancara Wawancara dilakukan kepada satu operator mesin dan satu manajer produksi, untuk memperoleh informasi tentang riwayat kerusakan, pola pemakaian, dan kendala pemeliharaan mesin.
3. Dokumentasi. Langkah ini diperlukan untuk mengumpulkan catatan perawatan mesin, buku teknis mesin, serta data historis penggantian komponen.

Instrumen Penelitian

Pengukuran parameter *Condition-Based Maintenance* (CBM) dalam penelitian ini dilakukan menggunakan beberapa instrumen utama. *Environmental meter* digunakan untuk mengukur suhu operasi mesin (°C) dan tingkat kebisingan (dB), sedangkan *vibration analyzer* digunakan untuk mengukur tingkat getaran mesin dalam satuan mm/s. Selain itu, *Failure Mode and Effect Analysis* (FMEA) sheet digunakan sebagai alat bantu analisis untuk mengidentifikasi mode kegagalan pada komponen mesin serta mengevaluasi tingkat risiko yang ditimbulkan.

Metode Analisis Data

Analisis data dalam penelitian ini dilakukan dengan mengombinasikan pendekatan kuantitatif dan kualitatif. Analisis kuantitatif difokuskan pada parameter suhu, getaran, dan kebisingan yang diperoleh dari pemantauan CBM. Data dianalisis melalui perbandingan nilai rata-rata sebelum dan

sesudah penerapan CBM untuk mengidentifikasi adanya penurunan suhu, getaran, dan tingkat kebisingan yang signifikan. Selain itu, dilakukan analisis tren guna menilai kestabilan kondisi mesin dari waktu ke waktu dengan membandingkan pola grafik pada tiga fase operasi, *yaitu decreasing failure rate, constant failure rate, dan increasing failure rate*. Hasil pengukuran juga dibandingkan dengan standar acuan yang relevan, meliputi ambang batas suhu overheating komponen (misalnya $>250^{\circ}\text{C}$ untuk armature dan $70\text{--}90^{\circ}\text{C}$ untuk carbon brush), standar getaran ISO 10816-1, serta batas aman kebisingan industri sebesar 85–100 dB. Berdasarkan perbandingan tersebut, kondisi mesin diklasifikasikan ke dalam kategori “aman”, “perlu pemantauan”, atau “kritis”.

Analisis umur pakai komponen dilakukan dengan menghitung mean time between failure (MTBF) sebelum dan sesudah penerapan CBM pada komponen utama mesin, yaitu planer blade, carbon brush, armature, bearing, dan fan belt. Peningkatan umur pakai komponen disajikan dalam bentuk tabel perbandingan dan grafik persentase peningkatan untuk memberikan gambaran kuantitatif dampak penerapan CBM.

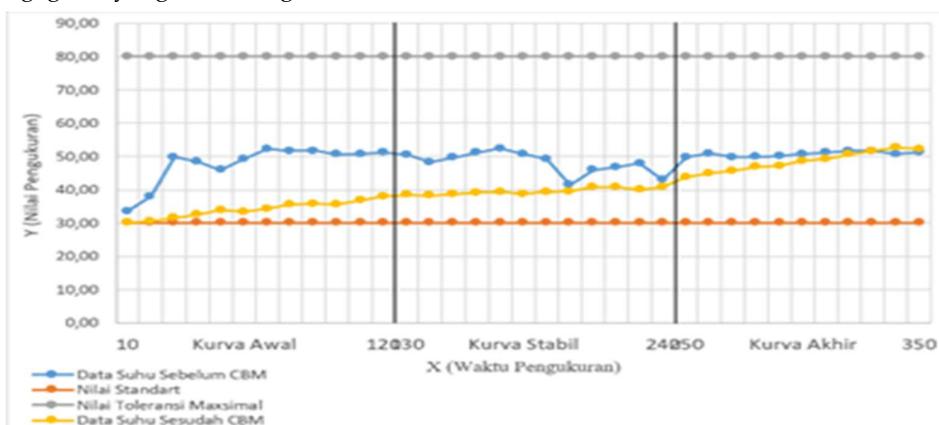
Pendekatan kualitatif dilakukan melalui analisis hasil wawancara dan observasi terhadap operator serta manajer produksi. Analisis ini bertujuan untuk memahami pola kerusakan mesin sebelum penerapan CBM, praktik perawatan yang selama ini dilakukan, serta dampak penerapan CBM terhadap kenyamanan kerja dan kualitas hasil pasahan. Temuan kualitatif tersebut digunakan untuk memperkuat dan menginterpretasikan hasil analisis kuantitatif.

Tahapan implementasi CBM dalam penelitian ini meliputi identifikasi komponen kritis, penentuan parameter kondisi yang dipantau (suhu, getaran, dan kebisingan), pengukuran awal sebagai baseline test, pemantauan kondisi mesin secara periodik selama empat minggu, analisis kondisi berdasarkan data CBM, pelaksanaan tindakan pemeliharaan sesuai kebutuhan, serta evaluasi peningkatan kinerja mesin setelah penerapan CBM.

Hasil dan Pembahasan

Profil Suhu Mesin pada Fase Decreasing, Constant, dan Increasing Failure Rate

Berdasarkan Gambar 1, pada fase *decreasing failure rate* atau kurva awal, suhu operasi mesin menunjukkan kenaikan dari $30,00^{\circ}\text{C}$ menjadi $40,00^{\circ}\text{C}$ dan terus meningkat hingga mencapai $50,00^{\circ}\text{C}$, dengan nilai tertinggi sebesar $52,30^{\circ}\text{C}$. Kondisi ini mengindikasikan tingkat kerusakan awal yang relatif tinggi, sehingga berpotensi menyebabkan kegagalan mesin meskipun komponen telah diganti dengan yang baru. Pada fase ini, tingkat kegagalan umumnya disebabkan oleh cacat produksi, kesalahan manufaktur, atau desain komponen yang kurang optimal. Seiring berjalannya waktu, komponen yang mengalami kegagalan awal tersebut diganti atau diperbaiki, sehingga komponen yang tersisa memiliki tingkat kegagalan yang cenderung menurun.



Gambar 1. Perbandingan profil suhu mesin pasah kayu sebelum dan sesudah penerapan *Condition-Based Maintenance* (CBM) pada tiga fase operasi, yaitu *decreasing failure rate* (kurva awal), *constant failure rate* (kurva stabil), dan *increasing failure rate* (kurva akhir), dibandingkan dengan nilai standar dan batas toleransi maksimum.

Pada fase *constant failure rate* atau kurva stabil sebelum penerapan CBM, suhu operasi mesin menunjukkan nilai awal sebesar 50,50°C yang kemudian menurun menjadi 48,30°C. Namun, sepanjang fase ini suhu berfluktuasi secara tidak stabil, dengan nilai tertinggi mencapai 52,40°C dan sempat turun drastis hingga 41,50°C sebelum kembali meningkat ke 48,00°C. Fluktuasi suhu yang relatif besar ini menunjukkan bahwa mesin belum beroperasi secara optimal. Pada fase *constant failure rate*, kegagalan yang terjadi bersifat acak (*random*) dan tidak secara langsung dipengaruhi oleh usia atau lama penggunaan komponen, melainkan oleh variasi kondisi operasi dan beban kerja.

Pada fase *increasing failure rate* atau kurva akhir sebelum CBM, suhu awal tercatat sebesar 49,80°C dan terus meningkat hingga mencapai 51,70°C. Fase ini mencerminkan penurunan kondisi peralatan akibat keausan, kelelahan material, korosi, atau kerusakan lain yang berkembang seiring waktu. Peningkatan suhu yang berkelanjutan menunjukkan bahwa komponen mesin telah mendekati atau melampaui umur rancangannya, diperparah oleh praktik pemeliharaan yang kurang memadai. Pola ini mengindikasikan meningkatnya risiko kegagalan mesin. Secara keseluruhan, sejak fase kurva awal hingga kurva akhir, tren suhu yang terus meningkat menunjukkan bahwa mesin telah berada pada kondisi kerusakan yang relatif tinggi sebelum penerapan CBM.

Setelah penerapan *Condition-Based Maintenance* (CBM), terjadi perbaikan yang signifikan pada profil suhu mesin di setiap fase operasi. Pada fase *decreasing failure rate*, suhu awal tercatat sebesar 30,00°C dengan nilai tertinggi hanya mencapai 38,10°C, lebih rendah dibandingkan kondisi sebelum CBM yang mencapai 40,00°C. Pada fase *constant failure rate*, suhu awal menurun dari 50,50°C menjadi 38,50°C, sementara suhu maksimum turun dari 52,40°C menjadi 40,80°C. Fluktuasi suhu pada fase ini juga menjadi lebih kecil, menunjukkan stabilitas operasional mesin yang lebih baik. Pada fase *increasing failure rate*, suhu akhir mengalami penurunan dari 49,80°C menjadi 43,80°C, yang mengindikasikan bahwa proses degradasi termal dapat ditekan melalui pemantauan kondisi mesin secara berkala.

Secara keseluruhan, stabilitas suhu yang lebih baik setelah penerapan CBM mengurangi risiko pemuaian dan penyusutan berlebihan pada komponen mesin, sehingga menjaga keselarasan dan fungsi mekanis tetap optimal. Kondisi suhu yang konstan dan terkendali berkontribusi pada pengurangan stres termal dan degradasi material, memperpanjang umur pakai komponen, serta meningkatkan efisiensi operasi dan konsistensi kualitas produk.

Analisis Perubahan Suhu Operasi Mesin Sebelum dan Sesudah Penerapan CBM

Kondisi Sebelum Penerapan CBM

Pada fase *decreasing failure rate*, suhu operasi mesin menunjukkan peningkatan dari 30,00°C menjadi 40,00°C dan mencapai nilai puncak sebesar 52,30°C, dengan suhu rata-rata fase ini sebesar 40,00°C. Pada fase *constant failure rate*, suhu berfluktuasi dalam rentang 41,50°C hingga 52,40°C dengan nilai rata-rata sebesar 48,30°C. Sementara itu, pada fase *increasing failure rate*, suhu terus meningkat hingga mencapai 51,70°C dengan suhu rata-rata sebesar 50,00°C. Kondisi ini menunjukkan bahwa mesin beroperasi pada zona suhu tinggi yang berpotensi mempercepat keausan material dan meningkatkan risiko kegagalan termal. Temuan ini sejalan dengan Koerniawan dan Wahyu (2024), yang menyatakan bahwa peningkatan suhu merupakan indikator awal penurunan performa dan keandalan mesin.

Kondisi Setelah Penerapan CBM

Setelah penerapan CBM, terjadi penurunan suhu operasi mesin pada seluruh fase kegagalan. Pada fase *decreasing failure rate*, suhu rata-rata menurun dari 40,00°C menjadi 38,10°C, atau mengalami penurunan sebesar 4,75%. Pada fase *constant failure rate*, suhu rata-rata turun secara signifikan dari 48,30°C menjadi 40,80°C, setara dengan penurunan sebesar 15,50%. Sementara itu, pada fase *increasing failure rate*, suhu rata-rata menurun dari 49,80°C menjadi 43,80°C, atau sebesar 12,05%. Penurunan suhu ini menunjukkan bahwa penerapan CBM efektif dalam menekan risiko *overheating* dan mengendalikan degradasi termal komponen. Hasil ini mendukung temuan Ilmi et al. (2024), yang menyatakan bahwa CBM mampu menurunkan risiko kerusakan akibat panas dan memperpanjang umur pakai komponen. Selain itu, temuan ini konsisten dengan HU & Wang (2021) dan Rastegari, et al. (2017) yang menegaskan

bahwa pemeliharaan berbasis kondisi berperan penting dalam menjaga stabilitas operasi dan mencegah terjadinya kerusakan dini.

Analisis Perubahan Getaran Mesin Sebelum dan Sesudah Penerapan CBM

Kondisi Sebelum Penerapan CBM.

Berdasarkan Gambar 2, pada fase *decreasing failure rate* (kurva awal), nilai getaran meningkat dari 6,60 mm/s hingga mencapai 9,70 mm/s. Pola peningkatan yang relatif tajam ini menunjukkan adanya ketidakseimbangan kondisi awal mesin yang mencerminkan kegagalan dini komponen selama masa awal operasi. Pada fase *constant failure rate* (kurva stabil), nilai getaran berfluktuasi tidak stabil dengan nilai awal 6,50 mm/s dan nilai maksimum mencapai 9,50 mm/s. Fluktuasi ini menunjukkan bahwa kegagalan yang terjadi bersifat acak (*random failure*), dengan probabilitas kegagalan yang relatif konstan dan tidak dipengaruhi oleh usia komponen.

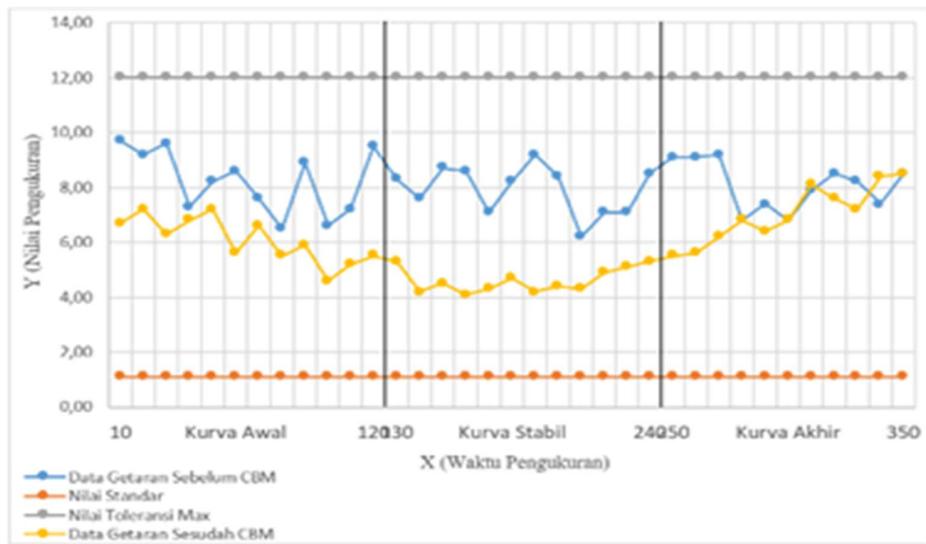
Pada fase *increasing failure rate* (kurva akhir), nilai getaran berada pada kisaran 6,80–8,50 mm/s, yang mencerminkan kecenderungan peningkatan getaran seiring dengan bertambahnya keausan komponen. Meskipun nilai getaran tidak melampaui batas toleransi maksimum, sebagian besar nilai berada di atas standar ideal, sehingga mesin dikategorikan masih dalam kondisi aman namun belum optimal. Kondisi ini mengindikasikan potensi percepatan keausan komponen apabila tidak dilakukan tindakan pemeliharaan berbasis kondisi.

Variasi nilai getaran yang terjadi dipengaruhi oleh beberapa faktor, antara lain ketidakseimbangan massa pada rotor atau poros, perubahan beban kerja dan kecepatan putar mesin, serta karakteristik material kayu yang diproses. Kayu dengan tingkat kekerasan yang lebih tinggi cenderung menghasilkan getaran yang lebih besar, sehingga meningkatkan dinamika getaran selama proses produksi.

Kondisi Setelah Penerapan CBM

Setelah penerapan *Condition-Based Maintenance* (CBM), profil getaran mesin menunjukkan perbaikan yang nyata pada seluruh fase operasi. Pada fase *decreasing failure rate*, nilai getaran menurun dari 9,70 mm/s menjadi 8,50 mm/s. Pada fase *constant failure rate*, getaran menjadi lebih stabil dan terkendali, berada pada kisaran 4,10–5,50 mm/s dengan fluktuasi yang relatif kecil. Sementara itu, pada fase *increasing failure rate*, nilai getaran awal tercatat sebesar 6,80 mm/s dan meningkat secara moderat hingga 7,20 mm/s, namun tetap berada di bawah batas toleransi maksimum.

Stabilitas getaran yang lebih baik setelah penerapan CBM menunjukkan bahwa kondisi mekanis mesin menjadi lebih seimbang dan terkendali. Meskipun beberapa nilai getaran masih berada di atas standar ideal, tidak ditemukan lonjakan ekstrem yang mengindikasikan kegagalan fatal. Oleh karena itu, mesin dikategorikan beroperasi dalam kondisi normal dengan risiko kegagalan yang lebih rendah. Namun demikian, konsistensi nilai getaran yang relatif tinggi menegaskan pentingnya pemantauan berkelanjutan agar tren getaran tidak mendekati atau melampaui batas toleransi di masa mendatang.



Gambar 2. Perbandingan profil getaran mesin pasah kayu sebelum dan sesudah penerapan *Condition-Based Maintenance* (CBM) pada fase *decreasing failure rate*, *constant failure rate*, dan *increasing failure rate*, serta perbandingannya dengan nilai standar dan batas toleransi maksimum

Analisis Perubahan Tingkat Kebisingan Mesin Sebelum dan Sesudah Penerapan CBM

Kondisi Sebelum Penerapan CBM.

Berdasarkan Gambar 3, pada fase *decreasing failure rate* (kurva awal), tingkat kebisingan mesin berada pada nilai tertinggi sebesar 98,60 dB dan nilai terendah 89,30 dB, dengan rata-rata berkisar antara 96,00–99,00 dB. Rentang ini menunjukkan bahwa tidak terjadi penurunan kebisingan yang signifikan pada fase awal operasi. Pada fase *constant failure rate* (kurva stabil), tingkat kebisingan berfluktuasi antara 91,10 dB hingga 96,00 dB dengan variasi naik-turun yang berulang, mengindikasikan bahwa kondisi operasi mesin belum sepenuhnya stabil. Sementara itu, pada fase *increasing failure rate* (kurva akhir), tingkat kebisingan tercatat relatif stabil pada kisaran 92,50–92,60 dB.

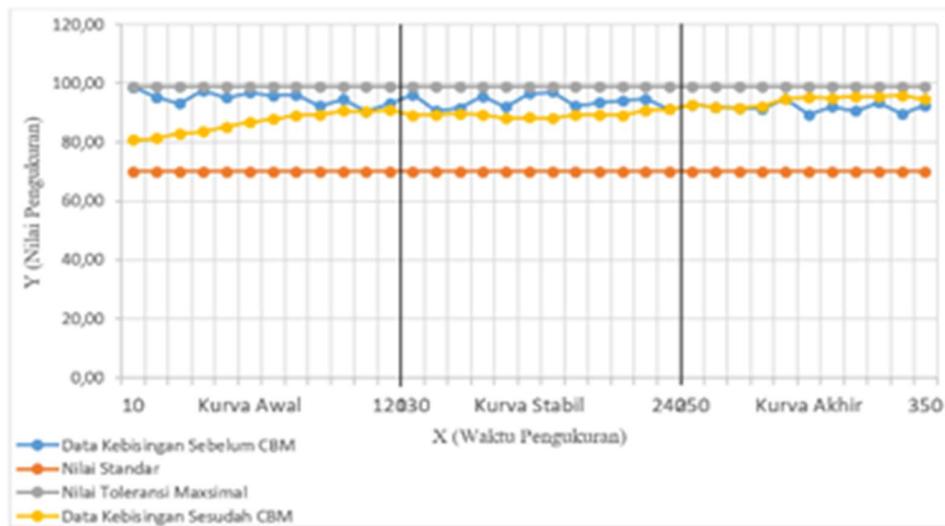
Secara umum, fluktuasi kebisingan sebelum penerapan CBM tidak menunjukkan lonjakan ekstrem, sehingga mesin masih berada dalam batas toleransi maksimum. Namun demikian, nilai kebisingan rata-rata sebesar 96,00 dB berada di atas batas aman paparan kebisingan industri (85 dB), yang berpotensi menimbulkan dampak negatif terhadap kenyamanan kerja operator serta mengindikasikan ketidak sempurnaan kondisi mekanis mesin. Oleh karena itu, data ini menjadi dasar penting untuk mengevaluasi efektivitas penerapan CBM pada tahap berikutnya.

Kondisi Setelah Penerapan CBM

Setelah penerapan *Condition-Based Maintenance* (CBM), profil kebisingan mesin menunjukkan perbaikan yang nyata. Pada fase *decreasing failure rate*, tingkat kebisingan menurun dari 98,60 dB menjadi 80,60 dB, atau mengalami penurunan sebesar 18,25%, dengan nilai maksimum setelah CBM sebesar 90,40 dB. Pada fase *constant failure rate*, tingkat kebisingan menjadi lebih stabil dan terkendali pada kisaran 90,90–91,10 dB dengan fluktuasi yang relatif kecil. Pada fase *increasing failure rate*, tingkat kebisingan meningkat secara moderat hingga mencapai 94,50 dB, namun nilai ini masih lebih rendah dibandingkan kondisi sebelum penerapan CBM.

Secara keseluruhan, rata-rata tingkat kebisingan setelah penerapan CBM menurun menjadi 89,00 dB, atau mengalami penurunan sebesar 7,29% dibandingkan kondisi awal. Penurunan kebisingan ini mengindikasikan peningkatan kelancaran putaran komponen dan stabilitas kondisi mekanis mesin. Temuan ini mendukung Rastegari et al. (2017), yang menyatakan bahwa stabilitas parameter operasional—termasuk kebisingan, merupakan indikator keberhasilan pemeliharaan berbasis kondisi. Selain itu, hasil ini konsisten dengan Koerniawan dan Wahyu (2024) yang menegaskan bahwa

parameter suhu dan getaran merupakan indikator sensitif kerusakan dini, serta dengan Ilmi et al. (2024) yang menunjukkan bahwa penerapan CBM mampu menurunkan risiko kerusakan fatal dan memperpanjang umur pakai komponen utama mesin.



Gambar 3. Perbandingan tingkat kebisingan mesin pasah kayu sebelum dan sesudah penerapan *Condition-Based Maintenance* (CBM) pada fase *decreasing failure rate*, *constant failure rate*, dan *increasing failure rate*, serta perbandingannya dengan nilai standar dan batas toleransi maksimum.

Kesimpulan

Penelitian ini menyimpulkan bahwa penerapan Condition Based Maintenance (CBM) pada mesin pasah kayu modern di UD Mitra Usaha memberikan dampak positif terhadap keandalan mesin dan kualitas produksi. Pemantauan tiga parameter utama—suhu, getaran, dan kebisingan—secara real-time terbukti efektif dalam mendekripsi potensi kerusakan sebelum mencapai tahap kritis. Dengan penerapan CBM, umur pakai komponen meningkat rata-rata 25–30% dan downtime produksi menurun hingga sekitar 35–40%, sehingga proses produksi menjadi lebih stabil dan efisien.

Secara praktis, penerapan CBM membantu operator dan manajemen untuk melakukan perawatan berdasarkan kondisi aktual mesin, bukan sekadar jadwal rutin. Hal ini menjadikan kegiatan pemeliharaan lebih tepat sasaran dan mampu menekan biaya perbaikan maupun penggantian komponen yang tidak perlu. Kontribusi utama penelitian ini adalah memberikan bukti empiris mengenai efektivitas CBM pada industri furniture berskala kecil—sektor yang selama ini jarang diteliti—serta menunjukkan bahwa pendekatan pemeliharaan berbasis kondisi dapat diterapkan dengan alat monitoring sederhana namun tetap memberikan hasil signifikan.

Keterbatasan penelitian terletak pada durasi pengamatan yang relatif singkat dan jumlah mesin yang terbatas, sehingga variasi lingkungan dan beban kerja belum sepenuhnya terwakili. Selain itu, penelitian belum menguji parameter lanjutan seperti analisis frekuensi getaran detail atau monitoring berbasis IoT. Berdasarkan temuan ini, disarankan agar penelitian selanjutnya memperpanjang periode observasi, melibatkan lebih banyak unit mesin, serta mengintegrasikan sensor digital yang mampu mencatat data secara kontinu. Untuk pihak UMKM, penerapan CBM secara konsisten perlu dilanjutkan karena terbukti meningkatkan umur pakai komponen, menurunkan risiko kegagalan mendadak, dan menjaga kualitas produk secara berkelanjutan.

Ucapan Terima Kasih

Penulis mengucapkan terima kasih yang sebesar-besarnya kepada pemilik UD Mitra Usaha, Bapak maji beserta seluruh karyawan yang telah memberikan kesempatan, waktu, serta informasi berharga selama proses penelitian ini berlangsung. Dukungan dan keterbukaan mereka sangat

membantu penulis dalam memperoleh data yang relevan dan mendalam terkait kegiatan usaha yang diteliti.

Ucapan terima kasih juga disampaikan kepada seluruh teman-teman yang telah memberikan bantuan, dukungan, dan semangat selama proses penyusunan penelitian ini. Bantuan mereka, baik dalam bentuk saran, diskusi, maupun pendampingan teknis, sangat berarti bagi kelancaran dan terselesaikannya penelitian ini. Semoga kebaikan dan kontribusi yang diberikan menjadi amal yang bermanfaat dan mendapat balasan yang setimpal.

Pernyataan Konflik Kepentingan

Para penulis menyatakan tidak ada potensi konflik kepentingan terkait dengan penelitian, penulisan, dan/atau publikasi dari artikel ini.

Daftar Pustaka

- Azizah, F. N., & Rinaldi, D. N. (2022). Effort to improve overall equipment effectiveness performance with six big losses analysis in the packaging industry PT BMJ. *IJIEM: Indonesian Journal of Industrial Engineering and Management*, 3(1), 26–34. <https://doi.org/10.22441/ijiem.v3i1.13508>
- dos Santos, A., Armanu, Setiawan, M., & Rofiq, A. (2020). Effect of recruitment, selection and organizational culture on state personnel performance. *Management Science Letters*, 10(6), 1179–1186. <https://doi.org/10.5267/j.msl.2019.11.042>
- Ghozali, Garside, A. K., & Wardana, R. W. (2023). Usulan perawatan mesin dengan menggunakan metode modularity design pada PT Varia Usaha Beton. *Jurnal Teknik Industri*, 13(1), 62–68. <https://doi.org/10.25105/jti.v13i1.17515>
- Hartman, B., Kamal, D. M., & Zainuri, F. (2025). Optimasi efisiensi perawatan air conditioning tipe split dengan penerapan pembersih filter otomatis berbasis condition-based maintenance. *Infotek Mesin*, 16(1), 99–106. <https://doi.org/10.35970/infotekmesin.v16i1.2513>
- Hu, C., Fan, H., & Wang, Z. (2021). *Residual life prediction and optimal maintenance decision for a piece of equipment*. Springer.
- Ingemarsdotter, E., Kambanou, M. L., Jamsin, E., Sakao, T., & Balkenende, R. (2021). Challenges and solutions in condition-based maintenance implementation: A multiple case study. *Journal of Cleaner Production*, 296, Article 126420. <https://doi.org/10.1016/j.jclepro.2021.126420>
- Izza, A., & Retnowati, D. (2021). Analisis kualitas produk furniture dengan pendekatan metode Six Sigma. *Heuristic*, 18(2), 59–72. <https://doi.org/10.30996/heuristic.v18i2.6149>
- Koerniawan, Y., & Wahyu, A. (2024). Literature review: Condition-based maintenance in manufacture industry. *Jurnal Teknik Industri Terintegrasi*, 7(4), 2288–2297. <https://doi.org/10.31004/jutin.v7i4.34377>
- Ponda, H., Fatma, N. F., & Siswantoro, I. (2022). Usulan penerapan lean manufacturing dengan metode value stream mapping (VSM) dalam meminimalkan waste pada proses produksi ban motor. *Heuristic*, 19(1), 23–42. <https://doi.org/10.30996/heuristic.v19i1.6568>
- Putra, G. M. P., & Irawan, A. (2020). Analisis pemeliharaan preventif AC package pada gerbong kereta penumpang K1 di Depo 2 Gerbong Kereta Bandung. *GEMA: Jurnal Gentiaras Manajemen dan Akuntansi*, 12(1), 48–59. <https://doi.org/10.47768/gema.v12i1.204>
- Rastegari, A., Archenti, A., & Mobin, M. (2017). Condition-based maintenance of machine tools: Vibration monitoring of spindle units. In *Proceedings of the 2017 Annual Reliability and Maintainability Symposium (RAMS)* (pp. 1–6). IEEE. <https://doi.org/10.1109/RAM.2017.7889683>
- Rudiana, I. F., Nursolih, E., & Yulia, L. (2024). Analisis pemeliharaan mesin produksi dengan metode reliability centered maintenance (RCM) pada PT Surya Agrolika Reksa. *Jurnal Industrial Galuh*, 6(2), 65–74. <https://doi.org/10.25157/jig.v6i2.4079>
- Sharma, J., Mittal, M. L., & Soni, G. (2024). Condition-based maintenance using machine learning and role of interpretability: A review. *International Journal of System Assurance Engineering and Management*, 15(4), 1345–1360. <https://doi.org/10.1007/s13198-022-01843-7>

- Sodikin, I., Parwati, C. I., Fayzi, F., & Indrayana, M. (2024). Penjadwalan perawatan mesin dengan metode preventive maintenance dan predictive maintenance (studi kasus di PLTD Kota Masohi). *Jurnal Tekstil: Jurnal Keilmuan dan Aplikasi Bidang Tekstil dan Manajemen Industri*, 7(1), 37–46. <https://doi.org/10.59432/jute.v7i1.88>
- Susilawati, S. (2020). Analisis preventive maintenance pada mesin produksi dengan metode fuzzy FMEA. *JTT (Jurnal Teknologi Terpadu)*, 8(1), 13–20. <https://doi.org/10.32487/jtt.v8i1.766>
- Teixeira, H. N., Lopes, I., & Braga, A. C. (2020). Condition-based maintenance implementation: A literature review. *Procedia Manufacturing*, 51, 228–235. <https://doi.org/10.1016/j.promfg.2020.10.033>