

## Penerapan *Preventive Maintenance* Pada Mesin Cnc Forming Di PT. Jati Steel Makmur

Raffi Rajwaa<sup>1</sup>, Ikhsanudin Ikhsanudin<sup>2</sup>

<sup>1,2</sup>Pendidikan Vokasional Teknik Mesin, Universitas Sultan Ageng Tirtayasa

<sup>1</sup>email : 2284210047@untirta.ac.id\*

### Abstract

The CNC Spring Forming Machine is widely utilized in manufacturing industries for producing various types of spring materials. Due to its intensive usage, regular maintenance is essential to ensure consistent machine performance. Since operational failures can occur unexpectedly, implementing a preventive maintenance strategy is crucial to minimize such risks. This type of maintenance is carried out systematically to prevent potential hazards and unexpected breakdowns. Its main goal is to detect the root causes of machine failure early and prevent operational interruptions. In this study, the author implements preventive maintenance procedures based on reference materials obtained from websites. These activities are categorized into daily, weekly, and quarterly tasks. Following the execution of this maintenance plan, issues found in the machine components were successfully addressed as evidenced by the recorded data.

Keywords: CNC Spring Forming Machine, Preventive Maintenance

### Abstrak

Mesin CNC Spring Forming merupakan salah satu jenis mesin pembuat pegas yang paling umum digunakan dalam industri manufaktur. Mesin ini berfungsi untuk membentuk berbagai jenis material menjadi pegas, sehingga memerlukan perawatan secara berkala guna menjaga kinerja operasionalnya tetap optimal. Mengingat proses kerja mesin dapat mengalami kerusakan sewaktu-waktu, penerapan perawatan preventif menjadi langkah penting untuk meminimalkan potensi gangguan tersebut. Preventive maintenance atau perawatan yang dilakukan secara terencana bertujuan untuk mencegah terjadinya kerusakan yang tidak diinginkan serta mengidentifikasi sumber kerusakan sejak dini. Dalam penelitian ini, penulis menerapkan kegiatan preventive maintenance berdasarkan acuan literatur yang diperoleh dari sumber daring. Kegiatan ini dibagi menjadi tiga jenis pelaksanaan, yaitu kegiatan harian, mingguan, dan triwulan. Setelah dilakukan preventive maintenance pada mesin CNC Spring Forming, diketahui bahwa permasalahan pada komponen mesin dapat diatasi dengan baik sesuai dengan data yang telah di dapat.

Kata kunci: Mesin CNC Spring Forming; Preventive Maintenance

### 1. Pendahuluan

Dalam industri manufaktur modern, permintaan terhadap proses pemesinan yang efisien dan menghasilkan produk berkualitas tinggi terus mengalami peningkatan. Hal ini mendorong banyak perusahaan untuk beralih dari penggunaan mesin konvensional ke mesin CNC (Computer Numerical Control), yang menawarkan keunggulan dalam kecepatan, akurasi, dan konsistensi hasil produksi. Keunggulan mesin CNC dalam hal produktivitas memberikan nilai tambah kompetitif bagi perusahaan yang mengimplementasikannya [1].

Perkembangan teknologi dari sistem pemesinan manual ke sistem CNC memberikan kemudahan dalam hal pengaturan kecepatan dan peningkatan akurasi pemotongan. Mesin CNC sendiri merupakan alat produksi yang mengurangi dimensi material hingga mencapai bentuk akhir yang diinginkan, seperti mesin bubut, mesin gurdi, maupun mesin serut. Pengoperasiannya dilakukan melalui program yang diakses dan dikontrol dengan bantuan komputer [2].

Jenis mesin CNC cukup beragam, antara lain mesin bubut CNC, mesin frais CNC, mesin router CNC, mesin pemotong plasma CNC, mesin laser cutting CNC, serta mesin forming CNC. Di PT. Jati Steel Makmur, mesin yang digunakan adalah tipe Forming CNC, yaitu mesin yang dilengkapi dengan teknologi DSP (Digital Signal Processing) yang memungkinkan proses pemotongan dan pembentukan material dilakukan secara otomatis menggunakan komputer maupun secara manual melalui monitor portable.

Mesin CNC Spring Forming mempunyai 3 macam fungsi, yaitu untuk membentuk kawat (forming), memotong kawat (cutting), dan meluruskan kawat (straightening) sebelum dibentuk menjadi pegas atau

wire form sesuai kebutuhan produksi. Mesin ini dirancang untuk menghasilkan bentuk pegas dengan tingkat presisi tinggi serta konsistensi yang optimal dalam jumlah besar.

Di PT. Jati Steel Makmur, mesin CNC Spring Forming digunakan dalam proses produksi pegas dan komponen berbahan kawat logam seperti baja karbon dan stainless steel. Agar performa mesin tetap stabil dan hasil produksi terjaga kualitasnya, perlu dilakukan pemeliharaan pencegahan (preventive maintenance) secara rutin.

Preventive maintenance merupakan aktifitas pemeliharaan yang dilakukan secara terencana untuk mencegah kemungkinan terjadinya kerusakan selama proses operasional. Mengingat mesin ini beroperasi secara terus-menerus dan presisi tinggi, kerusakan yang muncul sewaktu-waktu dapat menyebabkan terganggunya produksi. Oleh karena itu, pemeliharaan ini bertujuan untuk mengidentifikasi potensi kerusakan sejak dini serta memastikan bahwa semua komponen mesin, seperti motor servo, sensor, dan alat pembentuk kawat, berada dalam kondisi optimal.

Dengan penerapan preventive maintenance yang tepat, mesin CNC spring fphaser orming dapat bekerja lebih efisien, mengurangi downtime, serta memperpanjang umur operasional mesin dalam jangka panjang.[4]. Berdasarkan hasil pengamatan, diketahui bahwa di PT. Jati Steel Makmur belum diterapkan kebijakan maupun prosedur preventive maintenance secara sistematis pada mesin CNC Spring Forming. Ketidakhadiran tindakan pemeliharaan yang bersifat preventif ini berpotensi menurunkan kinerja mesin secara bertahap, terutama jika dikaitkan dengan durasi dan intensitas penggunaannya dalam proses produksi. Seiring waktu, komponen mesin akan mengalami penurunan performa akibat akumulasi keausan dan kontaminasi, yang semestinya dapat dicegah melalui pemeliharaan terjadwal.

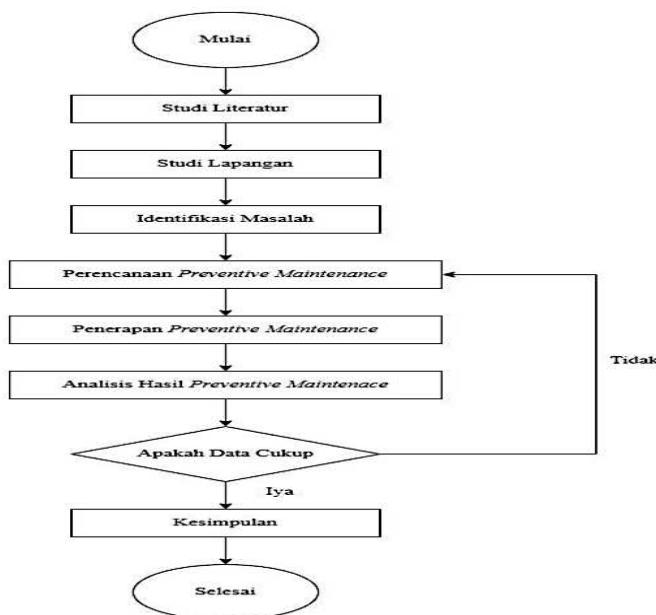
Dalam konteks tersebut, penulis memperoleh kesempatan untuk melaksanakan kegiatan preventive maintenance sebagai bagian dari program pengabdian dan studi kasus. Pelaksanaan ini menjadi penting mengingat belum tersedianya sistem perawatan berkala dari pihak perusahaan. Melalui kegiatan ini, diharapkan perusahaan dapat melihat urgensi dari preventive maintenance dan mempertimbangkannya untuk diimplementasikan secara berkelanjutan dalam operasional mesin.

Harianto dalam artikelnya membahas pentingnya penerapan Teknik preventive maintenance untuk memperpanjang umur mesin industry secara signifikan. Fokus utamanya adalah bagaimana jadwal perawatan yang terstruktur dapat mengurangi frekuensi kerusakan mendadak serta meningkatkan efisiensi kerja operator. Penelitian ini menegaskan bahwa mesin industri seperti CNC membutuhkan standar inspeksi berskala dan pencatatan sistematis untuk menjaga performa jangka Panjang. Konsep ini sangat relevan dengan pendekatan *preventive maintenance* yang anda lakukan di PT. Jati Steel Makmur.[5].

Yanti dalam penelitiannya menerapkan metode *Modularity Design* dalam perawatan mesin Goss di lingkungan industri percetakan. Meskipun mesin yang digunakan berbeda, konsep modularitas dan penjadwalan preferetive terbukti mampu meningkatkan keandalan mesin dan mengurangi *downtime*. Penelitian ini menyoroti pentingnya pengelompokan komponen berdasarkan fungsi agar proses perawatan lebih efisien dan tidak mengganggu operasional produksi. Pendekatan sistematis ini dapat diadopsi pula dalam perawatan CNC *Spring Forming*[6].

Penelitian Dirgantara meneliti metode *Age Replacement* dalam merancang interval optimal penggantian komponen pada mesin CNC Miling di PT. INKA. Model ini mengukur waktu efektif penggantian suku cadang berdasarkan umur pakai actual, bukan hanya waktu kerja mesin. Hasilnya, kerusakan berulang dapat dicegah dan biaya perawatan menurun karena penggantian dilakukan sebelum titik kritis keausan. Konsep ini memberikan inspirasi bagaimana *preventive maintenance* bisa lebih prediktif dan terukur, terutama jika diterapkan pada mesin dengan jam kerja tinggi seperti di PT. Jati Steel Makmur [7]..

## 2. Metode Penelitian



Gambar 1. Diagram Alir

### Studi Lapangan

Objek penelitian dalam studi ini adalah mesin CNC Spring Forming yang digunakan di PT. Jati Steel Makmur. Mesin ini termasuk dalam kategori mesin produksi utama dengan waktu operasional Yang tinggi dan telah dipergunakan pada jangka waktu yang relatif lama. Tujuan primer penerapan preventive maintenance di mesin CNC ini bertujuan untuk mencegah terjadinya kerusakan komponen secara dini. Dengan adanya perawatan yang dilakukan secara terencana dan berkala, waktu operasional mesin dapat dioptimalkan dan kinerja mesin tetap terjaga dalam kondisi yang stabil. Upaya ini juga membantu mengurangi risiko gangguan yang dapat mempengaruhi proses produksi secara keseluruhan. Hasil observasi lapangan yang dilakukan bersama operator dan pihak terkait memberikan informasi penting mengenai kondisi aktual mesin. Beberapa temuan yang diperoleh di antaranya:

1. Tidak adanya jadwal perawatan mesin yang jelas, sehingga pemeliharaan terhadap komponen mesin tidak terkontrol.
2. Ketiadaan departemen khusus yang menangani perawatan mesin.
3. Perawatan hanya dilakukan jika terjadi kerusakan, tidak terjadwal
4. Penerapan preventive maintenance terkendala oleh ketiadaan buku panduan mesin. sehingga tidak tersedia acuan resmi mengenai prosedur dan jadwal perawatan yang sesuai standar pabrikan.
5. Kurangnya peralatan pendukung untuk melakukan kegiatan perawatan.

Berdasarkan temuan tersebut, disimpulkan bahwa penerapan perawatan sangat diperlukan guna mencegah potensi kerusakan komponen. Preventive maintenance menjadi strategi efektif untuk menjaga performa mesin agar tetap optimal. Namun demikian, penjadwalan perawatan harus disesuaikan dengan aktivitas operasional perusahaan agar tidak mengganggu jalannya produksi.

### Perencanaan Preventive Maintenance

Perencanaan preventive maintenance disusun berdasarkan data lapangan yang telah dikumpulkan sebelumnya. Keputusan teknis diambil berdasarkan referensi dari manual book mesin, hasil diskusi dengan pihak Perusahaan dan arahan dari dosen pembimbing. Tujuan dari perencanaan ini adalah memastikan implementasi preventive maintenance berjalan efektif tanpa mengganggu proses produksi. Perencanaan mencakup identifikasi komponen mesin dan pengelompokan kegiatan perawatan ke dalam tiga kategori berdasarkan interval waktu, yaitu harian, mingguan, dan triwulanan. Kegiatan ini

dijadwalkan berlangsung pada waktu istirahat produksi guna menghindari hambatan dalam operasional mesin. Mesin yang menjadi fokus dari kegiatan ini adalah mesin CNC Spring Forming, yang detail pelaksanaannya disajikan dalam tabel perencanaan berikutnya.

**Tabel 1.** Preventive Maintenance Harian

**Tabel 2.** Preventive Maintenance Mingguan

Masa Perawatan	Sasaran Perawatan	Catatan Pemeliharaan			<i>Executor Responsible</i>
		Agustus	September	Oktober	
		1	2	3	4
		1	2	3	4
Mingguan	<i>Machine Tool</i>	Pembersihan oli setiap rak rel Pemeriksaan kekencangan mur dan baut pada seluruh komponen mesin. Periksa adanya keausan pada bagian <b>guide rail, bearing, dan roller.</b> Periksa kondisi dan ketajaman mata potong (cutting blade).			
<i>Pemeriksaan Sistem Pemotong (Cutter Unit)</i>		Pastikan pemotongan kawat masih presisi, tidak miring atau tumpul.			

**Tabel 3.** *Preventive Maintenance* Pertiga Bulan

Masa perawatan	Sasaran pemeliharaan	Catataan pemeliharaan					<i>Executive responsible</i>
		<i>First quarter</i>	<i>Second quarter</i>	<i>Third quarter</i>	<i>Four quarter</i>	<i>Executive responsible</i>	
Pertiga bulan	<p><b>Machine Tool</b></p> <p>Pemeriksaan kekencangan mur dan baut pada seluruh komponen mesin</p> <p>Periksa semua bagian saklar, Cek kondisi fisik kabel yang mungkin terjepit, terkelupas, atau sobek.</p> <p>Periksa adanya keausan pada bagian guide rail, bearing, dan roller.</p> <p>Melumasi bagian mekanik yang bergerak seperti lengan forming, roller, dan rel geser (jika tidak otomatis).</p> <p>Pemeriksaan Sistem Pemotong (Cutter Unit)</p> <p>pastikan pemotongan kawat masih presisi, tidak miring atau tumpul.</p> <p>Lakukan lubrikasi komponen pelumas dan yang sudah tua dan ganti Bahan kotor. habis pakai</p> <p>anti komponen consumable seperti:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Pisau pemotong (cutting blade)</li> <li>• Roller forming</li> </ul>						

## Analisis Hasil Preventive Maintenance

Pada kegiatan ini dilakukan proses evaluasi terhadap mesin CNC Spring Forming sebagai objek penelitian, dengan tujuan mengumpulkan data kondisi mesin sebelum dan sesudah pelaksanaan preventive maintenance. Evaluasi ini menjadi dasar dalam menilai efektivitas penerapan perawatan preventif yang telah dilakukan. Tujuannya adalah untuk memperoleh informasi yang akurat yang dapat dijadikan acuan dalam pelaksanaan pemeliharaan berikutnya. Data yang diperoleh memungkinkan analisis terhadap efektivitas preventive maintenance, baik dari sisi keberhasilan maupun potensi kegagalan yang mungkin terjadi.

### 3. Hasil dan Pembahasan

Axis dan Cutting Head pada CNC



(a) Sebelum



(b) Sesudah

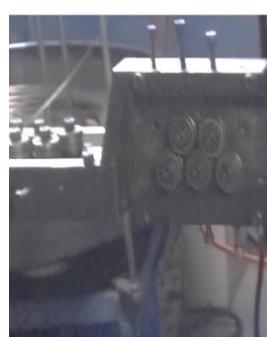
#### (a) Sebelum Preventive Maintenance

Bagian-bagian mekanik seperti roller, arm, cutting head, dan area penjepit kawat terlihat mulai tertutup debu halus dan sisa serpihan kawat kecil. Pelumas lama yang menumpuk di sela-sela komponen juga mulai mengering dan menyebabkan beberapa bagian bergerak dengan kasar. Akumulasi kotoran ini dapat mengganggu presisi kerja mesin, membuat hasil forming tidak stabil, dan meningkatkan risiko keausan dini pada komponen. Bearing pelurus kawat (wire straightener)

#### (b) Sesudah Preventive Maintenance

Seluruh bagian mesin dibersihkan secara menyeluruh. Debu, oli kering, dan serpihan kawat dibersihkan dari permukaan roller, lengkap mekanik, dan komponen pemotong. Saluran pelumasan dicek dan dibersihkan sehingga aliran oli kembali lancar. Permukaan mesin kembali bersih dan mengilap, gerakan antar komponen menjadi lebih halus, dan proses pembentukan pegas menjadi lebih akurat dan stabil. Dengan kondisi bersih seperti ini, umur pakai komponen meningkat dan risiko kerusakan mesin dapat ditekan.

### 1. Roller bearing wire feeding



(a) Sebelum



(b) Sesudah

a) Sebelum Preventive Maintenance:

Permukaan roller dan area dudukan banyak tertutup oleh debu logam halus, sisa oli yang mengering, serta serpihan kawat. Kondisi ini dapat menyebabkan gesekan berlebih, roller tidak berputar lancar, dan kawat menjadi lecet atau tidak terdistribusi lurus saat masuk ke sistem pembentukan pegas. Selain itu, residu oli lama juga berisiko menumpuk menjadi kerak, mempercepat keausan bantalan dan merusak hasil produksi.

b) Sesudah Preventive Maintenance:

Roller dan semua bagian penggulung kawat dibersihkan menyeluruh menggunakan cairan pembersih khusus dan kompresor angin. Area bearing kembali bersih, bebas dari serpihan logam dan debu. Oli pelumas diganti baru sehingga putaran roller menjadi halus, akurasi wire feeding meningkat, dan hasil forming spring menjadi lebih presisi. Mesin terlihat lebih rapi dan siap digunakan dengan performa optimal



## 2. Coiler

### Dokumentasi Coiler Sebelum Dan Sesudah dilakukan Preventive Maintenance

(a) Sebelum

Hasil observasi menunjukkan bahwa sebelum dilakukannya penerapan preventive maintenance, terdapat akumulasi kotoran yang dihasilkan dari aktivitas produksi.

(b) Sesudah

Setelah penerapan preventive maintenance selama tiga bulan, terjadi peningkatan signifikan pada performa mesin, terutama pada unit coiler. Putaran coiler menjadi lebih halus dan stabil, kawat tergulung secara rapi tanpa hambatan, dan kondisi komponen terlihat lebih bersih. Sensor berfungsi dengan normal, serta suara mesin terdengar lebih tenang, mencerminkan kondisi kerja yang lebih optimal.. Kawat tergulung rapi tanpa kendala. Komponen lebih bersih, sensor bekerja normal, dan suara mesin menjadi lebih tenang.

## 4. Kesimpulan

Berdasarkan hasil penelitian serta pembahasan yang sudah dilakukan, bisa disimpulkan bahwa penerapan metode **preventive maintenance** pada mesin CNC di lingkungan industri memberikan kontribusi signifikan terhadap **peningkatan keandalan mesin, efisiensi produksi, dan pengurangan kerugian operasional**. Tujuan dari penelitian ini adalah untuk mengevaluasi efektivitas penerapan preventive maintenance dalam mencegah kerusakan mesin secara mendadak dan mengoptimalkan performa produksi.

Dari data yang dikumpulkan melalui observasi dan pencatatan waktu *breakdown* serta *downtime* mesin sebelum dan sesudah implementasi preventive maintenance, ditemukan bahwa:

- 1) Permasalahan yang dihadapi pada mesin CNC Spring Forming di PT. Jati Steel Makmur antara lain adalah ketidadaan jadwal perawatan yang terstruktur. Pemeliharaan hanya dilakukan ketika terjadi kerusakan pada komponen tertentu, bukan secara berkala. Selain itu, absennya buku manual mesin menyebabkan tidak adanya pedoman teknis yang dapat dijadikan acuan dalam pelaksanaan

perawatan, sehingga kondisi komponen cenderung mengalami penurunan performa secara progresif.

- 2) **Jumlah kerusakan mendadak (breakdown) menurun secara signifikan**, karena komponen-komponen kritis mesin seperti spindle, motor, dan sistem kontrol elektronik dapat dicek dan diperbaiki lebih awal sebelum terjadi kerusakan berat.
- 3) Preventive maintenance juga mendorong **peningkatan disiplin kerja operator dan teknisi**, karena adanya jadwal yang terstruktur serta pencatatan rutin yang harus dilakukan, yang pada akhirnya meningkatkan kesadaran terhadap pentingnya perawatan mesin. Oleh karena itu, tujuan utama dari penelitian ini, yaitu untuk mengetahui sejauh mana preventive maintenance dapat meningkatkan efisiensi dan efektivitas operasional mesin CNC, telah tercapai dengan baik. Data dan analisis yang diperoleh menunjukkan bahwa preventive maintenance merupakan strategi yang tepat dalam menjaga kontinuitas proses produksi, mengurangi risiko kegagalan mesin, serta meningkatkan umur pakai alat.

## Daftar Rujukan

1. Yanti, V.T., 2015. *Penerapan Preventive Maintenance dengan Metode Modularity Design pada Mesin Goss di PT. ABC*. Jurnal Teknik Industri, p.13. [Online]. Available at: <http://repository.its.ac.id/id/eprint/71956> [Accessed 10 Jul. 2025].
2. StyleCNC, n.d. *Laser Cutting Machine VS Plasma Cutting Machine – User Manual*. [Online]. Available at: <https://www.stylecnc.com/user-manual/Laser-cutting-machine-VS-Plasma-cutting-machine.html> [Accessed 14 Jul. 2025].
3. Harianto, R.P., 2024. Teknik Pemeliharaan Preventif: Meningkatkan Umur Mesin dalam Industri. *Teknik Mesin*, 1(6). [Online]. Available at: <http://www.circle-archive.com/index.php/carc/article/view/258> [Accessed 16 Jul. 2025].
4. Dirgantara, S.R., 2021. *Rencana Preventive Maintenance dengan Metode Age Replacement untuk Mendapatkan Interval Waktu Penggantian Komponen Mesin CNC Milling Fadal di PT. INKA*. [Online]. Available at: <http://repository.ub.ac.id/id/eprint/186083> [Accessed 11 Jul. 2025].
5. Dujana, B., Kamal, D.M. & Tullah, M.H., 2022. Perencanaan Preventive Maintenance Control pada Mesin CNC Turning TX-1MII Takisawa di PT. Marabunta Berkarya Ceperindo. In: *Prosiding Seminar Nasional Mesin Politeknik Negeri Jakarta*. Jakarta, 2022, pp.929–935. [Online]. Available at: <https://prosiding.pnj.ac.id/sntm/article/view/132/123> [Accessed 16 Jul. 2025].
6. Setiawan, A., Windyatri, H. & Suhendra, S., 2024. Penerapan Preventive Maintenance Menggunakan Metode Reliability Centered Maintenance (RCM) untuk Meminimasi Downtime Mesin CNC di PT MTAT. *Jurnal Desiminasi Teknologi*, 12(2), Juli 2024. [Online]. Available at: <https://ejournal.univ-tridinanti.ac.id/index.php/Desiminasi/article/view/710> [Accessed 16 Jul. 2025].
7. Sodikin, I., Parwati, C.I., Fayzi, F. & Indrayana, M., 2024. Penjadwalan Perawatan Mesin dengan Metode Preventive Maintenance & Predictive Maintenance (Studi Kasus di PLTD Kota Masohi). *Jurnal Tekstil (JUTE)*, 7(1), pp.37–46. [Online]. Available at: <https://jute.ak-tekstilsolo.ac.id/index.php/jurnal/article/view/88> [Accessed 16 Jul. 2025].
8. HydSpringMachine, n.d. *What is the Spring Machine – User Manual*. [Online]. Available at: <https://www.hydspingmachine.com/spring-machine/> [Accessed 16 Jul. 2025].
9. Auto Link CNC, n.d. *Panduan Pemula untuk Mesin CNC Spring Coiling*. [Online]. Available at: <https://www.autolinkcnc.com/id/blog/a-beginners-guide-to-cnc-spring-coiling-machine/> [Accessed 16 Jul. 2025].
10. IDC Spring, 2021. *How Are Springs Made – The Spring Manufacturing Process*. [Online]. Available at: <https://idespring.com/resources/articles/spring-manufacturing-process/> [Accessed 16 Jul. 2025].
11. Pranowo, D., 2019. *Sistem dan Manajemen Pemeliharaan*. Yogyakarta: CV Budi Utama.
12. Salam, A., Rasyid, S., Ta'bi, F., Fahrисal, R. & Muhamadirin, M., 2020. Rancang Bangun Mesin CNC Laser Cutting untuk Pembelajaran Mahasiswa Jurusan Teknik Mesin. *Jurnal Teknik Mesin Sinergi*, 18(1), p.1. doi:10.31963/sinergi.v18i1.2231.

13. Hidayat, A.R., 2023. Analisa Waktu Optimasi Perawatan Mesin CNC Milling dengan Pendekatan Value Stream Mapping serta Perbaikan dengan Failure Mode and Effect Analysis pada Mesin CNC Milling. *Jurnal Rekaysa Mesin*, 18(3), pp. 345-354. [Online]. Available at : doi: <https://jurnal.polines.ac.id/index.php/rekayasa/article/view/4099> [Accessed 17 Jul. 2025].
14. Sarfraz, M.S., 2018. Implementing a preventive Maintenance Planning Model for Computer Numerical Control (CNC) Milling Machine. *American Jurnal of Embedded Systems and Applications*, 5(6), pp.44-47. [Online]. Available at : <https://sciencepublishinggroup.com/article/10.11648/j.ajes.20170506.11> [Accessed 17 Jul. 2025].
15. Sumasto, F., Jiwanto, R.R. & Purwojatmiko, B.H., 2023. Implementasi Penjadwalan Preventive Maintenance untuk Meningkatkan Nilai Efektivitas Mesin pada Mesin CNC Milling VL-10i. *Journal of Industrial View*, 5(1). [Online]. Available at : <https://jurnal.unmer.ac.id/index.php/jiv/article/view/9383?utm> [Accessed 17 Jul. 2025].