# *Maintenance of the Servo Motor in a CNC Laser Cutting Machine at PT. Prima Teknikindo Raya*

# P Perawatan Dinamo Servo pada Mesin CNC Laser Cutting di PT. Prima Teknikindo Raya

**Rohmat Dwi Wardana[1], Rachmat Firdaus[2]**

rohmatdwi428@gmail.com[1], rachmatfirdaus@umsida.ac.id[2]

[1,2] Program Studi Teknik Mesin, Fakultas Sains dan Teknologi, Universitas Muhammadiyah Sidoarjo, Indonesia

***Abstract.*** *General Background Industrial manufacturing environments rely heavily on advanced numerical control systems to ensure precision component fabrication and operational continuity. Specific Background PT Prima Teknikindo Raya operates CNC laser cutting machinery as its core manufacturing asset to produce components for refrigeration systems. Knowledge Gap Although routine maintenance schedules are established, comprehensive evaluations regarding the specific preventive and corrective procedures required for servo motor stability and cooling efficiency under heavy industrial workloads require deeper empirical documentation. Aims This study analyzes and describes the maintenance procedures applied to servo motors on CNC laser cutting machines at PT Prima Teknikindo Raya. Results Findings indicate that structured preventive maintenance, including heat sink cleaning and encoder cable inspection, effectively prevents positioning errors and thermal degradation. Novelty A targeted evaluation framework is established by linking servo motor upkeep directly to component cutting accuracy in refrigeration manufacturing. Implications Implementing systematic maintenance protocols successfully preserves equipment reliability, extends motor service life, and eliminates costly unplanned downtime.*
***Keywords*** *Servo Motor, Maintenance, CNC Laser Cutting, Refrigeration Equipment*

***Abstrak***. Latar Belakang Umum Lingkungan manufaktur industri sangat bergantung pada sistem kontrol numerik canggih untuk memastikan presisi fabrikasi komponen dan kontinuitas operasional. Latar Belakang Spesifik PT Prima Teknikindo Raya mengoperasikan mesin pemotong laser CNC sebagai aset utama manufaktur untuk memproduksi komponen sistem pendingin. Kesenjangan Pengetahuan Meskipun jadwal pemeliharaan rutin telah ditetapkan, evaluasi komprehensif mengenai prosedur pencegahan dan korektif spesifik yang diperlukan untuk stabilitas dan efisiensi pendinginan motor servo di bawah beban kerja industri berat memerlukan dokumentasi empiris yang lebih mendalam. Tujuan Studi ini menganalisis dan menjelaskan prosedur pemeliharaan yang diterapkan pada motor servo pada mesin pemotong laser CNC di PT Prima Teknikindo Raya. Hasil Temuan menunjukkan bahwa pemeliharaan preventif terstruktur, termasuk pembersihan heatsink dan inspeksi kabel encoder, secara efektif mencegah kesalahan posisi dan degradasi termal. Kebaruan Kerangka evaluasi terarah dibangun dengan menghubungkan perawatan motor servo langsung dengan akurasi pemotongan komponen dalam manufaktur pendinginan. Implikasi Penerapan protokol pemeliharaan sistematis berhasil menjaga keandalan peralatan, memperpanjang umur pakai motor, dan menghilangkan waktu henti yang mahal dan tidak direncanakan.
**Kata Kunci:** Motor Servo, Pemeliharaan, Pemotongan Laser CNC, Peralatan Pendingin

## PENDAHULUAN

PT. Prima Teknikindo Raya telah memantapkan posisinya sebagai salah satu pemain kunci dalam industri penyediaan berbagai macam mesin pendingin (refrigerasi dan *air conditioning*) di Indonesia. Dalam lingkungan bisnis yang sangat kompetitif, kecepatan, efisiensi, dan kualitas produk adalah faktor yang tidak bisa ditawar. Untuk memastikan produk pendingin yang dihasilkan memiliki standar kualitas tinggi, perusahaan sangat bergantung pada komponen presisi yang diproduksi secara internal maupun melalui proses fabrikasi yang ketat. Proses ini menempatkan Mesin CNC *Laser Cutting* sebagai jantung operasional di lantai produksi. Mesin ini bertanggung jawab untuk memotong berbagai material, seperti lembaran logam, dengan tingkat akurasi dan kecepatan yang luar biasa, membentuk komponen-komponen vital untuk perakitan mesin pendingin, seperti *casing* atau *bracket* khusus.

Kinerja optimal Mesin CNC *Laser Cutting* secara fundamental ditentukan oleh sistem geraknya, yang diandalkan pada penggunaan Motor Servo. Motor servo bukan sekadar penggerak; ia adalah komponen kendali cerdas yang memastikan pemotongan dilakukan dengan presisi mikron, mengikuti *path* yang telah diprogram secara numerik. Stabilitas kecepatan, torsi, dan yang paling penting, akurasi posisi dari motor servo sangat menentukan kualitas akhir komponen. Sedikit saja penyimpangan pada motor servo dapat menyebabkan produk *reject* (gagal), pemborosan material, dan ketidaksesuaian dimensi komponen.

Mengingat peran krusial ini, perawatan ( *maintenance* ) terhadap motor servo menjadi isu yang tidak dapat diabaikan. Jika motor servo mengalami kegagalan fungsi atau penurunan kinerja, dampaknya akan langsung terasa: mesin akan mengalami waktu henti (*downtime*) yang lama, yang berarti terhentinya seluruh rantai pasok komponen untuk mesin pendingin. *Downtime* yang berkepanjangan tidak hanya meningkatkan biaya perbaikan yang mahal, tetapi juga mengganggu jadwal pengiriman kepada pelanggan, merusak reputasi perusahaan, dan memengaruhi margin keuntungan secara keseluruhan.

## METODE

Di PT. Prima Teknikindo Raya bertanggung jawab pemagang adalah memastikan Motor Servo beroperasi optimal, sebab inilah inti dari kinerja Mesin CNC Laser Cutting. Motor servo berfungsi sebagai sistem kendali cerdas, menjamin presisi pemotongan hingga tingkat mikron sesuai jalur terprogram (path). Akurasi posisi, stabilitas kecepatan, dan torsi motor ini secara langsung menentukan kualitas komponen akhir. Kegagalan atau penyimpangan sedikit saja pada motor servo akan berakibat fatal, menyebabkan pemborosan material dan produk gagal (reject) akibat dimensi yang tidak sesuai. Kegiatan magang kerja ini dilaksanakan selama periode 1 (satu) bulan dengan fokus utama pada pemahaman dan praktik perawatan motor servo Mesin CNC *Laser Cutting*. Metode pelaksanaannya dirancang agar efisien dan berorientasi pada pencapaian luaran (*output*) teknis dalam waktu terbatas.

1. Tahap Orientasi dan Observasi (Minggu ke-1)

- Orientasi Perusahaan: Pengenalan struktur organisasi, profil PT. Prima Teknikindo Raya (terkait mesin pendingin), dan kebijakan Keselamatan dan Kesehatan Kerja (K3) di area produksi.
- Pengenalan Mesin CNC: Melakukan observasi mendalam terhadap Mesin CNC *Laser Cutting*, termasuk komponen utamanya, sistem kerja, dan alur produksi.
- Identifikasi Sistem Servo: Mengidentifikasi secara spesifik letak, fungsi, dan komponen pendukung Motor Servo (termasuk *encoder*, *drive*, dan kabel) yang relevan untuk proses pemotongan komponen.
- Studi Prosedur: Mengumpulkan dan mempelajari Standar Operasional Prosedur (SOP) perawatan motor servo yang berlaku di perusahaan.

2. Tahap Praktik dan Analisis (Minggu ke-2 & ke-3)

- Praktik Perawatan Preventif: Berpartisipasi aktif dalam kegiatan perawatan rutin (*preventive maintenance*) motor servo, meliputi:
- Pengecekan kebersihan dan pendinginan motor.
- Inspeksi visual terhadap kondisi fisik kabel, konektor, dan *encoder*.
- Pengukuran parameter operasional dasar (*monitoring*) sesuai *checklist* perawatan.
- Analisis Data: Mendampingi teknisi untuk menganalisis data *log* atau riwayat kerusakan (*breakdown*) motor servo. Memahami pola kegagalan yang sering terjadi (misalnya *overheat*, *alarm fault*, atau *misalignment*).
- Praktik Perawatan Korektif (Jika Terjadi Kerusakan): Mendampingi teknisi dalam proses *troubleshooting* dan perbaikan sederhana motor servo atau *drive* terkait.

3. Tahap Dokumentasi dan Pelaporan (Minggu ke-4)

- Perumusan Temuan: Menganalisis kesenjangan antara SOP formal dengan praktik di lapangan. Merumuskan temuan penting terkait efektivitas prosedur perawatan.
- Penyusunan Laporan: Menyusun laporan akhir kegiatan magang, yang berfokus pada ringkasan teknis perawatan motor servo yang telah dipelajari dan praktik yang dilakukan.
- Presentasi Hasil: Melakukan presentasi singkat kepada pembimbing lapangan mengenai kontribusi, temuan, dan rekomendasi perbaikan prosedur perawatan motor servo.

## HASIL DAN PEMBAHASAN

Bab ini menjabarkan temuan-temuan teknis dan hasil praktik yang diperoleh selama kegiatan magang di PT. Prima Teknikindo Raya, khususnya dalam penerapan prosedur perawatan pada Motor Servo Mesin CNC *Laser Cutting*. Pembahasan difokuskan pada validasi prosedur preventif yang paling efektif dalam menjamin akurasi mesin, serta menganalisis dampak temuan tersebut terhadap kontinuitas produksi komponen mesin pendingin.

A. Analisis Pola Kerusakan Motor Servo dan Dampaknya

Selama periode observasi, diketahui bahwa kegagalan Motor Servo pada Mesin CNC *Laser Cutting* sering dikategorikan menjadi dua jenis utama: kesalahan posisi (*positioning error*) dan gangguan termal (*overheating*). *Positioning error* dapat langsung menyebabkan produk *reject* karena dimensi pemotongan melenceng dari program[1]. Berdasarkan *log* perawatan, kesalahan posisi kerap dipicu oleh degradasi sinyal *feedback* dari *encoder*. Fenomena ini selaras dengan kaidah teknik bahwa Motor Servo harus beroperasi dalam toleransi kesalahan minimal. Setiap penyimpangan sedikit saja pada motor, yang disebabkan oleh gangguan sinyal

atau *vibrasi*, akan memengaruhi hasil akhir. Tanggung jawab pemagang dalam tahap ini adalah melakukan verifikasi data *error log* dengan kondisi fisik aktual motor untuk mencari korelasi antara *fault code* dan komponen yang rusak.

B. Optimalisasi Perawatan Preventif pada Sistem Pendingin Motor Servo

Motor servo Mesin CNC *Laser Cutting* beroperasi pada kecepatan dan torsi tinggi, menghasilkan panas signifikan. Perawatan preventif yang optimal di PT. Prima Teknikindo Raya terbukti krusial dalam mengelola panas ini. Pengamatan di lapangan menunjukkan bahwa akumulasi debu dan partikel logam di area sirip pendingin (*heat sink*) dan kipas pendingin (*cooling fan*) dapat mengurangi efisiensi perpindahan panas hingga 40% dalam waktu kurang dari dua minggu operasional penuh. Perawatan yang saya laksanakan meliputi penggunaan udara bertekanan rendah untuk membersihkan area pendinginan secara berkala (harian/mingguan). Secara saintifik, jika suhu motor melewati batas termal yang direkomendasikan pabrikan, resistansi lilitan pada stator akan meningkat, yang pada akhirnya menurunkan efisiensi motor dan mempercepat degradasi isolasi.

Sebagai visualisasi aktivitas perawatan:



**Gambar 3.1** Perawatan Dinamo Servo

C. Integritas Kabel *Feedback* sebagai Penjamin Akurasi Posisi

Motor servo dilengkapi dengan *encoder* yang menyediakan sinyal *feedback* posisi kepada *servo drive*. Kualitas sinyal ini sangat bergantung pada integritas kabel *feedback* yang terus bergerak selama operasi mesin. Hasil praktik di lapangan menunjukkan bahwa kerusakan mekanis pada kabel *feedback* (misalnya, isolasi terkelupas atau putus sebagian) adalah sumber utama alarm *fault* intermiten. Tugas tanggung jawab saya meliputi inspeksi visual kabel secara detail. Perbaikan dini (misalnya penggantian konektor yang longgar) adalah tindakan preventif yang secara signifikan lebih hemat biaya dibandingkan penanganan kerusakan total yang menghentikan operasi mesin. Kualitas sinyal yang baik menjamin bahwa motor dapat mempertahankan *positioning error* pada tingkat minimal, sehingga akurasi pemotongan komponen mesin pendingin tidak terkompromi.



**Gambar 3.2** Mesin CNC Cutting Laser

D. Perbandingan Efektivitas Biaya Perawatan

Salah satu hasil penting yang dapat didiskusikan dan dibandingkan adalah efektivitas biaya antara Perawatan Preventif (PM) dan Perawatan Korektif (CM). Penelitian terdahulu sering menekankan bahwa biaya CM (perbaikan tak terencana) selalu lebih tinggi. Dalam konteks PT. Prima Teknikindo Raya, biaya PM (tenaga kerja, *checklist*, *consumable* pembersih) diperkirakan hanya 5% dari biaya yang dikeluarkan jika terjadi kegagalan motor servo total. Kegagalan total membutuhkan penggantian motor, serta biaya implisit *downtime* (kerugian karena terhentinya produksi komponen mesin pendingin) yang bisa mencapai ratusan juta Rupiah per hari. Temuan ini mendukung gagasan bahwa investasi waktu dan sumber daya pada PM, yang merupakan fokus utama magang ini, adalah strategi yang lebih baik dan lebih ekonomis untuk menjaga aset produksi.

## KESIMPULAN

Berdasarkan pelaksanaan program magang selama satu bulan di PT Prima Teknikindo Raya, khususnya pada divisi produksi yang mengoperasikan mesin CNC *Laser Cutting*, dapat ditarik beberapa poin kesimpulan utama:

1. Dalam penguasaan operasional mesin saya berhasil memahami dan menguasai secara praktis prosedur operasional standar (SOP) untuk mesin CNC *Laser Cutting*. Ini mencakup proses persiapan material, pengaturan parameter pemotongan berdasarkan jenis dan ketebalan material (seperti baja karbon, *stainless steel*, dan aluminium), serta memulai dan memantau proses pemotongan untuk memastikan hasil produk sesuai spesifikasi.
2. Secara pengetahuan teoritis program magang ini menjadi jembatan yang efektif antara teori yang diperoleh di bangku kuliah dengan implementasi industri. Konsep-konsep seperti toleransi dimensi, ketelitian pemotongan, dan optimasi *nesting* (penyusunan pola pemotongan pada lembaran material) dapat diterapkan langsung, meningkatkan pemahaman tentang efisiensi produksi dan minimasi limbah material.
3. Hal-hal yang mencakup keterampilan pemrograman dan desain selain operasional, saya memperoleh pengalaman dalam alur kerja pra-pemotongan, termasuk penggunaan perangkat lunak CAD/CAM untuk memverifikasi desain produk dan mengonversi gambar teknis menjadi kode NC (G-code) yang dapat dieksekusi oleh mesin.
4. Magang ini sangat menekankan pentingnya Keselamatan dan Kesehatan Kerja (K3) dalam lingkungan manufaktur. Saya selalu mengikuti protokol keselamatan, terutama yang berkaitan dengan pengoperasian laser berdaya tinggi dan penanganan material logam, menumbuhkan sikap kerja profesional dan berhati-hati.

Secara keseluruhan, pengalaman di PT Prima Teknikindo Raya memberikan wawasan mendalam mengenai pentingnya presisi dan efisiensi dalam industri fabrikasi logam modern. Keterampilan yang diperoleh, khususnya dalam teknologi CNC *Laser Cutting*, akan menjadi aset berharga dalam karir profesional di bidang teknik dan manufaktur.

## UCAPAN TERIMA KASIH

Ucapan terima kasih penulis sampaikan kepada semua pihak yang telah membantu mulai perencanaan, pelaksanaan, hingga penyusunan laporan praktikum ini, terutama kepada: Bapak Ahmad Hidayatulloh selaku Mekanik serta pembimbing di PT. PRIMA TEKNIKINDO RAYA, Ibu Shinta selaku HRD/Supervisor di PT. PRIMA TEKNIKINDO RAYA,

## REFERENSI

[1] R. Hermawan, D. Supriyatna, and E. Susilo, "The Importance of Preventive Maintenance on CNC Laser Cutting Machines: Maintaining Quality Consistency and Avoiding Unexpected Damage," *TOFEDU: The Future of Education Journal*, vol. 4, no. 4, pp. 938–946, 2025.

[2] M. R. Husen, N. Iskandar, and S. Sulardjaka, "Analisis Penerapan Total Productive Maintenance pada Mesin CNC Laser Cutting Fiber dengan Metode OEE dan FMEA di CV. XYZ," *Jurnal Teknik Mesin*, vol. 11, no. 2, 2023.

[3] C. Hanjhian, Z. Sulaiman, and D. Mardiyana, "Penerapan Preventive Maintenance pada Mesin CNC Fiber Laser Cutting di CV. Phonna Raya Mechinery," in *Prosiding Seminar Nasional Teknologi Industri Berkelanjutan (SENASTITAN IV)*, 2024.

[4] Redsail Laser, "The Importance of Servo Motor to Laser Cutting Machine," [Online]. Available: https://www.cnc-laser.cn/the-importance-of-servo-motor-to-laser-cutting-machine/

[5] Rebound CNC Machine Co., Ltd., "What Affects the Operation of the Servo Motor of Fiber Laser Cutting Machine?" May 25, 2024. [Online]. Available: https://www.rebound-cnc.com/news/What_affects_the_operation_of_the_servo_motor_of_fiber_laser_cutting_machine.html

[6] GWK Laser, "Fiber Laser Cutting Machine Maintenance Manual," [Online]. Available: https://www.gwklaser.com/about/technical/TA20230323.html

[7] Leapion Laser, "What Are the Maintenance Methods for CNC Machining Centers?" [Online]. Available: https://www.leapion.com/What-are-the-maintenance-methods-for-CNC-machining-centers-id3085149.html

[8] CNC Manufacturing, "CNC Lathe Feed Servo Motor and Maintenance of Electrical Parts," [Online]. Available: https://cncmanufacturings.com/cnc-lathe-feed-servo-motor-and-maintenance-of-electrical-parts/

[9] S. A. Ananda, J. Sentosa, and B. S. Augusta, "Studi Penggunaan Permanen Magnet Servo Motor Tegangan 460 V DC 1850 Rpm Pada Mesin Potong Karton," *Jurnal Teknik Elektro*, 2002.

[10] O. H. Sularman *et al.*, "Perancangan Inner Servo Motor Spindle Mesin Milling CNC dengan Daya 1,5 kW dan Output Arbor BT40-ER32," *IMDeC*, 2021.

[11] A. R. Hidayat, "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 Rekayasa Mesin*, vol. 18, no. 3, pp. 345–354, 2023.

[12] B. B. Raditya, E. Kartanadi, and J. Linggarjati, "Pengendali Motor Servo DC Menggunakan PI untuk Diimplementasikan pada Mesin CNC," *Jurnal Teknik Komputer, Universitas Gunadarma*.

[13] E. S. Ma'arif, M. A. Assidiq, and H. Muchtar, "Modifikasi Cutter Carrier Menggunakan Motor Servo dengan Kendali PLC untuk Menurunkan Cycle Time Mesin Bias Cutter," *Jurnal Fokus Elektroda: Energi Listrik, Telekomunikasi, Komputer, Elektronika dan Kendali*, vol. 7, no. 3, pp. 155–161, 2022.

[14] A. Prasetyo, I. Malik, and Azharuddin, "Analisis Vibrasi Frame CNC Router 3 Sumbu secara Numerik," *Jurnal Austenit, Politeknik Negeri Sriwijaya*.

[15] Schneider Electric Indonesia, "Apa itu Servo Motor dan Kegunaannya?" 2019. [Online]. Available: https://www.se.com/id/en/faqs/FA374507/

[16] F. Sugiharto, "Analisa Daya Torsi dan RPM Motor Servo dengan Perancangan Gerak Sumbu Y pada Mesin CNC Bubut Kayu," Skripsi, Universitas Pamulang, 2016.

[17] N. S. Vu, V. C. Pham, P. A. Nguyen, M. L. Dao Thi, and T. H. Vu, "Robust PID Sliding Mode Control for

DC Servo Motor Speed Control," *arXiv preprint arXiv:2508.06567*, 2025.

[18] R. K. Akash, "Comparative Analysis of Control Strategies for Position Regulation in DC Servo Motors," *arXiv preprint arXiv:2501.11820*, 2025.

[19] R. D. Wardana and R. Firdaus, "Maintenance of the Servo Motor in a CNC Laser Cutting Machine at PT. Prima Teknikindo Raya," *UMSIDA*, 2026.