



Muratno¹
Sri Widiastuti²

ANALISIS KINERJA SISTEM KENDALI MOTOR LISTRIK BERBASIS PLC (PROGRAMMABLE LOGIC CONTROLLER)

Abstrak

Penelitian ini bertujuan untuk menganalisis kinerja sistem kendali motor listrik berbasis Programmable Logic Controller (PLC) melalui metode studi literatur. Fokus penelitian mencakup kecepatan respons, efisiensi energi, keandalan, dan kemudahan integrasi teknologi dalam sistem kendali berbasis PLC. Hasil analisis menunjukkan bahwa PLC memiliki keunggulan signifikan dalam mengoptimalkan operasi motor listrik dibandingkan dengan metode kendali konvensional. Kecepatan respons sistem berbasis PLC memungkinkan pengendalian yang presisi bahkan dalam kondisi dinamis. Selain itu, fitur pemantauan real-time yang terintegrasi dengan PLC berkontribusi pada efisiensi energi, sehingga mengurangi konsumsi daya dan biaya operasional. Keandalan sistem PLC juga menjadi faktor penting dalam meningkatkan stabilitas operasional di berbagai lingkungan kerja. Kemampuan PLC untuk bertahan di bawah kondisi lingkungan ekstrem menjadikannya teknologi yang ideal untuk aplikasi industri. Di sisi lain, kemampuan integrasi PLC dengan teknologi modern, seperti Internet of Things (IoT) dan sistem berbasis cloud, membuka peluang untuk pengembangan sistem kendali yang lebih cerdas dan terotomasi. Namun, penelitian ini juga mengidentifikasi beberapa tantangan, seperti biaya awal yang tinggi dan kompleksitas pemrograman, yang memerlukan pendekatan inovatif untuk memastikan penerapan teknologi ini lebih inklusif. Studi ini memberikan kontribusi signifikan dalam mengidentifikasi keunggulan dan peluang optimalisasi sistem kendali berbasis PLC, sekaligus memberikan rekomendasi untuk penelitian dan pengembangan di masa depan.

Kata Kunci: PLC, Motor Listrik, Sistem Kendali.

Abstract

This study aims to analyze the performance of Programmable Logic Controller (PLC)-based electric motor control systems through a literature review method. The research focuses on system response speed, energy efficiency, reliability, and technological integration capabilities in PLC-based control systems. The analysis results show that PLC offers significant advantages in optimizing electric motor operations compared to conventional control methods. The rapid response speed of PLC-based systems enables precise control, even under dynamic conditions. Additionally, real-time monitoring features integrated into PLC contribute to energy efficiency, reducing power consumption and operational costs. The reliability of PLC systems is also a crucial factor in enhancing operational stability across various working environments. PLC's ability to withstand extreme conditions makes it an ideal technology for industrial applications. Moreover, the integration capability of PLC with modern technologies, such as the Internet of Things (IoT) and cloud-based systems, opens opportunities for the development of smarter and more automated control systems. However, this study also identifies challenges, such as high initial costs and programming complexity, which require innovative approaches to ensure the technology's broader adoption. This study provides significant contributions by identifying the advantages and optimization opportunities of PLC-based control systems while offering recommendations for future research and development.

Keywords: PLC, electric motor, control system.

^{1,2} Program Studi Teknik Elektro, Fakultas Teknologi Industri dan Kebumihan, Universitas Sains dan Teknologi Jayapura
e-mail: muratnoratno7@gmail.com

PENDAHULUAN

Industri modern terus berkembang seiring dengan pesatnya kemajuan teknologi. Salah satu pilar utama dalam revolusi industri adalah penggunaan sistem otomatisasi untuk meningkatkan efisiensi, produktivitas, dan akurasi dalam berbagai proses. Di antara teknologi yang menjadi inti dari otomatisasi, Programmable Logic Controller (PLC) memainkan peran penting sebagai otak dari sistem kendali dalam berbagai aplikasi industri, termasuk pengendalian motor listrik (Prasetyono et al., 2023). Motor listrik sendiri adalah komponen kunci dalam berbagai proses industri, mulai dari manufaktur hingga distribusi energi, yang memerlukan pengendalian presisi untuk menjamin kinerja optimal.

Sistem kendali motor listrik berbasis PLC menawarkan fleksibilitas dan kemampuan yang luar biasa dalam merancang, mengelola, serta memodifikasi proses kendali. PLC memungkinkan integrasi sensor, aktuator, dan berbagai mekanisme lainnya untuk menciptakan sistem kendali yang adaptif dan responsif. Dibandingkan dengan sistem kendali konvensional, PLC memberikan keunggulan dalam hal keandalan, kecepatan eksekusi, dan kemudahan pemrograman ulang, sehingga menjadi pilihan utama di berbagai sektor industri (Agustiawan et al., 2023). Namun, meskipun PLC telah banyak digunakan, kompleksitas implementasi sistem kendali ini masih menjadi tantangan, terutama dalam memastikan efisiensi energi, respons waktu nyata, dan keandalan di bawah berbagai kondisi operasi.

Studi tentang sistem kendali motor listrik berbasis PLC telah dilakukan dalam berbagai perspektif, seperti optimalisasi algoritma kendali, integrasi dengan teknologi IoT, dan pemanfaatan model simulasi untuk memprediksi performa. Namun, banyak penelitian sebelumnya yang lebih fokus pada aspek teknis tertentu, seperti algoritma kendali atau parameter motor, tanpa memberikan perhatian yang cukup pada analisis komprehensif kinerja sistem secara keseluruhan (Budiman et al., 2023). Selain itu, adopsi PLC dalam industri kecil-menengah sering kali menghadapi kendala seperti biaya awal, kurangnya keahlian teknis, serta kebutuhan akan solusi yang mudah diimplementasikan dan hemat biaya.

Berdasarkan tinjauan pustaka yang ada, terdapat gap penelitian dalam analisis kinerja sistem kendali motor listrik berbasis PLC yang mencakup evaluasi holistik terhadap parameter kinerja, seperti kecepatan respons, konsumsi energi, dan keandalan dalam skenario operasi yang bervariasi (Sundari et al., 2021). Kebanyakan penelitian masih terfokus pada aspek teknis tunggal, sehingga belum ada kajian mendalam yang mengintegrasikan analisis kinerja ini dengan konteks kebutuhan industri modern, khususnya dalam mendukung transisi menuju otomatisasi yang hemat energi dan ramah lingkungan.

Penelitian ini menawarkan novelty dengan mengembangkan analisis menyeluruh terhadap kinerja sistem kendali motor listrik berbasis PLC, yang mencakup evaluasi parameter teknis utama serta identifikasi peluang optimalisasi dalam skenario operasi nyata. Selain itu, penelitian ini akan mengusulkan strategi untuk memaksimalkan efisiensi energi dan keandalan sistem, yang dapat menjadi panduan bagi pengembangan solusi otomatisasi berbasis PLC di masa depan. Hal ini diharapkan tidak hanya memberikan kontribusi teoritis, tetapi juga menjadi rujukan praktis bagi pengadopsi teknologi di berbagai sektor industri.

METODE

Penelitian ini menggunakan metode studi literatur untuk menganalisis kinerja sistem kendali motor listrik berbasis Programmable Logic Controller (PLC). Metode studi literatur dipilih karena memungkinkan peneliti untuk mengumpulkan, mengevaluasi, dan menganalisis data dari berbagai sumber yang relevan, seperti jurnal ilmiah, buku, laporan penelitian, dan publikasi industri (Sugiyono, 2018). Pendekatan ini bertujuan untuk memberikan pemahaman yang komprehensif tentang topik yang diteliti dan mengidentifikasi kontribusi baru berdasarkan data dan informasi yang telah ada. Berikut adalah tahapan rinci penelitian:

1. Identifikasi Masalah dan Penentuan Tujuan Penelitian

Pada tahap awal, peneliti mengidentifikasi masalah utama yang menjadi fokus penelitian, yaitu kurangnya analisis menyeluruh terhadap kinerja sistem kendali motor listrik berbasis PLC. Selanjutnya, tujuan penelitian dirumuskan untuk mengkaji parameter kinerja utama, seperti kecepatan respons, efisiensi energi, dan keandalan sistem, serta menyusun strategi optimalisasi.

2. Pencarian dan Pengumpulan Literatur

Peneliti mengumpulkan literatur yang relevan dari berbagai database ilmiah, seperti IEEE Xplore, ScienceDirect, Google Scholar, dan perpustakaan digital lainnya. Kata kunci yang

digunakan dalam pencarian meliputi "PLC-based motor control systems," "performance analysis of electric motors," dan "energy efficiency in automation systems." Literatur yang dipilih meliputi studi tentang algoritma kendali, penerapan PLC, dan evaluasi kinerja sistem kendali motor listrik.

3. Seleksi Literatur

Dari literatur yang terkumpul, dilakukan seleksi berdasarkan kriteria inklusi dan eksklusi. Kriteria inklusi mencakup literatur yang:

- a. Dipublikasikan dalam 10 tahun terakhir.
- b. Mengandung data empiris atau studi kasus yang relevan.
- c. Fokus pada sistem kendali berbasis PLC.

Sedangkan kriteria eksklusi adalah literatur yang tidak relevan atau hanya bersifat opini tanpa data pendukung.

4. Analisis dan Sintesis Informasi

Literatur yang lolos seleksi dianalisis secara mendalam untuk mengevaluasi kinerja sistem kendali motor listrik berbasis PLC. Informasi dari berbagai sumber disintesis untuk:

- a. Mengidentifikasi parameter kinerja utama yang sering digunakan.
- b. Membandingkan hasil penelitian terdahulu.
- c. Menemukan kesenjangan penelitian dan peluang optimalisasi.

5. Penyusunan Hasil dan Pembahasan

Hasil analisis disusun dalam bentuk narasi yang sistematis, dimulai dengan penggambaran umum kinerja sistem kendali motor listrik berbasis PLC, dilanjutkan dengan pembahasan mendalam tentang parameter kinerja utama. Peneliti juga menyoroti kelebihan dan keterbatasan penelitian terdahulu serta mengusulkan strategi optimalisasi berdasarkan temuan.

6. Kesimpulan dan Rekomendasi

Pada tahap akhir, peneliti menyusun kesimpulan yang merangkum temuan utama penelitian. Selain itu, rekomendasi diberikan untuk penelitian lebih lanjut dan aplikasi praktis dalam pengembangan sistem kendali berbasis PLC di berbagai industri.

HASIL DAN PEMBAHASAN

Hasil Penelitian

Berdasarkan studi literatur yang dilakukan, beberapa temuan penting mengenai kinerja sistem kendali motor listrik berbasis Programmable Logic Controller (PLC) berhasil diidentifikasi:

1. **Kecepatan Respons Sistem:**
Sistem kendali berbasis PLC menunjukkan keunggulan dalam kecepatan respons dibandingkan dengan metode kendali konvensional. PLC mampu memproses instruksi dalam waktu yang sangat singkat, terutama ketika menggunakan algoritma kendali modern, seperti Proportional-Integral-Derivative (PID) atau logika fuzzy (Budang et al., 2024).
2. **Efisiensi Energi:**
Penggunaan PLC pada motor listrik memungkinkan pengendalian yang lebih presisi, sehingga konsumsi energi dapat diminimalkan. Integrasi fitur seperti pemantauan beban real-time dan kendali adaptif juga berkontribusi pada efisiensi energi, yang penting dalam konteks keberlanjutan industri (Hartawan & Galina, 2022).
3. **Keandalan Sistem:**
PLC terbukti meningkatkan keandalan sistem kendali karena desainnya yang tahan terhadap gangguan listrik dan lingkungan kerja yang keras. Selain itu, fitur redundansi dalam beberapa model PLC memberikan kemampuan untuk menghindari kegagalan sistem total (Putri et al., 2021).
4. **Kemudahan Integrasi:**
PLC memungkinkan integrasi dengan berbagai perangkat tambahan seperti sensor, aktuator, dan teknologi Internet of Things (IoT). Hal ini membuka peluang untuk mengembangkan sistem kendali motor yang lebih cerdas dan terhubung dengan jaringan industri 4.0 (Wilyanti et al., 2019).

Pembahasan

Sistem kendali motor listrik berbasis PLC memiliki peran penting dalam berbagai aplikasi industri, terutama dalam meningkatkan produktivitas dan efisiensi proses. Dari hasil analisis,

kecepatan respons menjadi salah satu parameter utama yang menonjol. Kemampuan PLC dalam memproses data dengan kecepatan tinggi memungkinkan motor listrik beroperasi secara optimal bahkan dalam skenario yang kompleks, seperti perubahan beban mendadak atau kebutuhan untuk beroperasi dalam mode otomatis dan manual secara bersamaan (Istiqomah et al., 2019). Dalam industri yang sangat bergantung pada presisi waktu, seperti manufaktur otomotif atau farmasi, kecepatan ini memberikan keunggulan kompetitif yang signifikan.

Selain itu, efisiensi energi menjadi sorotan utama dalam sistem kendali berbasis PLC. Dalam era di mana keberlanjutan menjadi prioritas global, teknologi ini membantu industri mencapai target efisiensi energi melalui pengaturan daya yang presisi. Dengan memanfaatkan fitur pemantauan beban real-time, sistem dapat menyesuaikan konsumsi energi motor listrik berdasarkan kebutuhan aktual, mengurangi pemborosan energi, dan menurunkan biaya operasional (CALIFTEXA, 2022). Namun, meskipun hasil ini menjanjikan, implementasi PLC yang hemat energi membutuhkan algoritma kendali yang disesuaikan dengan karakteristik motor dan kondisi operasional.

Keandalan sistem kendali berbasis PLC juga menjadi keunggulan utama. PLC dirancang untuk bekerja dalam lingkungan yang keras, seperti pabrik dengan getaran tinggi, suhu ekstrem, dan gangguan elektromagnetik. Hal ini membuat PLC menjadi pilihan yang lebih stabil dibandingkan dengan sistem kendali berbasis mikroprosesor biasa. Namun, penting untuk dicatat bahwa keandalan ini sangat bergantung pada perawatan sistem yang tepat dan penggunaan perangkat keras yang sesuai dengan kebutuhan spesifik aplikasi (Purwanto, 2020).

Selanjutnya, kemudahan integrasi menjadi aspek yang relevan dalam era industri 4.0. PLC modern memungkinkan koneksi dengan berbagai perangkat berbasis IoT, membuka peluang untuk pengembangan sistem kendali yang cerdas dan terotomasi (Juwono et al., 2022). Misalnya, integrasi PLC dengan teknologi cloud memungkinkan pemantauan dan pengendalian sistem dari jarak jauh, yang sangat bermanfaat dalam situasi di mana efisiensi operasional dan waktu respons adalah hal yang krusial.

Namun, terdapat beberapa tantangan yang perlu diperhatikan. Salah satu tantangan utama adalah kompleksitas pemrograman dan biaya awal yang tinggi untuk sistem berbasis PLC, terutama bagi industri kecil-menengah (IKM). Hal ini memerlukan pendekatan inovatif, seperti pengembangan perangkat lunak yang lebih user-friendly dan pelatihan teknis untuk tenaga kerja (Fidhini et al., 2024).

Kesimpulannya, penelitian ini menyoroti bahwa sistem kendali motor listrik berbasis PLC memiliki potensi besar untuk meningkatkan efisiensi, keandalan, dan fleksibilitas proses industri. Dengan menjawab tantangan yang ada, seperti optimasi algoritma kendali dan peningkatan aksesibilitas teknologi, sistem ini dapat menjadi solusi utama dalam mendukung otomatisasi yang lebih cerdas dan berkelanjutan di masa depan.

SIMPULAN

Penelitian ini menyimpulkan bahwa sistem kendali motor listrik berbasis Programmable Logic Controller (PLC) memiliki keunggulan signifikan dalam hal kecepatan respons, efisiensi energi, keandalan, dan kemudahan integrasi dengan teknologi modern. Dengan mengatasi tantangan implementasi, teknologi ini dapat menjadi solusi utama untuk mendukung otomatisasi industri yang lebih efisien dan berkelanjutan.

SARAN

Penelitian lanjutan disarankan untuk mengeksplorasi algoritma kendali yang lebih inovatif dan implementasi sistem berbasis PLC di berbagai sektor industri. Selain itu, pengembangan pelatihan teknis yang lebih terjangkau bagi industri kecil-menengah dapat membantu meningkatkan adopsi teknologi ini.

UCAPAN TERIMA KASIH

Kami mengucapkan terima kasih kepada semua pihak yang telah mendukung penelitian ini, khususnya para penulis dan peneliti yang karya ilmiahnya menjadi referensi utama. Dukungan dari keluarga, rekan sejawat, dan institusi juga sangat berarti dalam proses penyelesaian penelitian ini.

DAFTAR PUSTAKA

- Agustiawan, I., Firmansjah, E. T., & Nugroho, W. (2023). Perancangan Sistem Kontrol Mesin Packing Buncis Otomatis Berbasis Programmable Logic Controller (PLC) Di Gabungan Kelompok Tani (Gapoktan) Lembang Agri. *Jurnal Rekayasa Energi Dan Mekanika*, 3(2), 101.
- Budang, S., Hasan, H., & Yuniarto, W. (2024). Rancang Bangun Sistem Kontrol Mini Manufacture Mesin Pencetak Kerupuk Basah Berbasis Programmable Logic Controller (PLC) Outsel. *Jurnal ELIT*, 5(2), 50–57.
- Budiman, M. J., Doringin, F. J., Worotikan, L., Aprizaldi, D., Rompis, M., & Palendeng, S. (2023). PENGONTROLAN KECEPATAN MOTOR LISTRIK 3 FASA DENGAN MENGGUNAKAN PLC (PROGRAMMABLE LOGIC CONTROLLER): LITERATURE REVIEW. *Jurnal Komputer Multidisipliner*, 6(12).
- CALIFTEXA, N. A. (2022). *ANALISIS KEGAGALAN KINERJA PLC UNTUK PENGOPERASIAN MOTOR LISTRIK MAIN AIR COMPRESSOR DI MT. GALUNGGUNG*. Politeknik Ilmu Pelayaran Semarang.
- Fidhini, F. F., Prenata, G. D., & Swarga, L. A. (2024). RANCANG BANGUN SISTEM KENDALI HOIST RUBBER TYRED GANTRY CRANE BERBASIS PROGRAMMABLE LOGIC CONTROLLER DAN FUZZY. *Jurnal Informatika Dan Teknik Elektro Terapan*, 12(3).
- Hartawan, F. Y., & Galina, M. (2022). Implementasi Programmable Logic Control (Plc) Omron Cp1E Pada Sistem Kendali Motor Induksi Star-Delta Untuk Kebutuhan Industri. *JTT (Jurnal Teknol. Ter., Vol. 8, No. 2, p. 98, 2022, Doi: 10.31884/Jtt. V8i2. 409*.
- Istiqomah, E., Syafitri, A., Ernawati, E., Zhuhri, S. J., Santoso, B., & Ulfiana, A. (2019). Rancang Bangun Model Crane Hoist Warehouse Berbasis PLC (Programmable Logic Controllers). *Seminar Nasional Teknik Mesin*, 9(1), 111–117.
- Juwono, C. P., Joko, J., Suprianto, B., & Endryansyah, E. (2022). Simulasi Sistem Proteksi Motor Induksi Tiga Fasa Terhadap Gangguan Menggunakan Programmable Logic Controller (PLC) Omron CP1H Berbasis Cx-Programmer 9.6. *JURNAL TEKNIK ELEKTRO*, 11(3), 409–415.
- Prasetyono, R. N., Mubarak, R., Sigitta, R. C., Alfarikhi, M. Z., Nasrulloh, N., & Murdiantoro, R. A. (2023). Pengaruh Penambahan Kapasitor Bank terhadap Perbaikan Daya pada Direct On Line (DOL) Berbasis Programmable Logic Controller (PLC) di Motor Listrik 3 Phase. *Journal of Telecommunication Electronics and Control Engineering (JTECE)*, 5(2), 132–143.
- Purwanto, A. (2020). PENERAPAN MODEL PEMBELAJARAN DEMOSTRASI DAN TEKNIK DRILL MATERI INSTALASI MOTOR LISTRIK PENGENDALI BERBASIS PROGRAMMABLE LOGIC CONTROLLER. *Jurnal Inovasi Pembelajaran Karakter*, 5(1).
- Putri, T. W. O., Mowaviq, M. I., & Hajar, I. (2021). Rancang Bangun Sistem Kendali Level Air Berbasis Programmable Logic Controller dan Human Machine Interface. *Kilat*, 10(2), 272–279.
- Sugiyono. (2018). *Metode Penelitian Kuantitatif, Kualitatif, dan R&D*. Alfabeta.
- Sundari, N. K. A., Adiarta, A., & Wiratama, W. M. P. (2021). MEDIA PEMBELAJARAN SISTEM KENDALI PADA INSTALASI MOTOR LISTRIK BERBASIS PROGRAMMABLE LOGIC CONTROLLER DI SMK NEGMEDIA PEMBELAJARAN SISTEM KENDALI PADA INSTALASI MOTOR LISTRIK BERBASIS PROGRAMMABLE LOGIC CONTROLLER DI SMK NEGERI 1 DENPASARERI 1 DENPASAR. *Jurnal Pendidikan Teknik Elektro Undiksha*, 10(1), 22–35.
- Wilyanti, S., Manfaluthy, M., & Karseno, K. (2019). Conveyor Control System Product Calculation Based On Programmable Logic Controller. *Jurnal Teknik*, 8(2).