



RANCANG BANGUN KONTROL KECEPATAN MOTOR INDUKSI TIGA FASA PADA TRANSPORT FAN MENGGUNAKAN ARDUINO MEGA 2560

Suyanto¹, Aulidina Dwi Nur Andriyanti²

^{1,2}Program Studi Teknik Elektro, Fakultas Teknik, Universitas Kahuripan Kediri

¹Suyanto@students.kahuripan.ac.id, ²Aulidina@kahuripan.ac.id

Abstrak

Transport fan merupakan komponen penting yang digerakkan oleh motor induksi tiga fasa dan memiliki dua siklus kecepatan, yaitu kecepatan lambat saat material penuh dan kecepatan cepat saat kebutuhan material tinggi. Untuk mengatur kecepatan tersebut secara otomatis dan efisien, digunakan mikrokontroler Arduino Mega 2560 yang terintegrasi dengan inverter Mitsubishi E700. Inverter ini mengubah tegangan menjadi frekuensi untuk mengatur kecepatan motor. Sistem kontrol kecepatan ini menerima masukan dari *pressure transducer* guna menyesuaikan kecepatan motor sesuai kebutuhan proses. Selain itu, sistem juga dilengkapi sensor kecepatan yang dirancang secara sederhana dan ekonomis untuk memberikan umpan balik kecepatan secara akurat. Hasil implementasi menunjukkan bahwa sistem mampu mengatur kecepatan motor secara responsif dan stabil sesuai *input* pengguna, serta motor mampu mencapai kecepatan target 821 Rpm pada saat *output* frekuensi inverter maksimal 48,75Hz. Sistem ini menjadi solusi yang optimal dalam pengaturan kecepatan motor induksi untuk aplikasi *transport fan*, dibuktikan dengan slip yang didapatkan antara 0 sampai 1.

Kata kunci: Transport fan; Arduino mega 2560; Inverter; Sensor kecepatan.

Abstract

Transport fan is an important component driven by a three-phase induction motor and has two speed cycles, namely slow speed when the material is full and fast speed when the material requirement is high. To regulate the speed automatically and efficiently, an Arduino Mega 2560 microcontroller is used which is integrated with a Mitsubishi E700 inverter. This inverter converts voltage to frequency to regulate the motor speed. This speed control system receives input from a pressure transducer to adjust the motor speed according to process requirements. In addition, the system is also equipped with a speed sensor that is designed simply and economically to provide accurate speed feedback. The implementation results show that the system is able to regulate the motor speed responsively and stably according to user input, and the motor is able to reach a target speed of 821 Rpm when the inverter output frequency is a maximum of 48.75Hz. This system is an optimal solution in regulating the speed of induction motors for transport fan applications, as evidenced by the slip obtained between 0 and 1.

Article History:

Received: July 2025

Reviewed: July 2025

Published: July 2025

Plagiarism Checker No 234

Prefix DOI :

10.8734/Kohesi.v1i2.365

Copyright : Author

Publish by : Kohesi



This work is licensed under a [Creative Commons Attribution-NonCommercial 4.0 International License](https://creativecommons.org/licenses/by-nc/4.0/)



Keywords: <i>Transport fan; Arduino mega 2560; Inverter; Speed sensor.</i>	
---	--

PENDAHULUAN

Motor induksi tiga fasa merupakan salah satu perangkat elektromekanis yang paling banyak digunakan dalam dunia industri modern, khususnya dalam bidang penggerak mesin-mesin produksi seperti *compressor, pump, blower, hingga transport fan*. Keunggulannya terletak pada struktur yang sederhana, harga yang relatif murah, keandalan tinggi, serta efisiensi kerja yang cukup baik [1]. Namun, salah satu kekurangan signifikan dari motor ini adalah keterbatasannya dalam pengaturan kecepatan karena kecepatan motor bergantung langsung pada frekuensi sumber arus bolak-balik yang diberikan.

Pada sektor industri tekstil, *transport fan* digunakan untuk mendistribusikan material kapas dari satu mesin ke mesin lainnya. Perubahan kebutuhan pasokan material kapas pada mesin *carding* memerlukan sistem penggerak yang mampu menyesuaikan kecepatan motor secara dinamis dan presisi. Metode konvensional yang umum digunakan seperti penggantian *pulley* untuk menyesuaikan kecepatan tidak cukup responsif dan tidak dapat dilakukan secara *real-time*, sehingga dapat menimbulkan ketidakseimbangan suplai bahan dan mengganggu kelancaran produksi.[1]

Untuk menjawab kebutuhan tersebut, solusi berbasis sistem kendali elektronik menjadi relevan. Salah satu pendekatan yang layak diterapkan adalah penggunaan *mikrokontroler* sebagai pusat kendali sistem. Dalam hal ini, *Arduino Mega 2560* dipilih karena memiliki banyak pin *I/O*, kemampuan komunikasi serial yang baik, serta kompatibilitas tinggi dengan sensor dan perangkat lunak terbuka (*open-source software*) [7]. Dengan menggunakan algoritma kontrol yang dikembangkan melalui pemrograman *Arduino IDE*, mikrokontroler dapat mengatur frekuensi dan tegangan keluaran dari *inverter* untuk mengatur kecepatan motor induksi secara proporsional.

Sistem ini juga dilengkapi dengan sensor kecepatan tipe *proximity PNP* yang berfungsi sebagai umpan balik (*feedback*) dalam loop kontrol tertutup (*closed-loop system*). Data yang diperoleh dari sensor ini diproses oleh mikrokontroler untuk membandingkan nilai referensi (*setpoint*) dengan kondisi aktual, sehingga sistem dapat memberikan koreksi secara otomatis. Selain itu, *Human Machine Interface (HMI)* digunakan sebagai antarmuka visual untuk menampilkan parameter sistem dan mempermudah proses pengawasan serta pengendalian oleh operator.

Berdasarkan beberapa studi sebelumnya, pendekatan penggunaan *Variable Frequency Drive (VFD)* berbasis *Arduino Mega 2560* terbukti efektif dalam mengendalikan kecepatan motor induksi dengan hasil yang stabil dan responsif [5]. Dengan mengacu pada latar belakang tersebut, penelitian ini bertujuan untuk merancang dan mengimplementasikan sistem kontrol kecepatan motor induksi tiga fasa yang terintegrasi, andal, dan efisien guna mendukung proses produksi pada industri tekstil secara berkelanjutan.



TINJAUAN PUSTAKA

Motor induksi merupakan jenis motor listrik yang paling banyak digunakan dalam industri karena konstruksinya yang sederhana, biaya rendah, serta ketahanan terhadap lingkungan kerja yang keras. Salah satu kelemahan utama dari motor ini adalah kesulitannya dalam mengatur kecepatan, karena bersifat nonlinier dan memiliki parameter-parameter variabel seperti resistansi rotor dan fluks magnetik. Kontrol kecepatan motor induksi banyak dilakukan dengan teknik *Variable Frequency Drive (VFD)* yang memanfaatkan prinsip rasio tegangan terhadap frekuensi (*volt per hertz* atau *V/f*) yang konstan untuk menjaga kestabilan fluks magnetik motor [5].

Penelitian oleh Irawan et al. [5] merancang sistem *VFD* berbasis *Arduino Mega 2560* dan menunjukkan bahwa pengaturan frekuensi dalam rentang 0-50 Hz secara proporsional dapat mengontrol tegangan, arus, dan kecepatan motor dengan stabil. Pendekatan ini memungkinkan kontrol kecepatan motor induksi yang lebih presisi dan efisien, serta membuka peluang untuk integrasi dengan sistem kendali berbasis sensor.

Dalam sistem kontrol berbasis mikrokontroler, peran dari *Arduino Mega 2560* sangat penting. Mikrokontroler ini memiliki 54 pin digital I/O, 16 pin analog input, serta *flash memory* sebesar 256 KB, menjadikannya ideal untuk aplikasi pengolahan sinyal dan kendali motor. Mikrokontroler ini juga dilengkapi dengan dua port UART, yang sangat berguna untuk komunikasi serial dengan perangkat seperti *inverter* dan *HMI (Human Machine Interface)*.

Dalam konteks pengaturan dan visualisasi sistem, *HMI* tipe Schneider digunakan sebagai antarmuka pengguna untuk menampilkan informasi penting seperti kecepatan motor (*RPM*), tegangan input, dan status sistem. *HMI* modern memungkinkan pengguna mengakses dan mengontrol sistem secara intuitif melalui tampilan grafis berbasis layar sentuh.

Sensor kecepatan juga menjadi bagian penting dalam sistem kontrol tertutup (*closed-loop control system*). Sensor proximity tipe *PNP* digunakan dalam penelitian ini karena dapat mendeteksi objek logam secara non-kontak, dan memberikan sinyal digital ke mikrokontroler saat mendeteksi atau tidak mendeteksi pergerakan rotor motor. Sensor ini memungkinkan sistem memperoleh data aktual kecepatan motor secara *real-time*, yang kemudian digunakan sebagai umpan balik untuk pengaturan *PWM* oleh mikrokontroler.

Penelitian sebelumnya yang relevan adalah karya Rizki Sya'bani et al. [4] yang mengimplementasikan sistem kontrol motor AC berbasis *Arduino Uno* untuk sistem pendingin *evaporative*. Mereka menunjukkan adanya hubungan linier antara tegangan input dan kecepatan putar motor, yang memperkuat premis bahwa pengendalian berbasis *Arduino* dapat memberikan hasil yang cukup akurat dan stabil.

Penggunaan *inverter* seperti Mitsubishi E700 pada sistem ini berfungsi mengubah sumber AC menjadi DC lalu mengembalikannya ke AC dengan frekuensi yang dapat diatur. *Inverter* ini menggunakan teknologi *Insulated Gate Bipolar Transistor (IGBT)* untuk meningkatkan efisiensi dan keandalan. Mitsubishi E700 juga dikenal mudah dalam pemrograman dan integrasi dengan sistem kontrol berbasis mikrokontroler.

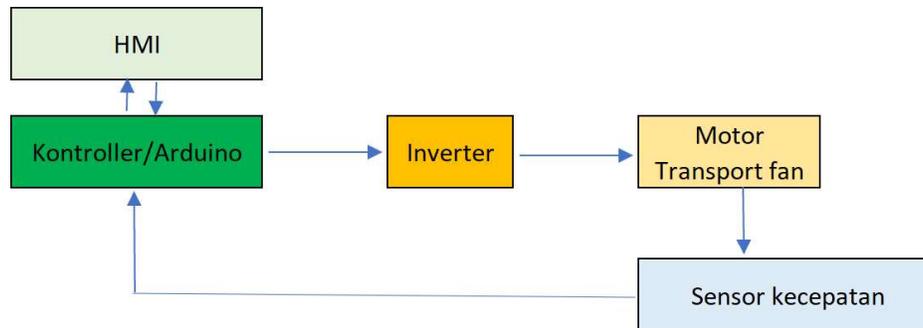
Secara keseluruhan, tinjauan pustaka menunjukkan bahwa kombinasi antara *Arduino Mega 2560*, sensor *PNP*, *HMI*, dan *inverter* modern dapat menciptakan sistem pengaturan kecepatan motor induksi yang efisien dan fleksibel. Sistem seperti ini tidak hanya lebih murah dibanding solusi *PLC*-based, tetapi juga menawarkan fleksibilitas tinggi dan peluang integrasi dengan *IoT* di masa depan.



METODOLOGI PENELITIAN

Penelitian ini dilaksanakan di Workshop PT Texcoms Bandung dari Januari hingga Mei 2025 dengan pendekatan kuantitatif eksperimental. Tujuan utama dari metode ini adalah untuk merancang, mengimplementasikan, dan mengevaluasi sistem kontrol kecepatan motor induksi tiga fasa berbasis *Arduino Mega 2560*. Metode eksperimental digunakan untuk menilai kinerja sistem dengan melakukan variasi pada parameter input dan mencatat respons sistem secara kuantitatif.

Gambar 1. Diagram Kontrol Transport Fan



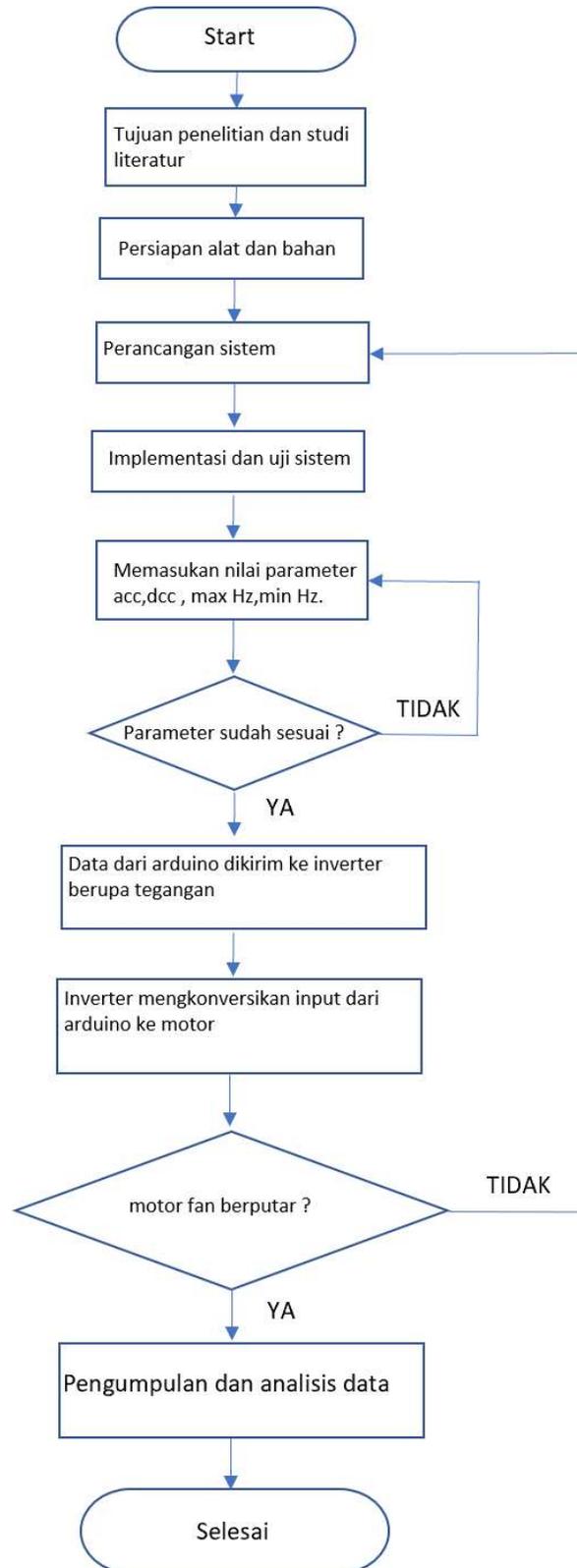
Pada tahap awal, dilakukan identifikasi kebutuhan sistem dan pemetaan komponen utama yang diperlukan, yaitu motor induksi tiga fasa berdaya 0,15 kW, *inverter* Mitsubishi E700, sensor kecepatan tipe *proximity PNP*, *Human Machine Interface* (HMI) Schneider, *pressure transducer*, serta papan mikrokontroler *Arduino Mega 2560*. Komponen ini dirangkai dalam skema sistem tertutup (*closed-loop system*) yang mengandalkan umpan balik kecepatan aktual dari motor untuk pengaturan sinyal kontrol selanjutnya.

Perangkat lunak yang digunakan dalam perancangan dan pemrograman sistem adalah *Arduino IDE* yang menyediakan lingkungan terpadu bagi pengkodean dan pengunggahan program ke papan *Arduino*. Algoritma kontrol yang digunakan bersifat linier proporsional, yaitu perubahan tegangan input dari *pressure transducer* akan mempengaruhi sinyal *PWM* ke *inverter* yang kemudian menghasilkan perubahan frekuensi dan tegangan output untuk motor.

Prosedur penelitian dimulai dari perancangan diagram blok sistem dan skematik elektronik. Diagram blok mencakup aliran data dari *pressure transducer* ke *Arduino Mega*, yang selanjutnya dikonversi menjadi sinyal kontrol untuk *inverter*, dan akhirnya ke motor induksi. Sensor kecepatan memberikan umpan balik ke mikrokontroler, sedangkan HMI menampilkan parameter sistem secara real-time. Perancangan ini disusul dengan pembuatan rangkaian fisik dan penulisan program pada *Arduino*.



Gambar 2. Prosedur Penelitian



Setelah seluruh komponen terpasang, dilakukan pengujian awal setiap perangkat secara terpisah. Pengujian komponen ini meliputi:

- Sensor kecepatan: menggunakan *Avometer* untuk mendeteksi perubahan tegangan saat mendekati logam.
- HMI: memastikan layar menyala, sentuhan responsif, dan program antarmuka berhasil diunggah.
- *Inverter*: pengujian input/output resistansi, tegangan, serta uji tanpa beban.
- *Arduino Mega 2560*: pengecekan catu daya, LED indikator, dan output tegangan 3,3V serta deteksi koneksi oleh komputer.
- Motor induksi: pengujian visual, resistansi antar fasa, uji operasional tanpa beban, serta pengukuran arus dan RPM.
- *Power supply*: memastikan output 5V dan 24V stabil dengan toleransi error maksimal 5%.

Setelah pengujian individual, dilakukan integrasi sistem untuk mengevaluasi performa keseluruhan. Sistem diuji dengan memberikan variasi input tegangan dari *pressure transducer* mulai dari 1 hingga 9,88 Vdc, lalu dicatat frekuensi output dari *inverter*, kecepatan motor (RPM), dan tegangan output *inverter*. Data ini disimpan dan dianalisis menggunakan *spreadsheet*, menghasilkan grafik hubungan linier antara input dan respons sistem.

Parameter penting yang dianalisis antara lain:

- *Steady-state error*, yaitu selisih antara kecepatan motor aktual dengan setpoint.
- Efisiensi daya, yang dihitung dari rasio output mekanik terhadap konsumsi listrik.
- Stabilitas sistem, dilihat dari rentang *slip* antara 0 hingga 1.

Hasil analisis ini digunakan untuk mengevaluasi keandalan dan responsivitas sistem dalam berbagai kondisi beban. Disimpulkan bahwa sistem berhasil mempertahankan kecepatan motor sesuai dengan nilai input yang diberikan secara proporsional.

Langkah terakhir adalah dokumentasi seluruh proses penelitian dan penyusunan laporan. Proses ini mencakup pengolahan data, pembuatan grafik, interpretasi hasil, dan formulasi kesimpulan serta rekomendasi untuk pengembangan selanjutnya, termasuk penerapan kontrol *PID* dan integrasi *Internet of Things (IoT)* untuk pemantauan jarak jauh secara real-time

HASIL DAN PEMBAHASAN

Hasil pengujian sistem kontrol kecepatan motor induksi tiga fasa menunjukkan bahwa seluruh komponen bekerja secara optimal baik secara individu maupun saat diintegrasikan dalam sistem. Pengujian sensor kecepatan tipe *proximity PNP* menunjukkan bahwa sensor mampu memberikan sinyal keluaran yang akurat. Output sensor menunjukkan tegangan 24 V saat tidak mendeteksi objek logam dan 0 V saat mendeteksi, sesuai prinsip kerja sensor induktif



(a)



(b)

Gambar 3. Pengujian Sensor Kecepatan a) Sensor Mendeteksi Logam
b) Sensor Tidak Mendeteksi Logam

Pengujian *Human-Machine Interface* (HMI) tipe Schneider membuktikan bahwa antarmuka visual sistem dapat bekerja dengan responsif. Seluruh elemen seperti tampilan data RPM, status motor, dan parameter input berhasil ditampilkan tanpa gangguan. Sinyal komunikasi antara HMI dengan *mikrokontroler* berlangsung stabil melalui antarmuka USB.

Gambar 4. Hasil Pengujian HMI



Komponen *inverter* Mitsubishi E700 diuji dari sisi input/output, resistansi, dan tegangan output. Inverter memberikan tegangan AC sebesar 220V pada frekuensi 50 Hz, dengan hasil pengujian menunjukkan tidak terdapat *short circuit* atau *overload*. Motor induksi yang digunakan juga lulus uji kelistrikan dan mekanis, dengan nilai resistansi antar fasa 23,5 Ω hingga 23,7 Ω dan tegangan operasi konstan di 220V. Hasil ini menunjukkan bahwa motor dalam kondisi baik dan siap digunakan sebagai aktuator utama dalam sistem.

Salah satu aspek terpenting dalam penelitian ini adalah pengujian sistem integrasi, di mana semua komponen dikoneksikan dalam satu sistem tertutup. Variasi input dari *pressure transducer* yang dikonversi ke dalam tegangan mulai dari 1 hingga 9,88 Vdc menghasilkan output frekuensi dari *inverter* yang meningkat secara linier, dengan kisaran dari 6,5 Hz hingga 48,75 Hz. Kecepatan motor juga meningkat proporsional dari 122 RPM hingga 821 RPM, sedangkan tegangan output inverter bergerak dari 29 VAC hingga 161,4 VAC.

Tabel 1. Merangkum Hasil Pengujian Integrasi

Input Vdc	Frekuensi (Hz)	Kecepatan Motor (RPM)	Slip	Output VAC
1.00	6.5	122	0.9	29
2.00	11.2	221	0.8	40
3.00	16.1	320	0.78	54.9
4.00	20.3	409	0.72	69
5.00	25.9	511	0.65	86.6
9.88	48.75	821	0.45	161.4

Grafik hasil analisis menunjukkan hubungan linier yang kuat antara tegangan input, frekuensi output, dan kecepatan motor. Hal ini sesuai dengan prinsip kontrol V/f (volt per hertz), di mana tegangan dan frekuensi dinaikkan secara bersamaan untuk menjaga kestabilan fluks magnetik motor [6]. Selain itu, nilai *slip* berada dalam rentang 0,45 hingga 0,9, menunjukkan bahwa motor beroperasi secara efisien dan dalam kondisi stabil.

Sistem kontrol juga menunjukkan kestabilan terhadap perubahan beban. Ketika diberikan beban mekanis tambahan, motor tetap mempertahankan kecepatan mendekati nilai setpoint. Hal ini menunjukkan bahwa sistem memiliki toleransi yang baik terhadap *load*

disturbance. Evaluasi *steady-state error* menunjukkan deviasi maksimum hanya sekitar 3% dari nilai setpoint, yang masih dalam batas toleransi sistem kendali proporsional [7].

Efisiensi daya sistem juga diuji dengan membandingkan konsumsi daya listrik terhadap output mekanik. Hasil menunjukkan efisiensi sistem mencapai lebih dari 80% pada kecepatan maksimum. Hal ini menunjukkan bahwa sistem tidak hanya stabil secara dinamis, tetapi juga hemat energi. Aspek ini penting dalam konteks penerapan sistem pada industri tekstil yang memiliki beban operasional tinggi.

Sebagai tambahan, pemanfaatan HMI dalam sistem memberikan keuntungan dalam hal pemantauan dan kendali secara visual. Operator dapat melihat nilai aktual kecepatan, status motor, serta input tegangan secara langsung tanpa menggunakan komputer tambahan. Ini menjadikan sistem lebih *user-friendly* dan layak diterapkan pada industri skala menengah.

Secara keseluruhan, sistem kontrol yang dirancang berhasil memenuhi tujuan penelitian. Sistem tidak hanya mampu mengatur kecepatan motor secara presisi dan stabil, tetapi juga memberikan dasar yang kuat untuk pengembangan lebih lanjut. Penelitian ini membuka peluang penerapan metode kontrol cerdas seperti *PID*, *fuzzy logic*, maupun integrasi dengan sistem *Internet of Things (IoT)* atau *Supervisory Control and Data Acquisition (SCADA)* untuk meningkatkan fleksibilitas dan pemantauan jarak jauh

Gambar 5. HMI Saat Pengujian



Gambar 6. Rangkaian Kontrol Keseluruhan





KESIMPULAN

Hasil penelitian menunjukkan bahwa sistem kontrol kecepatan motor induksi tiga fasa berbasis *Arduino Mega 2560* berhasil diimplementasikan dengan baik dalam aplikasi *transport fan* industri tekstil. Sistem mampu mengatur kecepatan motor secara presisi dan proporsional terhadap input tegangan dari *pressure transducer*, serta menunjukkan kestabilan dinamis dengan nilai *slip* yang terkendali antara 0,45 hingga 0,9. Sensor kecepatan tipe *proximity PNP* bekerja akurat dalam memberikan umpan balik ke sistem, sementara *Human Machine Interface (HMI)* berhasil menampilkan data secara interaktif dan real-time. Sistem terbukti responsif terhadap variasi beban dan mampu menjaga kestabilan kecepatan mendekati *setpoint*. Efisiensi daya yang dicapai juga tinggi, melebihi 80%, menjadikan sistem ini efisien secara energi. Secara keseluruhan, penelitian ini memberikan kontribusi nyata dalam pengembangan sistem kontrol kecepatan motor yang sederhana namun andal, serta membuka peluang integrasi ke sistem *Internet of Things (IoT)* dan kontrol berbasis *Proportional Integral Derivative (PID)* untuk aplikasi industri skala menengah hingga besar.

DAFTAR PUSTAKA

- [1] Ihsan Faturrohman and Mohammad Fatkhurrohman, "Pengaturan Kecepatan Motor Induksi 3fasa Dengan Mengatur Frekuensi Menggunakan VSD di PERUMDAM Tirta Madani Serang," *J. Sains dan Teknol.*, vol. 2, no. 1, pp. 46-56, 2023, doi: 10.58169/saintek.v2i1.135.
- [2] D. Susilo and A. M. Maghfiroh, "Sensor Pengukur Kecepatan Putaran Motor Berbasis Mikrokontroler AT-Mega 8535," *ELECTRA Electr. Eng. Artic.*, vol. 3, no. 01, p. 43, 2022, doi: 10.25273/electra.v3i01.13983.
- [3] W. B. Fanani, A. E. Kristiyono, and H. Setiawan, "Rancang Bangun Monitoring Kontrol Kecepatan Putar Motor Induksi 3 Fasa Berbasis IoT Politeknik Pelayaran Surabaya , Indonesia praktis , cepat , dan akurat . Memonitoring aktivitas industri , khususnya monitoring kontrol," vol. 4, 2025.
- [4] I. Sistem, K. Motor, A. Berbasis, and A. Uno, "JE-UNISLA," vol. 6, no. 2, pp. 30-34, 2021.
- [5] Deni Irawan, Prihadi Murdiyat, and Rusdiansyah, "Variable Frequency Drive (VFD) Berbasis Arduino Mega 2560 Sebagai Pengendali Motor Induksi 3 Fase," *PoliGrid*, vol. 4, no. 2, pp. 52-61, 2023, doi: 10.46964/poligrid.v4i2.30.
- [6] B. Firman, H. Santoso, S. Priyambodo, H. P. Suseno, P. E. Pambudi, and R. Y. R. Kusumaningsih, "Implementasi Sistem Data Logger pada Alat Pemantau Energi Listrik Motor Induksi 3-Fasa Berbasis Arduino Mega 2560 di PT Madu Baru Yogyakarta," *Avitec*, vol. 4, no. 1, p. 109, 2022, doi: 10.28989/avitec.v4i1.1189.
- [7] K. : Jurnal, M. Saintek, M. Bayu, R. Maulana, D. Dewatama, and M. Fauziyah, "Kontrol Kecepatan Motor Induksi 3 Fasa Berbasis Arduino Mega 2560 Pada Lift 4 Lantai," vol. 2, no. 6, pp. 71-80, 2024, [Online]. Available: <https://ejournal.warunayama.org/kohesi>
- [8] S. Sujarot, A. Haris, and A. Trisanto, "Rancang Bangun Starting Motor Induksi 3 Fasa Hubung Bintang Segitiga Dilengkapi Pengaman 3 Fasa Berbasis Mikrokontroler Atmega8535," *J. Inform. dan Tek. Elektro Terap.*, vol. 8, no. 1, 2022, doi: 10.23960/jitet.v8i1.2251.



- [9] Sandy Suryady, E. A. Nugroho, Aji Abdillah Kharisma, Windy Dwiparaswati, and Wahab Sukoharjo, "Pengabdian Masyarakat Pengenalan Human Machine Interface (Hmi) Terhadap Otomasi Industri," *Jurnal Abdi Masy. Multidisiplin*, vol. 3, no. 1, pp. 11-15, 2024, doi: 10.56127/jammu.v3i1.1546.
- [10] F. Hazrina, "Implementasi Dimmer Ac Berbasis Arduino Pada Pengaturan Kecepatan Motor Induksi Satu Fasa," *J. Inform. dan Tek. Elektro Terap.*, vol. 11, no. 3s1, 2023, doi: 10.23960/jitet.v11i3s1.3400.
- [11] E. M. Mariani and H. Hastuti, "Kendali Motor Induksi 3 Fasa Menggunakan Arduino Mega Berbasis HMI (Human Machine Interface)," *JTEIN J. Tek. Elektro Indones.*, vol. 1, no. 2, pp. 179-186, 2020, doi: 10.24036/jtein.v1i2.70.
- [12] G. Prasidya, R. Sitepu, and W. Andyardja, "Mesin Peniris Kripik Berbasis Motor Listrik Tiga Fasa Dan Mikrokontroler Adrino Uno," *J. Ampere*, vol. 4, no. 2, p. 288, 2020, doi: 10.31851/ampere.v4i2.3448.