

Sistem Monitoring Kecepatan Motor Induksi dengan HMI Berbasis PLC

Ikhsan Rifaldo*)¹, Muldi Yuhendri ²

^{1,2}Departemen Teknik Elektro, Fakultas Teknik Universitas Negri Padang

*)Corresponding author, ikhsanrifaldo022@gmail.com

Abstrak

Motor induksi adalah motor listrik banyak digunakan sebagai tenaga penggerak di industri, karena konstruksinya lebih sederhana, harganya relatif murah disbanding motor jenis lain, bobot lebih ringan dan mudah dalam pemeliharaannya dibandingkan dengan motor DC. Untuk mendapatkan operasi motor induksi yang sesuai dengan yang diinginkan, maka motor tersebut perlu dikendalikan dan diawasi atau dimonitoring. Paper ini mengusulkan sistem monitoring kecepatan putaran motor induksi dengan menggunakan *Human Machine Interface* (HMI) Berbasis *Programable Logic Controller* (PLC). HMI yang digunakan adalah HMI KTP 700 *Comfort* dengan PLC S7 1200 1215C. Selain untuk memonitor kecepatan motor, pada layar HMI juga ditambahkan fitur untuk mengoperasikan motor. Sistem monitoring kecepatan motor ini diimplementasikan pada motor induksi 3 fasa 0,75 kW. Hasil pengujian di labor menunjukkan bahwa system monitoring kecepatan motor induksi yang diusulkan dalam penelitian ini telah bekerja dengan baik, dimana data kecepatan motor induksi yang ditampilkan pada layar HMI sudah mendekati sama dengan data kecepatan motor yang diperoleh pada alat ukur.

INFO.

Info. Artikel:

No. 264

Received. August, 05, 2022

Revised. August, 10, 2022

Accepted. August, 15, 2022

Page. 319 - 325

Kata kunci:

- ✓ HMI
- ✓ PLC
- ✓ Motor induksi
- ✓ Monitoring
- ✓ Kecepatan motor

Abstract

The Induction motors are electric motors that are widely used as propulsion in industry, because of their simpler construction, relatively cheap prices compared to other types of motors, lighter weight and easier maintenance compared to DC motors. To get the induction motor operation as desired, the motor needs to be controlled and supervised or monitored. This paper proposes an induction motor rotation speed monitoring system using a Programable Logic Controller (PLC)-Based Human Machine Interface (HMI). The HMI used is the HMI KTP 700 Comfort with PLC S7 1200 1215C. In addition to monitoring the motor speed, the HMI screen also adds features to operate the motor. This motor speed monitoring system is implemented on a 0.75 kW 3-phase induction motor. The test results in the laboratory show that the induction motor speed monitoring system proposed in this study has worked well, where the induction motor speed data displayed on the HMI screen is close to the same as the motor speed data obtained on the measuring instrument.

PENDAHULUAN

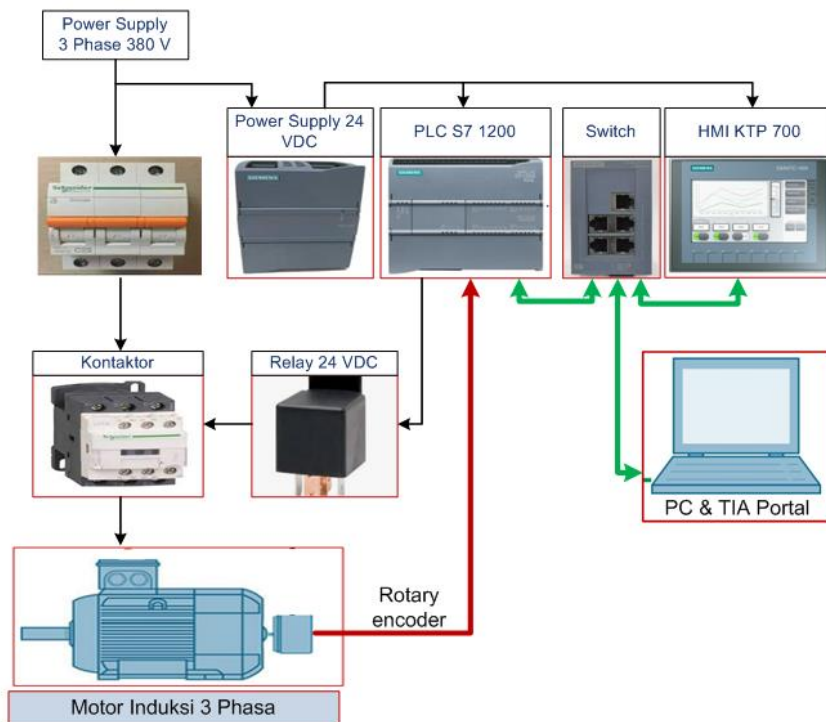
Beragam peralatan di industri beroperasi dalam bentuk gerakan, baik dalam bentuk gerakan berputar maupun dalam bentuk gerakan linear. Sebagian besar peralatan-peralatan tersebut menggunakan motor listrik sebagai sumber tenaga penggeraknya [1]. Banyak jenis motor listrik yang digunakan sebagai tenaga penggerak di industri, seperti motor arus searah, motor induksi, motor servo dan sebagainya. Jenis motor yang digunakan ini disesuaikan dengan kebutuhan. Motor induksi adalah motor listrik yang banyak digunakan untuk berbagai keperluan di industri. Motor induksi ini banyak digunakan di industry karena memiliki beberapa keunggulan, seperti harganya lebih murah dibandingkan dengan motor listrik jenis lain, bobotnya juga lebih ringan dan konstruksinya sederhana sehingga lebih mudah dan murah dalam perawatan [2]-[5].

Beragam operasi motor diterapkan agar sesuai dengan kebutuhan operasi dari peralatan-peralatan yang digunakan tersebut. Supaya motor dapat beroperasi sesuai dengan kebutuhan, maka motor harus dikendalikan. Banyak macam kendali yang diterapkan pada motor induksi, seperti kendali kecepatan, kendali arah putaran, pengereman, pengasutan arus star dan sebagainya [6]. Berbagai jenis peralatan digunakan untuk mengendalikan motor induksi, seperti penggunaan inverter untuk kendali kecepatan motor yang bervariasi [7]-[9], pengereman dinamik motor induksi dengan PLC [5], kendali kecepatan dengan mikrokontroler [10], kendali kecepatan dengan PLC [11]-[12] dan sebagainya.

Semua peralatan-peralatan sistem kendali yang digunakan untuk mengendalikan motor harus dapat bekerja dengan baik, akurat dan handal, sehingga peralatan-peralatan yang digunakan di industry dapat bekerja dengan akurat dan handal dalam menjalankan fungsinya. Begitu juga dengan system kendali yang digunakan juga harus dapat menjamin operasi motor sesuai dengan kebutuhan peralatan. Untuk meningkatkan kehandalan system kendali pada motor listrik, juga telah berkembang sistem kendali yang terawasi atau disebut juga dengan *supervisory control*. Dalam system kendali yang terawasi ini kita dapat melihat dan memonitor parameter-parameter yang dikendalikan, sehingga kita dapat membuat aksi kendali sesuai dengan kebutuhan dan kesalahan-kesalahan dalam operasi mesin dapat diminimalisir [13]-[15]. Salah satu peralatan yang dapat digunakan untuk menerapkan *supervisory control* ini adalah *Human Machine Interface* (HMI), yaitu sebuah peralatan yang dapat menghubungkan komunikasi manusia dengan mesin. HMI memungkinkan kita untuk menampilkan parameter-parameter kendali yang ingin diawasi sekaligus melakukan aksi kendali pada peralatan tersebut [16]-[17]. Berdasarkan fitur yang dimiliki HMI ini, maka dalam paper ini dirancang system monitoring kecepatan putaran motor induksi menggunakan HMI KTP 700 Comfort dengan PLC S7 1200 1215C DC/DC/DC. Sistem monitoring diterapkan untuk motor induksi rotor sangkar 0,75 kW. Untuk mendapatkan data kecepatan motor digunakan rotary encoder Omron E6B2-CWZ6C. Selain untuk memonitor kecepatan motor, HMI juga digunakan untuk pengoperasian motor secara Direct ON Line (DOL) dengan menggunakan kontaktor magnetic yang terhubung dengan PLC.

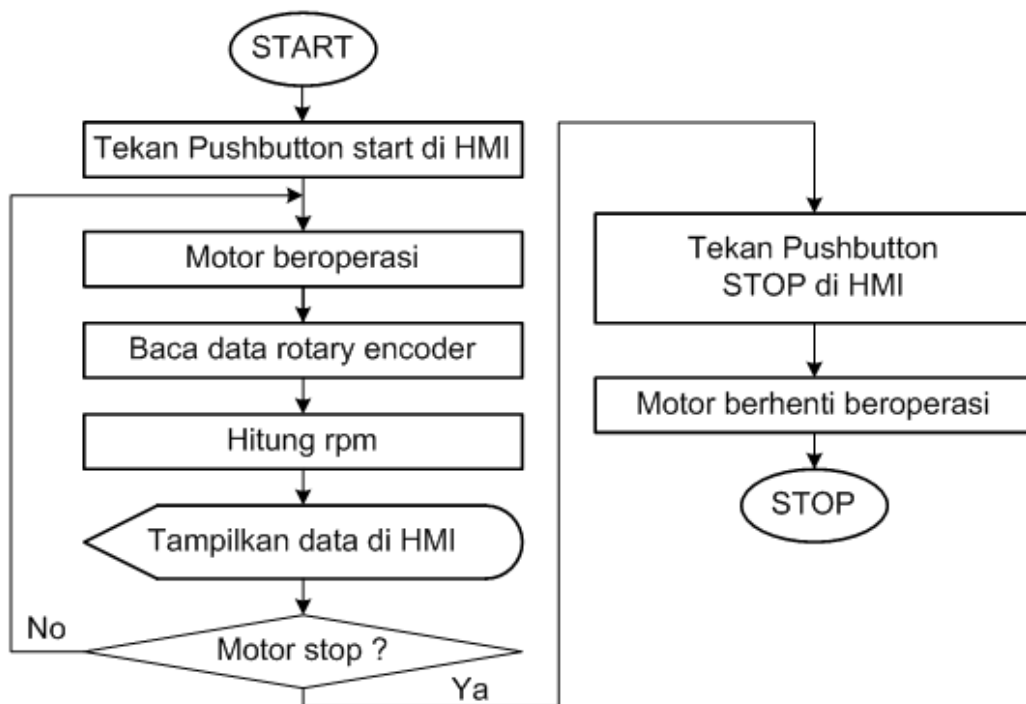
METODE PENELITIAN

Penelitian ini dilakukan dalam bentuk eksperimen di laboratorium dengan menerapkan system monitoring kecepatan motor induksi yang mencakup perancangan hardware dan software dan pengujian. Alat system monitoring kecepatan motor induksi yang dibuat dalam penelitian ini ditunjukkan oleh blok diagram pada Gambar 1. Blok diagram perancangan sistem monitoring kecepatan motor induksi yang diusulkan dalam penelitian ini terdiri dari sumber tegangan bolak balik 380 Volt untuk menyuplai daya ke motor induksi yang akan di monitoring, power supply dc 24 Volt yang berfungsi untuk menyuplai tegangan *Human Machine Interface* (HMI) dan *Programmable Logic Controller* (PLC). Sensor kecepatan putaran berupa rotary encoder Omron E6B2-CWZ6C yang berfungsi untuk mendapatkan data kecepatan motor yang akan dikirim ke *Programmable Logic Controller* (PLC) untuk pengolahan data, selanjutnya data akan ditampilkan pada *Human Machine Interface* (HMI). Rotary encoder ini memiliki 600 pulsa perputaran. HMI yang digunakan adalah tipe KTP 700 Comfort, sedangkan PLC yang digunakan adalah PLC S7 1200 1215C DC/DC/DC. PLC ini memiliki terminal 14 digital input dan 10 digital output serta dilengkapi dengan dua analog input dan dua analog output. PLC dan HMI diprogram dengan software TIA Portal v15. Komunikasi data antara PLC, HMI dan PC menggunakan ethernet melalui switch SCALANCE XB005.



Gambar 1. Blok Diagram Perancangan Alat

Motor induksi yang akan dimonitor dalam penelitian ini adalah motor induksi 3 fasa 0,75 kW dengan nominal kecepatan 1450 rpm. Proses monitoring kecepatan motor induksi yang diusulkan dalam penelitian ini ditunjukkan oleh flowchart yang ada dalam Gambar 2.

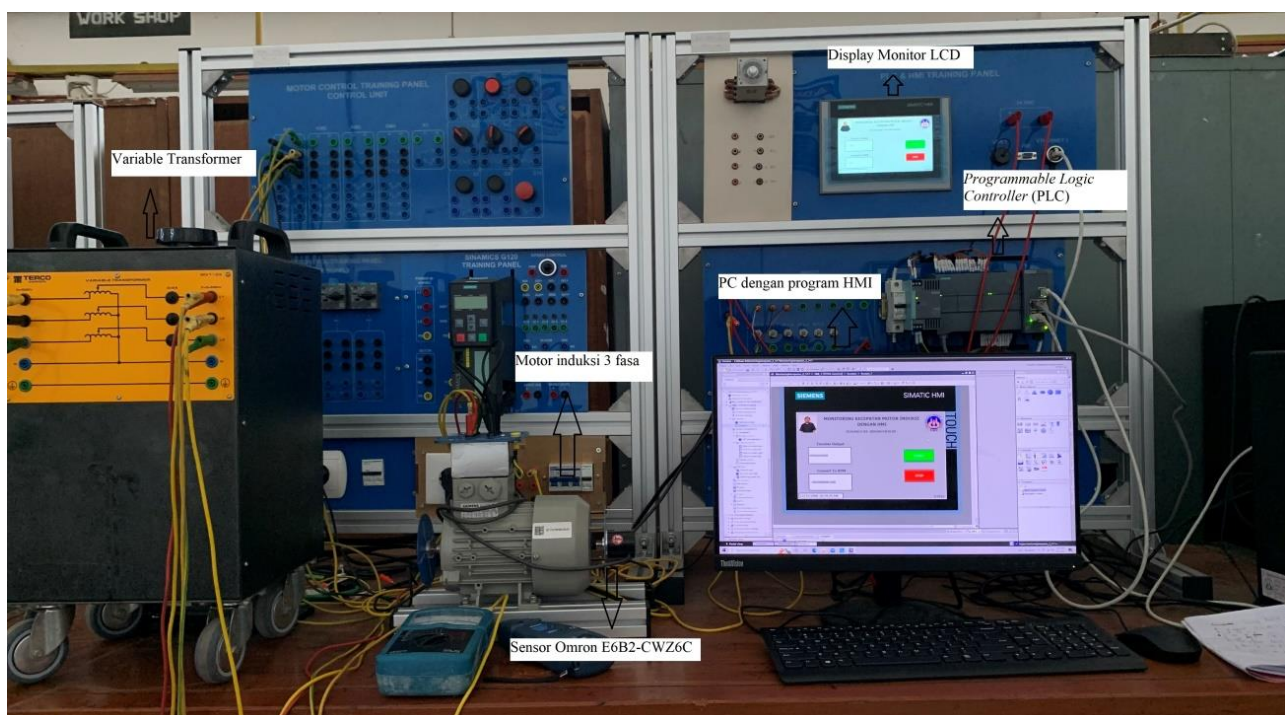


Gambar 2. Flowchart system

Dalam system monitoring ini motor dioperasikan secara langsung dengan system DOL. Pengoperasian motor dilakukan dengan menekan pushbutton START dan STOP yang disediakan di layar HMI. Untuk operasi DOL ini, motor dihubungkan dengan sumber tegangan tiga fasa melalui kontaktor. Berhubung jenis PLC yang digunakan adalah tipe DC/DC/DC, maka untuk mengaktifkan kontaktor ini melalui PLC ditambahkan sebuah relay DC 24 Volt yang dihubungkan dengan terminal digital output PLC. Untuk membaca data dari rotary encoder, maka sinyal dari encoder dihubungkan dengan terminal digital input PLC yang kompatibel dengan *High Speed Counter (HCS)* yang ada dalam PLC tersebut. Selanjutnya, pulsa yang dihasilkan oleh rotary encoder akan dikonversikan ke satuan rpm dengan menggunakan blok-blok fungsi yang ada dalam software TIA Portal. Selanjutnya data rpm hasil perhitung ini ditampilkan di layar HMI.

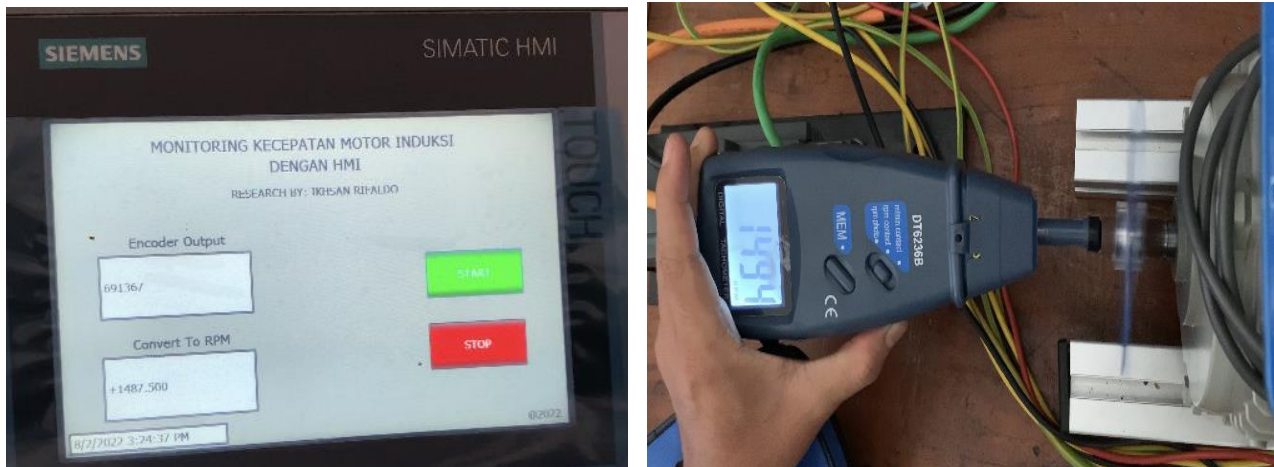
HASIL DAN PEMBAHASAN

Sistem monitoring kecepatan motor induksi yang dibuat dalam penelitian ini diuji dan diverifikasi melalui trainer yang ada di laboratorium. Untuk melihat validitas data kecepatan motor yang ditampilkan di layar HMI, maka data kecepatan motor dalam satuan rpm yang ada di layar HMI dibandingkan dengan data kecepatan motor yang diukur dengan alat ukur kecepatan putaran tachometer digital. Gambar 3 menunjukkan instalasi pengujian alat system monitoring kecepatan motor induksi yang dibuat dalam penelitian ini.



Gambar 3. Instalasi pengujian alat system monitoring kecepatan motor induksi

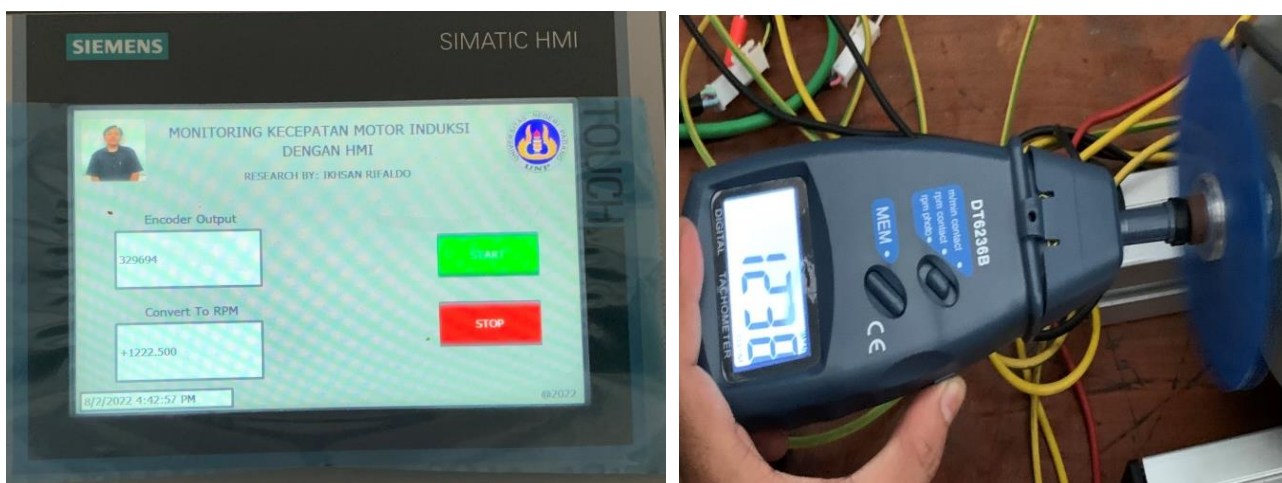
Pengujian system monitoring kecepatan motor induksi dengan HMI ini dilakukan dalam dua tahap, yaitu pengujian operasi motor secara langsung pada rating tegangannya dan pengujian dengan kecepatan bervariasi menggunakan autotrafo. Dalam pengujian ini motor dioperasikan dalam hubungan bintang. Dalam pengujian pertama untuk operasi DOL, motor beroperasi sesuai dengan tegangan nominalnya yaitu 380 Volt. Gambar 4 menunjukkan hasil pengujian pertama



Gambar 4. Tampilan HMI dan Tachometer dalam pengujian DOL

Gambar 4 menunjukkan bahwa data kecepatan putaran motor yang ditampilkan oleh layar HMI sebesar 1487 rpm pada pengujian pertama, sedangkan kecepatan putaran motor induksi hasil pengukuran tachometer digital sebesar 1494 rpm. Hasil ini menunjukkan bahwa pembacaan data kecepatan putaran motor pada HMI sudah mendekati sama dengan hasil pengukuran dengan alat ukur dengan error hanya 0,4%. Hasil ini menunjukkan bahwa data kecepatan motor yang ditampilkan di layar HMI sudah benar. Error yang dihasilkan mungkin hanya disebabkan oleh dinamika mekanik yang terjadi waktu pengukuran.

Selanjutnya dilakukan pengujian yang kedua dengan mengatur kecepatan putaran motor dengan mengatur tegangan inputnya menggunakan autotrafo 3 fasa. Pengujian ini dilakukan untuk melihat akurasi data kecepatan motor di layar HMI Ketika kecepatan motor divariasikan. Pengujian tahap kedua ini dilakukan dengan dua kali perubahan. Tahap pertama tegangan motor diatur sebesar 58 Volt dengan menggunakan autotrafo. Hasil pengujian saat tegangan motor 58 Volt ditunjukkan oleh Gambar 5. Dalam pengujian ini diperoleh data kecepatan motor di layar HMI sebesar 1222 rpm, sedangkan hasil pengukuran dengan tachometer sebesar 1238 rpm. Hasil ini menunjukkan terjadi error kecepatan sebesar 16 rpm atau 1,2%. Hasil ini juga menunjukkan bahwa hasil pengukuran kecepatan motor dengan tachometer juga mendekati sama dengan data kecepatan motor yang ditampilkan pada layar HMI, sehingga dapat disimpulkan bahwa data kecepatan motor yang ditampilkan di layar hmi sudah akurat untuk membaca kecepatan motor secara realtime.



Gambar 5. Tampilan layar HMI dan tachometer saat tegangan motor 58 Volt



Gambar 6. Tampilan layar HMI dan Tachometer saat tegangan motor 105 Volt

Pengujian selanjutnya tegangan motor dinaikan menjadi 105 Volt melalui autotrafo. Dalam pengujian ini, layar HMI menampilkan data kecepatan motor sebesar 1442 rpm, sedangkan data kecepatan motor yang terbaca pada tachometer sebesar 1433 rpm. Hasil pengujian ini menunjukkan bahwa data kecepatan motor yang terbaca di layar HMI juga sudah mendekati sama dengan data kecepatan motor yang terbaca pada alat ukur dengan error hanya 9 rpm atau 0,6%. Hasil ini menunjukkan bahwa program yang dibuat untuk menampilkan data kecepatan motor pada HMI sudah sukses menampilkan data kecepatan motor dengan benar secara realtime. Rangkuman data kecepatan motor yang ada pada layar HMI dan hasil pengukuran dengan tachometer diuraikan dalam Tabel 1.

Tabel 1. Hasil Pengujian Alat

Parameter Tegangan	Data Monitoring HMI	Data Alat Ukur
380 Volt AC (DOL)	1487 RPM	1494 RPM
105 Volt AC	1442 RPM	1433 RPM
58 Volt AC	1222 RPM	1238 RPM

Semua hasil pengujian alat system monitoring kecepatan motor dengan HMI yang ditampilkan dalam Tabel 1 menunjukkan bahwa data kecepatan motor yang ditampilkan di layar HMI sudah mendekati sama dengan data kecepatan motor hasil pengukuran. Hal ini menunjukkan bahwa hardware dan software yang dirancang untuk memonitor kecepatan motor induksi dengan HMI telah bekerja dengan baik, sehingga dapat mengukur kecepatan motor secara akurat. Perbedaan data kecepatan yang diperoleh dari pengukuran dengan data kecepatan yang terdapat pada layar HMI masih dalam toleransi kesalahan yang mungkin disebabkan oleh pengaruh eksternal pada waktu pengujian.

KESIMPULAN

Penelitian ini mengusulkan sistem monitoring motor induksi 3 phase menggunakan HMI berbasis PLC. Sistem monitoring kecepatan motor induksi dirancang dengan menggunakan rotary encoder OMRON E6B2-CWZ67 sebagai pembaca kecepatan motor induksi 3 phasa. PLC yang digunakan adalah PLC siemen S7 1200 1215C DC/DC/DC dengan HMI KTP700 comfort. Sistem monitoring kecepatan motor induksi berbasis HMI ini diimplementasikan pada motor induksi tiga phasa 0,75 kW. Untuk melihat akurasi data kecepatan motor yang ditampilkan di layar HMI, maka data kecepatan motor yang ada dilayar HMI tersebut dibandingkan dengan data kecepatan motor yang terbaca oleh alat ukur tachometer. Pengujian dilakukan dalam tiga tahap, yakni tahap operasi DOL dan tahap kecepatan bervariasi. Semua hasil pengujian menunjukkan bahwa data kecepatan motor yang ditampilkan pada layar HMI sudah mendekati sama dengan data kecepatan motor yang terbaca pada

alat ukur. Hasil ini menunjukkan bahwa system monitoring kecepatan motor induksi berbasis HMI yang dibuat dalam penelitian ini telah bekerja dengan baik dan telah sukses menampilkan data kecepatan motor secara akurat sesuai dengan kecepatan actual motor.

DAFTAR PUSTAKA

- [1] M. I. Esario and M. Yuhendri, "Kendali Kecepatan Motor DC Menggunakan DC Chopper Satu Kuadran Berbasis Kontroller PI," *Jurnal Teknik Elektro dan Vokasional (JTEV)*, vol. 6, no. 1, pp. 296-305, Februari 2020, doi : <https://doi.org/10.24036/jtev.v6i1.108005>.
- [2] D. G. Dorrell and K. Makhoba, "Detection of Inter-Turn Stator Faults in Induction Motors Using Short-Term Averaging of Forward and Backward Rotating Stator Current Phasors for Fast Prognostics," *IEEE Trans. on Magnetics*, vol. 53, no. 11, 2017, doi : 10.1109/TMAG.2017.2710181.
- [3] M. Yuhendri, "Kendali Kecepatan Motor Induksi Tiga Fasa dengan Metode Direct Field Oriented Control Berbasis PI Controller," *INVOTEK*, vol. 10, no. 1, pp. 2581-2588, Feb 2010.
- [4] G. Singh, T. C. A. Kumar and V. N. A. Naikan, "Efficiency monitoring as a strategy for cost effective maintenance of induction motors for minimizing carbon emission and energy consumption," *Reliability Engineering & System Safety*, vol. 184, pp. 193-201, April 2019, doi : <https://doi.org/10.1016/j.res.2018.02.015>.
- [5] M. Yuhendri and Aswardi, "Pengereman Dinamik Pada Motor Induksi Tiga Fasa Dengan PLC," *TEKNIKA*, vol. 32, no. 1, pp.25-34, 2009.
- [6] S. J. S. Prasad, R. Suganesh, R. Suresh Kumar, "Safe operation of Induction Motor with Programmable Logic Controller and Human Machine Interface," *International Journal of Innovative Technology and Exploring Engineering (IJITEE)*, vol. 8, no. 12, pp. 2307-2311, 2019.
- [7] T. Putra and M. Yuhendri, "Implementasi Hysteresis Current Control Pulse Width Modulation (HCCPWM) Untuk Inverter 3 Fasa," *JTEIN: Jurnal Teknik Elektro Indonesia*, vol. 2, no. 1, pp. 91-97, 2021, doi : <https://doi.org/10.24036/jtein.v2i1.127>.
- [8] R. Santhosh, M. V. Siddharthan, Sailakshmi and S. Yadav, "Protection and Control of 3 Phase Induction Motors in Industrial Plants with Smart Remote Monitoring and Control on a Centralized System", *2022 6th International Conference on Trends in Electronics and Informatics (ICOEI)*, pp.317-326, 2022.
- [9] M. Padri and M. Yuhendri, "Inverter 3 Fasa Menggunakan Metoda Space Vector Pulse Width Modulation (SVPWM)," *JTEIN: Jurnal Teknik Elektro Indonesia*, vol. 2, no. 2, pp. 190-197, 2021. doi : <https://doi.org/10.24036/jtein.v2i2.161>.
- [10] E. Mariani and Hastuti, "Kendali Motor Induksi 3 Fasa Menggunakan Arduino Mega Berbasis HMI (Human Machine Interface)," *JTEIN: Jurnal Teknik Elektro Indonesia*, vol. 1, no. 2, pp. 179-186, 2020. doi : <https://doi.org/10.24036/jtein.v1i2.70>
- [11] N. Evalina and A. A. Zulfikar, "Pengaturan Kecepatan Putaran Motor Induksi 3 Fasa Menggunakan Programmable Logic Controller," *Journal of Electrical Technology*, vol. 3, no. 2, pp. 73-80, 2018.
- [12] S. R. Venupriya, K. P. Thanusre and P. Saranya, "A Novel Method of Induction Motor Speed Control Using PLC," *International Journal for Research in Applied Science & Engineering Technology (IJRASET)*, vol. 3, no. 2, pp. 233-237, 2015.
- [13] R. Firanda and M. Yuhendri, "Monitoring State Of Charge Accumulator Berbasis Graphical User Interface Menggunakan Arduino," *JTEIN: Jurnal Teknik Elektro Indonesia*, vol. 2, no. 1, pp. 11-16, 2021. doi : <https://doi.org/10.24036/jtein.v2i1.95>.
- [14] D. Kumar, A. Basit, A. Saleem and E. G. Abbas, "PLC Based Monitoring & Protection of 3-Phase Induction Motors against Various Abnormal Conditions," *Proceeding 2nd iCoMET*, 2019, doi : 10.1109/ICOMET.2019.8673497.
- [15] A. Alfari and M. Yuhendri, "Sistem Kendali dan Monitoring Boost Converter Berbasis GUI (graphical user interface) Matlab Menggunakan Arduino," *JTEIN: Jurnal Teknik Elektro Indonesia*, vol. 2, no. 1, pp. 266-272, 2020, doi : <https://doi.org/10.24036/jtein.v1i2.83>.
- [16] B. Firman., W. Handajadi and S. Maulana, "Sistem Pengendalian Motor Induksi 3 Fase Berbasis Programmable Logic Control & Variabel Speed Drive Berpenampil Human Machine Interface," *Jurnal Elektrikal*, vol. 8, no. 2, pp. 37-44. Desember 2021.
- [17] D. H. Simanjuntak and Risfendra, "Sistim Monitoring Pada Sorting Machine dengan HMI Berbasis PLC," *JTEIN: Jurnal Teknik Elektro Indonesia*, vol. 2, no. 1, pp. 65-70, 2020.