

Implementasi Komunikasi Data Pada Sitem Kendali Motor Induksi Tiga Phasa

Muchamad Rifa'i¹, Agus Suprajitno², Dedi Nugroho³

^{1,2,3} Fakultas Teknologi Industri, Universitas Islam Sultan Agung

^{1,2,3} Jalan Raya Kaligawe KM 4, Semarang

¹rifaimuchamad24@gmail.com

Abstrak – Sistem kendali dituntut mampu melakukan pengendalian yang efektif dan efisien. Penyederhanaan pengkabelan pada sistem kendali adalah salah satu cara untuk meningkatkan efektifitas. Sistem kendali juga dituntut mampu dioperasikan dengan mudah dan cepat, memonitor keadaan yang ada di plant, memunculkan alarm apabila terjadi kejadian abnormal, dan dapat melakukan pengoperasian maupun pemantauan melalui jarak jauh (remote controller).

Penelitian ini bertujuan mengimplementasikan komunikasi data untuk mengendalikan dan memonitor motor induksi tiga phasa. Sistem kendali ini menggunakan komunikasi data melalui RS-485 dengan protokol Modbus RTU. PLC Omron CP1E-N30DT-D difungsikan sebagai master dan VFD Omron 3G3MX2-AB007-VI difungsikan sebagai slave. Untuk operasi sistem menggunakan HMI Omron NB10W-TW01B yang memungkinkan remote acces dengan menggunakan VNC (Virtual Network Computing) melalui PC.

Dari 50 kali pengujian, implementasi komunikasi data pada sistem kendali motor induksi tiga phasa untuk melakukan fungsi pengoperasian maupun pemantauan menggunakan HMI dan PC 100% dapat berfungsi. Pengukuran arus dan tegangan keluaran oleh VFD dapat berfungsi dengan baik dengan. Pengukuran tegangan keluaran memiliki rata-rata akurasi 99.29% dan rata-rata presisi 99.97%. Pengukuran arus keluaran memiliki rata-rata akurasi 90.79% dan rata-rata presisi 100%. Dan pada pembacaan rpm antara HMI dan Tachometer terdapat perbedaaan karena adanya slip, rata-rata slipnya 0.12%.

Kata kunci: Modbus RTU, PLC, VFD, HMI, VNC

Abstract – The control system is demanded to be able to carry out effective and efficient control. Simplifying the cabling in the control system is one way to increase effectiveness. The control system is also demanded to be able to operate easily and quickly, monitor the conditions in the plant, raise alarms when abnormal events occur, and be able to carry out operations or monitoring through a remote (remote controller).

This study aims to implement data communication to control and monitor three-phase induction motors. This control system uses data communication via RS-485 with the Modbus RTU protocol. Omron PLC CP1E-N30DT-D functions as a master and VFD Omron 3G3MX2-AB007-VI functions as a slave. For operating the system using HMI Omron NB10W-TW01B which allows remote access using VNC (Virtual Network Computing) via a PC.

Of the 50 tests, the implementation of data communication on the three-phase induction motor control system to perform the operation and monitoring functions using HMI and PC 100% can function. The measurement of output current and voltage by VFD can function well with. The output voltage measurement has an average accuracy of 99.29% and an average precision of 99.97%. The output current measurement has an average accuracy of 90.79% and an average precision of 100%. And on the rpm reading between HMI and Tachometer there are differences due to slips, the average slip is 0.12%.

Key words: Modbus RTU, PLC, VFD, HMI, VNC

I. PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Di industri banyak yang menggunakan motor-motor listrik. Salah satunya adalah motor induksi karena motor induksi memiliki beberapa kelebihan diantaranya konstruksinya yang sederhana, kokoh, harga yang relatif murah, dan pemeliharaan yang tidak terlalu rumit. Pada proses produksi, motor induksi merupakan salah satu penggerak utama mesin yang performanya harus dijaga. Salah satu kekurangan motor induksi adalah sulitnya mengatur kecepatannya, karena karakteristik motor induksi sendiri yang kecepatannya konstan. Salah satu yang dapat digunakan untuk mengatur kecepatan putaran motor induksi adalah dengan mengatur frekuensi listrik yang masuk ke motor. Dan perangkat yang dapat digunakan untuk mengatur frekuensi listrik adalah *Variable Frequency Drive* (VFD).

Semakin berkembangnya industri, sistem kendali dituntut untuk mampu melakukan pengendalian yang efektif dan efisien. Penyederhanaan pengkabelan/*wiring* pada sistem kendali adalah salah satu cara yang dapat dilakukan untuk meningkatkan efektifitas. Terutama ketika terjadi kerusakan pada sistem kendali, *wiring* yang sederhana akan memudahkan teknisi untuk melakukan pengecekan, sehingga *downtime* pada mesin dapat diminimalisir dan produktifitaspun meningkat. Salah satu solusinya adalah dengan menggunakan komunikasi data Modbus RTU. Protokol Modbus RTU menggunakan serial RS-485, dimana hanya membutuhkan dua kabel untuk komunikasi antara *master* dan *slave*, sehingga pengkabelan menjadi lebih sederhana. Untuk itu diperlukan perangkat kontroler, *Programmable Logic Controller* (PLC) merupakan salah satunya, selain sebagai kontroler PLC dapat difungsikan juga sebagai *master* dan *Variable Frequency Drive* (VFD) sebagai *slave*.

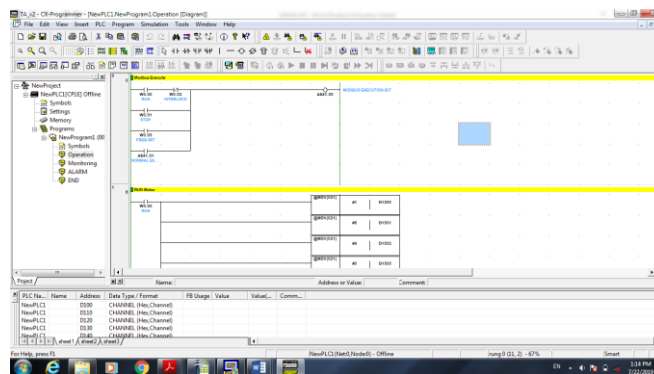
Sistem kendali dituntut untuk mampu dioperasikan dengan mudah dan cepat, memonitor keadaan yang ada di *plant*, mengatur nilai parameter pada *plant*, memunculkan tanda peringatan dengan menggunakan alarm apabila terjadi kejadian abnormal pada *plant*. Untuk mampu mencapai fungsi-fungsi tersebut maka digunakan *Human Machine Interface* (HMI). Untuk mempermudah pengoperasian dan pengawasan motor listrik, sistem kendali harus dapat dilakukan melalui jarak jauh (*remote controller*). Perangkat yang umum digunakan untuk *remote controller* adalah *Personal Computer* (PC), sehingga *user* dapat melakukan pengoperasian atau pengawasan tanpa harus berada di lokasi mesin.

Berdasarkan pertimbangan tersebut tugas akhir ini menentukan judul “IMPLEMENTASI KOMUNIKASI DATA PADA SISTEM KENDALI MOTOR INDUKSI TIGA PHASA”. Sebagai objek penelitian dilakukan di PT. PANCAMANUNGGAL WIRADINAMIKA, Semarang.

III. METODE PENELITIAN/EKSPERIMEN

Sistem ini bertujuan untuk mengimplementasikan komunikasi data untuk mengendalikan dan memonitor motor induksi tiga phasa. Sistem kendali motor induksi tiga phasa ini menggunakan komunikasi data dengan protokol Modbus RTU, dimana PLC Omron CP1E-N30DT-D sebagai *master* dan VFD Omron 3G3MX2-AB007-V1 sebagai *slave*. Karena untuk menggunakan komunikasi Modbus RTU *interface*-nya RS-485, maka pada PLC harus ditambahkan RS-485 *option board* yaitu CP1W-CIF11. Untuk operasi sistem kendali menggunakan HMI Omron NB10W-TW01B dan memungkinkan melakukan *remote acces* dengan menggunakan VNC (*Virtual Network Computing*) melalui PC. Implementasi komunikasi data pada sistem kendali motor induksi tiga phasa untuk melakukan beberapa fungsi yaitu *Write To Coil* (menghidupkan/mematikan motor, mengubah arah putaran motor), *Read Coil Status* (membaca status motor, alarm pada VFD), *Write To Holding Register* (mengatur frekuensi motor), *Read From Holding Register* (membaca frekuensi, arus, tegangan motor).

2.1 Program PLC

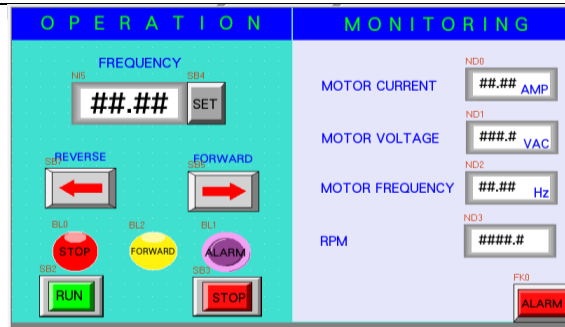


Gambar 2.1 Program PLC

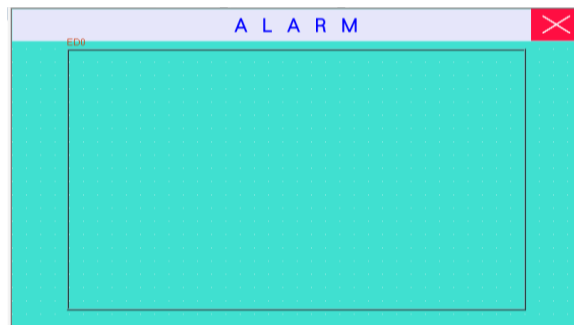
- a) **Operation** (Berisi program yang berfungsi untuk menghidupkan/mematikan motor, mengubah arah putaran motor, mengatur kecepatan motor).
- b) **Monitoring** (Berisi program untuk menampilkan voltase, arus, frekuensi, Rpm,dan arah putaran motor).
- c) **Alarm** (Berisi program untuk menampilkan kondisi abnormal pada PLC dan VFD).

2.2 Program HMI

Untuk program HMI dibagi menjadi 3 bagian yaitu *Operation*, *Monitoring*, dan *Alarm*. Pada layar utama terdapat bagian *Operation yang* dan *Monitoring*, sedangkan *Alarm* terdapat disatu layar khusus untuk *alarm*.



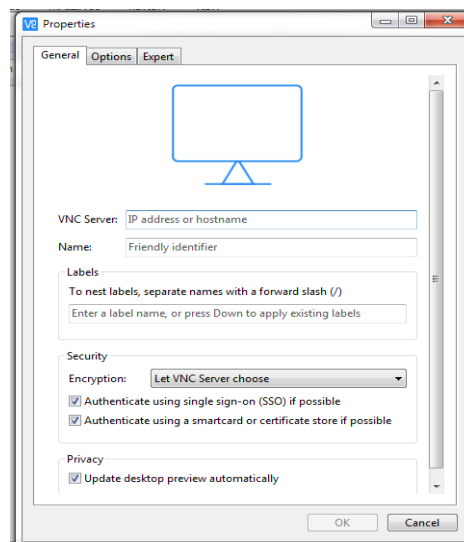
Gambar 2.2 Operation and Monitoring Program



Gambar 2.3 Alarm Program

2.3 Pengaturan VNC Viewer

Untuk VNC Server isikan sesuai dengan IP address pada HMI yaitu 192.168.250.2, dan untuk Name beri nama HMITA. Klik OK. Kemudian akan muncul tampilan *Encryption*, klik *Continue*. Kemudian akan muncul tampilan *Authentication*, masukan password sesuai dengan *operation mode* yang akan dilakukan, ”888888” untuk *Monitor Mode* dan ”888855” untuk *Operation Mode*. Kemudian klik OK.



Gambar 2.4 Properties VNC Viewer

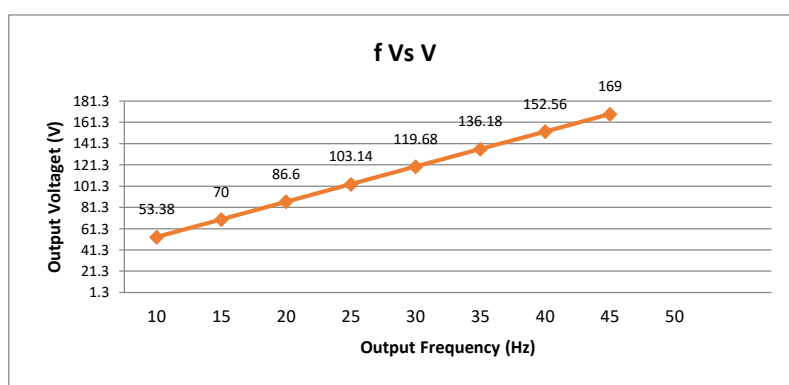
III. HASIL DAN PEMBAHASAN

Dari pengujian yang telah dilakukan, diperoleh data arus, tegangan, dan juga kecepatan putaran motor dengan perubahan nilai frekuensi dari 5 Hz sampai 50 Hz. Yang mana data tersebut akan dibandingkan terhadap perubahan nilai frekuensi dan juga akan dibandingkan nilai yang ada pada HMI dengan pengukuran menggunakan alat ukur.

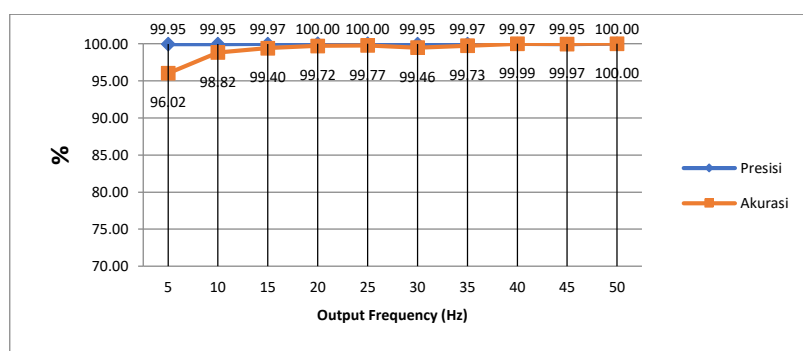
3.1 Perbandingan Tegangan Keluaran Antara HMI/VFD dan Alat Ukur

Tabel 3.1 Data Hasil Pengukuran Tegangan Oleh VFD dan Multimeter

No	Hz	OUTPUT VOLTAGE									
		HMI/VFD									Volt Meter (V)
		Pengukuran ke-n (V)					Rata-rata (V)	Deviasi Rata-rata	Presisi (%)	Akurasi (%)	
		1	2	3	4	5					
1	5	20.7	20.8	20.8	20.7	20.7	20.74	0.048	99.95	96.02	21.6
2	10	36.8	36.8	36.7	36.8	36.7	36.76	0.048	99.95	98.82	37.2
3	15	53.3	53.4	53.4	53.4	53.4	53.38	0.032	99.97	99.40	53.7
4	20	70	70	70	70	70	70	0	100.00	99.72	70.2
5	25	86.6	86.6	86.6	86.6	86.6	86.6	0	100.00	99.77	86.8
6	30	103.1	103.1	103.2	103.2	103.1	103.14	0.048	99.95	99.46	103.7
7	35	119.7	119.7	119.7	119.7	119.6	119.68	0.032	99.97	99.73	120
8	40	136.2	136.2	136.2	136.2	136.1	136.18	0.032	99.97	99.99	136.2
9	45	152.6	152.6	152.5	152.6	152.5	152.56	0.048	99.95	99.97	152.6
10	50	169	169	169	169	169	169	0	100.00	100.00	169



Gambar 3.1 Grafik Perbandingan Frekuensi Terhadap Tegangan Motor



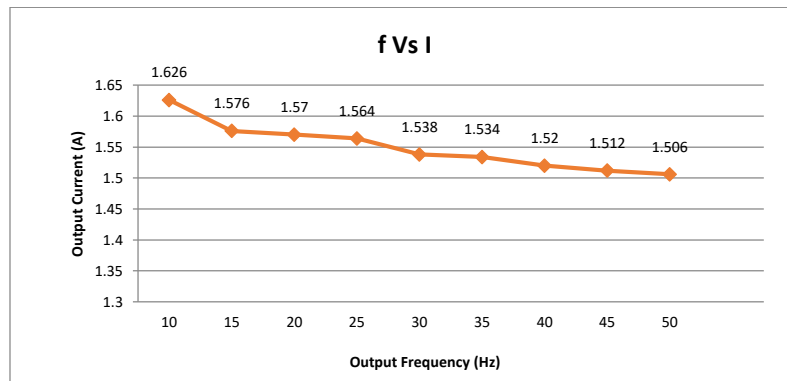
Gambar 3.2 Grafik Pengukuran Tegangan Keluaran Tingkat Akurasi dan Presisi

Dari data tabel 3.1 hasil pengujian diatas, perubahan nilai frekuensi berbanding lurus terhadap nilai tegangan keluaran dan pengukuran oleh VFD menunjukkan bahwa dapat berfungsi dengan baik. Mengacu pada Multimeter Kyoritsu Kew Snap 2007A, dari 5 kali pengujian dengan 10 variabel, pengukuran tegangan oleh VFD memiliki tingkat akurasi yang tinggi berkisar antara 96.02% - 100%, dengan akurasi paling rendah 96.02% yaitu pada pengaturan frekuensi keluaran 5 Hz dan jika dirata-rata tingkat akurasi sebesar 99.29% dan memiliki tingkat presisi berkisar antara 99.95% - 100% dengan rata-rata sebesar 99.97%.

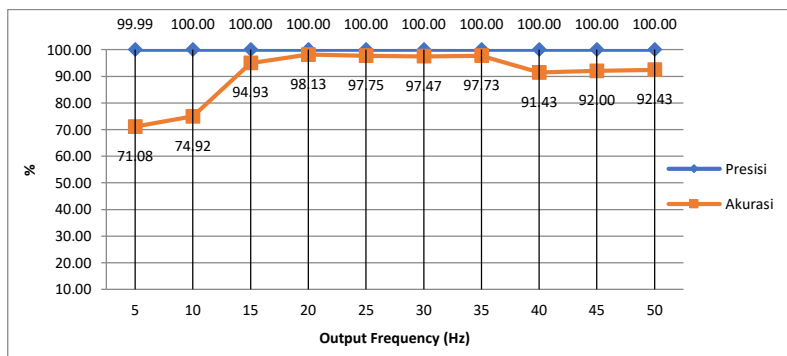
3.2 Perbandingan Arus Keluaran Antara HMI/VFD dan Alat Ukur

Tabel 3.2 Data Hasil Pengukuran Arus Oleh VFD dan Multimeter

No	Hz	OUTPUT CURRENT									
		HMI/VFD					Rata-rata (A)	Deviasi Rata-rata	Presisi (%)	Akurasi (%)	Ampere Meter (A)
		Pengukuran ke-n (A)									
1	2	3	4	5							
1	5	1.67	1.67	1.68	1.69	1.67	1.676	0.0072	99.99	71.08	1.3
2	10	1.63	1.62	1.63	1.63	1.62	1.626	0.0048	100.00	74.92	1.3
3	15	1.57	1.57	1.58	1.58	1.58	1.576	0.0048	100.00	94.93	1.5
4	20	1.57	1.57	1.57	1.57	1.57	1.57	0	100.00	98.13	1.6
5	25	1.56	1.57	1.57	1.56	1.56	1.564	0.0048	100.00	97.75	1.6
6	30	1.54	1.54	1.53	1.54	1.54	1.538	0.0032	100.00	97.47	1.5
7	35	1.53	1.53	1.54	1.54	1.53	1.534	0.0048	100.00	97.73	1.5
8	40	1.52	1.52	1.52	1.52	1.52	1.52	0	100.00	91.43	1.4
9	45	1.51	1.52	1.51	1.51	1.51	1.512	0.0032	100.00	92.00	1.4
10	50	1.51	1.5	1.51	1.5	1.51	1.506	0.0048	100.00	92.43	1.4



Gambar 3.3 Grafik Perbandingan Frekuensi Terhadap Arus Motor



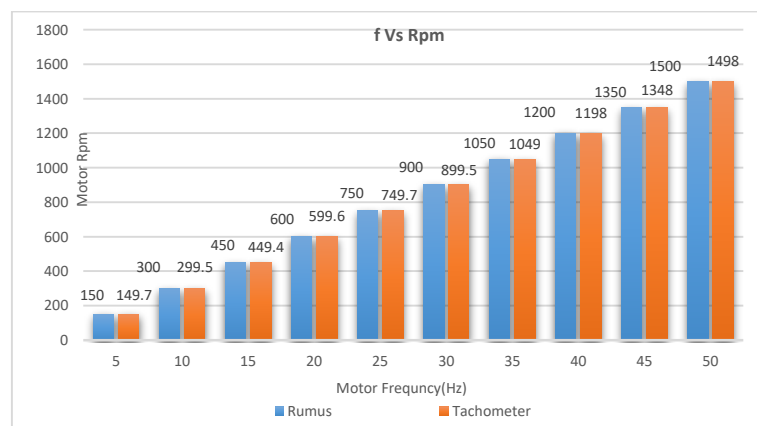
Gambar 3.4 Grafik Pengukuran Arus Keluaran Tingkat Akurasi dan Presisi

Dari data tabel 3.2 hasil pengujian diatas, perubahan nilai frekuensi berbanding terbalik terhadap nilai arus keluaran, meskipun tidak terlalu signifikan. Semakin besar pengaturan frekuensi keluaran maka arus keluaran semakin kecil dan pengukuran oleh VFD menunjukkan bahwa dapat berfungsi dengan baik. Mengacu pada Multimeter Kyoritsu Kew Snap 2007A, dari 5 kali pengujian dengan 10 variabel, pengukuran arus oleh VFD memiliki tingkat akurasi berkisar antara 71.08% - 98.13%, dengan akurasi paling rendah 71.08% yaitu pada pengaturan frekuensi keluaran 5 Hz dan jika dirata-rata tingkat akurasi sebesar 90.79% dan memiliki tingkat presisi berkisar antara 99.99% - 100% dengan rata-rata sebesar 100%.

3.3 Perbandingan Rpm Motor Antara HMI/VFD dan Tachometer

Tabel 3.3 Data Hasil Perhitungan dan Pengukuran dengan Tachometer

No	Hz	Rpm		%Slip
		Rumus	Tachometer	
1	5	150	149.7	0.20%
2	10	300	299.5	0.17%
3	15	450	449.4	0.13%
4	20	600	599.6	0.07%
5	25	750	749.7	0.04%
6	30	900	899.5	0.06%
7	35	1050	1049	0.10%
8	40	1200	1198	0.17%
9	45	1350	1348	0.15%
10	50	1500	1498	0.13%



Gambar 3.5 Grafik Perbandingan Frekuensi Terhadap Kecepatan Putaran Motor

Dari Tabel 3.3 Data Hasil perhitungan dan Pengukuran dengan Tachometer, perubahan nilai frekuensi berbanding lurus terhadap kecepatan putaran motor, yaitu semakin besar nilai frekuensi, semakin cepat pula putaran motor. Jika dirata-rata %slip kecepatan stator dan rotor bernilai 0.12 % dan slip terbesar hingga 0.2%.

IV. SIMPULAN

Dari hasil dan pembahasan dapat disimpulkan bahwa:

1. Pengendalian motor induksi tiga fasa melalui komunikasi data RS-485 dengan protokol Modbus RTU antara PLC sebagai *Master* dan VFD sebagai *Slave*.
2. Pengoperasian dan pemantauan motor induksi tiga fasa menggunakan *Touchscreen* HMI dan *remote acces* menggunakan VNC melalui PC.
3. Pengukuran tegangan keluaran oleh VFD memiliki rata-rata tingkat akurasi sebesar 99.29% dan memiliki rata-rata tingkat presisi sebesar 99.97%.
4. Pengukuran arus keluaran oleh VFD memiliki rata-rata tingkat akurasi sebesar 90.79% dan memiliki rata-rata tingkat presisi sebesar 100%.
5. Perbedaan nilai rpm antara kecepatan putaran stator dan rotor paling besar 0.20% dan rata-rata slipnya 0.12%.

DAFTAR PUSTAKA

- [1] E. S. Nasution and A. Hasibuan, "Pengaturan Kecepatan Motor Induksi 3 Fasa Dengan Merubah Frekuensi Menggunakan Inverter ALTIVAR 12P," vol. 2, no. 1, pp. 25–34, 2018.
- [2] D. N. Huda, "Pengujian Unjuk Kerja Variabel Speed Drive Vf-S9 Dengan Beban Motor Induksi 3 Fasa 1 Hp," *Skripsi*, vol. 1, no. 1, pp. 1–8, 2015.
- [3] R. M. M. Wilutomo and T. Yuwono, "Rancang Bangun Memonitor Arus Dan Tegangan Serta Kecepatan Motor Induksi 3 Fasa Menggunakan Web Berbasis Arduino Due," *Gema Teknol.*, vol. 19, no. 3, p. 19, 2017.
- [4] R. A. Ghazali, "Metode Perhitungan Efisiensi Motor Induksi Yang Sedang Beroperasi," *Skripsi*, 2011.

- [5] Zuhail, *Dasar Teknik Tenaga Listrik dan Elektronika Daya*. Jakarta: PT. Gramedia Pustaka Utama, 2000.
- [6] Omron, "MX2 Series Type V1 User ' s Manual." Omron, Kyoto, 2013.
- [7] Omron, "CP1E CPU Unit Hardware USER ' S MANUAL." Omron, Kyoto, 2017.
- [8] Omron, "Programmable terminal NB Series," vol. 6, no. 4. Omron, Kyoto, p. 274, 2018.
- [9] I. A. S. MODICON, Inc., "Modicon Modbus Protocol Reference Guide Modicon Modbus Protocol Reference Guide," *Int. Bus.*, 1996.
- [10] Omron, "CP1E CPU Unit Software USER ' S MANUAL." Omron, Kyoto, 2009.
- [11] M. Khosyi'in, "Kesalahan Dalam Pengukuran." Unissula, Semarang, pp. 1–18, 2014.