

PERANCANGAN SISTEM MONITORING SUHU DAN GETARAN PADA BEARING DAPAT MOTOR INDUKSI BERBASIS HMI

Noorly Evalina¹, Joko Susilo², Arfis Amiruddin³,

^{1,2,3} Universitas Muhammadiyah Sumatera Utara

^{1*,2)} Program Studi Teknik Elektro Universitas Muhammadiyah Sumatera Utara

³⁾ Program Studi Teknik Mesin Universitas Muhammadiyah Sumatera Utara

Jl. Kapten Mukhtar Basri No 3^{1,2,3,4}, Medan Indonesia, kode pos 20238

e-mail: noorlyevalina@umsu.ac.id

Abstrak—Perbaikan motor induksi yang cukup lama akan menyebabkan menurunnya kinerja dan hilangnya waktu produktifitas. Kerusakan motor induksi dapat disebabkan oleh faktor sebagai berikut yaitu getaran, temperatur dan kurangnya pemeliharaan yang tidak terkontrol. Oleh sebab itu diperlukan suatu system yang dapat mengontrol getaran dan suhu motor induksi untuk menjaga performa motor induksi sehingga dapat mencegah terjadinya kerusakan motor induksi. Kertas kerja ini membahas tentang perancangan system monitoring getaran dan suhu pada bearing motor induksi dengan menggunakan sensor suhu dan sensor getaran berbasis HMI (Human Machine Interface). Penelitian dilakukan pada bearing motor induksi yang telah digunakan selama ± 4320 jam, ± 8640 jam. Sensor suhu digunakan untuk mendeteksi suhu dan sensor getaran digunakan untuk mendeteksi getaran yang terjadi pada bearing motor induksi yang akan dikirimkan pada PLC (Programmable Logic Controller). PLC memerintahkan HMI untuk menampilkan suhu dan getaran pada HMI sehingga dapat di monitor oleh operator, apabila getaran yang terdeteksi lebih besar dari 7 mm/s dan suhu terdeteksi lebih besar dari 70 °C maka alarm akan menyatakan pada bearing motor induksi harus dilakukan tindakan pemeliharaan.

Keywords : Suhu, Getaran, bearing, monitoring, HMI

Abstract—Extended maintenance periods for induction motors result in reduced efficiency and lost production time. Vibration, voltage, temperature, and improper maintenance can all cause damage to induction motors. Therefore, a system is needed that can control the performance of the induction motor so as to prevent damage to the induction motor, this working paper discusses the design of a vibration and temperature monitoring system in induction motor bearings using temperature sensors and vibration sensors based on HMI (Human Machine Interface), research is carried out on induction motor bearings that have been used for ± 4320 hours, ± 8640 hours. temperature sensor is used to detect temperature and vibration sensor is used to detect vibration that occurs in induction motor bearings to be delivered to PLC (Programmable Logic Controller), PLC instructs HMI to display temperature and vibration on HMI so that it can be monitored by the operator, if the detected vibration is greater than 7 mm/s and the temperature detected is greater than 70 °C then the alarm will state the induction motor must take preventive maintenance action.

Keywords: temperature, vibration, bearing, monitoring, HMI

I. PENDAHULUAN

Motor induksi merupakan salah satu aspek penting dalam kegiatan industri. Hal ini dikarenakan motor induksi digunakan sebagai komponen penggerak utama dan motor induksi digunakan dalam berbagai bidang, seperti penggerak mesin press, penggerak mixer, penggerak conveyor belt, dan penggerak pompa. Hampir 80-90% negara maju menggunakan motor induksi sebagai komponen penggerak utama[1].

Beberapa aspek yang mempengaruhi kerusakan motor induksi antara lain getaran, tegangan, suhu, kurangnya perawatan preventif, dan lamanya penggunaan motor yang tidak terkontrol yang dapat

menyebabkan pelumas pada bearing motor induksi kering, terjadinya kenaikan temperatur yang menyebabkan kerusakan bearing motor induksi[2].

II. STUDI PUSTAKA

Berdasarkan hasil studi Electric Power Research Institute (EPRI) terhadap 6.312 motor dan studi IEEE-IAS Motor Renewability Working Group terhadap 1.141 motor induksi. Penelitian menunjukkan bahwa sekitar 41-44% kerusakan motor induksi terjadi di bearing. Bearing merupakan komponen motor induksi yang membantu rotor bergerak bebas[3]. Bearing yang rusak dapat menyebabkan getaran, kebisingan,

peningkatan suhu pengoperasian, dan percikan api yang dapat merusak bagian motor induksi lainnya.

Perawatan berkala diperlukan untuk menjaga kelancaran produksi dan menghindari kerusakan selama proses produksi yang bertujuan untuk menghindari terjadinya kerusakan serta melindungi performa motor supaya senantiasa beroperasi dengan baik. Penelitian ini merancang sesuatu sistem yang bisa memonitoring keadaan temperatur serta getaran pada bearing motor induksi[4]

(TMT182) Temperatur Head transmitter with HART 182 digunakan buat mengganti bermacam sinyal masukan menjadi sinyal analog 4 sampai 20mA. TMT182 digunakan untuk pemasangan pada kepala sensor yang beroperasi berdasarkan prinsip pengukuran pemantauan elektronik dan mengubah sinyal input dari alat pengukur. sebagai berikut:

1. Resistance thermometer (RTD)
2. Thermocouple (TC)

Sistem Pengukuran Pemancar Kepala Suhu TMT182 adalah pemancar 2 kabel dengan output analog. TMT 182 mempunyai masukan pengukuran untuk thermometer resistansi (RTD) dengan hubungan 2, 3 ataupun 4 kabel, Termokopel dan pemancar tegangan. Pengaturan TMT182 dicoba menggunakan protokol dan sumber daya HART (DXR275, DXR375) atau perangkat lunak konfigurasi komputer ReadWin 2000.

Sensor termokopel mendeteksi suhu di bearing sehingga nilai suhu dikirim ke TMT untuk diubah, yang menghasilkan pembacaan berupa input analog dan sinyal 4–20 mA sehingga dapat dibaca oleh PLC dan dibaca oleh layar HMI yang telah dirancang sebagai sistem pemantauan[5]. Dengan pengaturan sensor suhu yang digunakan ketika sensor mendeteksi nilai suhu < 70 °C maka alarm peringatan akan aktif dengan indikator lampu berwarna hijau menyala. sebagai penanda bahwa bearing motor induksi dalam keadaan baik dan ketika sensor mendeteksi nilai suhu > 70 °C maka alarm peringatan akan aktif ditandai dengan indikator lampu berwarna kuning menyala, Menunjukkan bahwa bearing motor induksi dalam kondisi peringatan (perlu perawatan). Jika tidak ada pemeliharaan yang dilakukan selama alarm peringatan perlu perawatan berbunyi, alarm peringatan akan tetap aktif hingga waktu yang ditentukan berlalu. Setelah waktu yang ditentukan berlalu, alarm yang menyatakan kondisi berbahaya akan diaktifkan secara otomatis, dan indikator lampu merah serta status darurat akan diaktifkan. Hal ini menandakan bahwa bearing motor induksi berada dalam kondisi yang buruk dan dapat menyebabkan kerusakan pada bearing dan motor induksi[6].

Pada dasarnya, peran akselerometer pemancar getaran adalah untuk mendeteksi adanya getaran dengan mengubah gerakan mekanis menjadi sinyal listrik dan menghasilkan sinyal 4-20 mA yang dikirim

ke sistem PLC/HMI, yaitu perangkat yang dapat mendeteksinya [7].

Acceleration pada getaran digunakan untuk menghitung percepatan getaran yang terdapat pada bearing motor induksi. dengan ini, maka acceleration berguna saat timbul velocity kecepatan perubahan arah posisi suatu benda dalam suatu satuan jarak persatuan waktu (mm/dtk)[8].

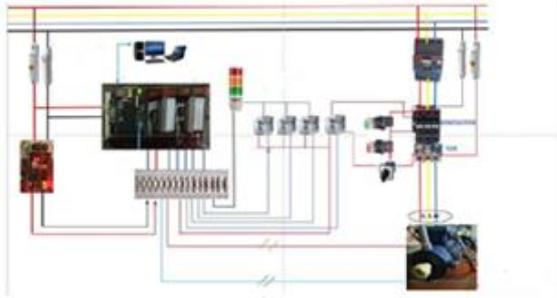
Derajat getaran pada bearing motor induksi akan dibaca oleh sensor getaran kemudian dikirim ke sistem PLC dan dipantau oleh program sistem HMI. nilai getaran yang terbaca akan menentukan baik tidaknya kondisi bearing atau pun motor, jika nilai getaran 0-7 mm/s bearing motor induksi dinyatakan dalam kondisi normal dan jika nilai getaran melebihi dari 7 mm/s maka kondisi bearing motor induksi dalam keadaan buruk lampu indikator alarm akan menyala dengan indikasi lampu merah dan keadaan darurat akan aktif, harus dilakukan pemeliharaan pada bearing motor induksi. Pemantauan pembacaan getaran oleh operator dapat menghindari terjadinya kerusakan pada motor induksi disebabkan sistem ini telah terpantau berdasarkan waktu sebenarnya berfungsi meningkatkan kesiagaan dalam melaksanakan tindakan pemeliharaan.

Human Machine Interface yaitu suatu sistem menjadi alat komunikasi atau penghubung yg digunakan operator sebagai interface/ antarmuka agar dapat memonitoring suatu proses yg dijalankan oleh alat-alat instrument PLC atau mesin. Penggunaan HMI menjadi alat monitoring dapat berupa, PC, LCD, atau bentuk tampilan lainnya. intinya bahwa alat-alat instrument, mesin-mesin, juga kinerja lainnya dapat dimonitoring secara real time oleh HMI[9], kondisi kedua perangkat yaitu HMI serta alat-alat yg ingin dijalankan harus terhubung melalui sistem moduler I/O PLC yang sudah terprogram sinkron sehingga bisa dijalankan.

PLC yg digunakan dalam perancangan sistem kontrol suhu, getaran di bearing motor induksi. menggunakan PLC GE Fanuc series 90-30. PLC GE Fanuc Series 90-30 dipilih untuk digunakan pada penelitian ini, disebabkan sudah banyak digunakan di industri sebagai sistem kontrol[10].

III. METODE

Perancangan ini menggunakan PLC sebagai alat utamanya. PLC yang digunakan adalah PLC GE Fanuc seri 90-30. catu daya, sensor suhu, sensor getaran, motor induksi. Disini sensor suhu digunakan untuk mencatat suhu bantalan motor induksi selama pengoperasian. Sensor suhu dipasang pada badan motor induksi dekat bantalan untuk membaca suhu bantalan [11]. Sensor getaran digunakan untuk mendeteksi gerakan dan getaran yang disebabkan oleh bantalan motor induksi. Perancangan perangkat keras ditunjukkan pada Gambar 1 dengan menggunakan diagram skema sistem yang dirancang.



Gambar 1. Rangkaian skematik Rangkaian keseluruhan

Gambar 1. Menunjukkan rangkaian rancangan perangkat keras menggunakan tegangan suplai dudukan sekering yang berfungsi sebagai sistem proteksi adalah 220 VAC. Kemudian tegangan diubah dari 220 VAC menjadi 24 VDC sesuai kebutuhan PLC [12]. PC/Laptop dilengkapi dengan software PLC dan HMI beserta programnya. Dengan masukan dari PC/Laptop, program ladder chart dikirim sesuai desain dan kebutuhan. Program Ladder chart kemudian diunduh ke CPU PLC hingga disimpan di memori sebagai perintah. Untuk menyederhanakan penggunaan sistem PLC, diagram ladder chart PLC dikembangkan lebih lanjut menjadi sistem HMI dengan menambahkan diagram ladder PLC yang dialamatkan ke sistem perangkat lunak HMI untuk memungkinkan pemantauan suhu dan getaran [13].

Sensor suhu dan getaran bekerja jika operator menghidupkan motor induksi sebagai keluaran. Pada saat motor induksi berjalan, sistem bekerja menghitung waktu bekerjanya motor induksi. PLC menetapkan batas maksimum pengoperasian motor tergantung pada pengaturan penggunaan. Keluaran sensor suhu dan getaran yang terdeteksi dikirim ke sistem PLC, kemudian datanya dikirim ke HMI sebagai indikasi hasil pemantauan [7]. Memungkinkan operator memantau langsung kondisi bearing motor induksi secara real time. Sistem PLC juga mengeluarkan peringatan alarm ketika kondisi bearing terdeteksi dan nilai suhu dan getaran yang diukur melebihi batas toleransi yang ditentukan. Menunjukkan bahwa pekerjaan pemeliharaan pada motor induksi diperlukan dan harus segera dilakukan.

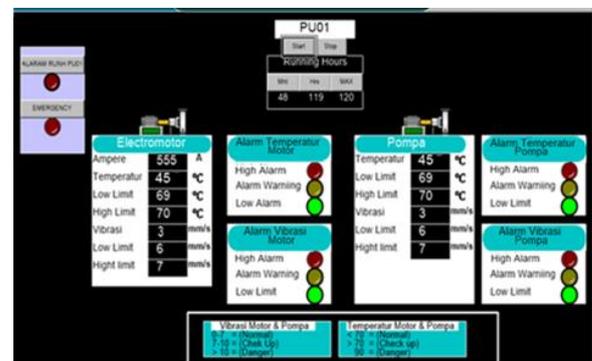
IV. HASIL DAN PEMBAHASAN

Hasil sistem monitoring suhu dan getaran berkaitan dengan lamanya jam pemakaian HMI (Human Machine Interface) diadopsi untuk bantalan motor induksi, dan hasil kinerja alat ditampilkan sekaligus pada layar HMI[9]. Terdapat parameter yang diuji pada sistem monitoring HMI. Adapun parameter yang akan diuji coba pada sistem monitoring HMI yaitu pembacaan suhu, getaran dan lamanya waktu pemakaian motor induksi, bertujuan mendapatkan

hasil pengujian pada bearing yang telah terpakai selama ± 4320 jam, dan ± 8.640 jam.

HMI akan memperlihatkan kondisi alarm suhu dan getaran dengan indikasi High ditandai dengan indikator berwarna merah, warning ditandai dengan indikator berwarna kuning dan low ditandai dengan indikator berwarna hijau. Kondisi motor induksi dikatakan berada pada kondisi normal jika getarannya terukur sebesar lebih kecil dari 7 mm/s, kondisi check up jika getaran yang terukur diantar 7 sampai dengan 10 mm/s, dan kondisi danger (berbahaya) jika getaran yang terukur lebih besar dari 10 mm/s. pada pengujian suhu kondisi normal pada motor induksi dindikasikan dengan hasil pengujian pada monitor lebih kecil dari 70 °C, kondisi diperlukan pemeliharaan (check up) jika nilai yang terukur lebih besar dari 70 °C, kondisi berbahaya(danger) jika pengukuran pada HMI ≥ 90 °C.

Penelitian ini khusus digunakan untuk mengetahui kapan waktu yang tepat untuk melakukan perawatan guna mencegah kerusakan yang mungkin terjadi pada bantalan motor induksi atau motor induksi itu sendiri. Hasil monitoring HMI pada bearing yang telah dipakai selama ± 4320 hours pada Gambar 2.



Gambar 2. Hasil monitoring suhu dan getaran pada HMI

Gambar 2. Memperlihatkan hasil monitoring pada bearing motor induksi dengan putaran 1500 rpm yang telah bekerja selama ± 4320 jam, tahapan pengujian dilakukan dengan mengubah jam pemakaian motor induksi tersebut dengan jam pemakaian 24, 48, 72, 96 dan 120 jam, sesuai kondisi hasil pengukuran suhu, hasil pengujian yang diperoleh dapat dilihat pada tabel 1.

Tabel 1. Hasil Pengujian motor induksi pada bearing yang telah digunakan ± 4320 jam

N (Rpm)	t (jam)	Suhu °C	Getaran mm/s	Status
1500	24	38	2	Normal
	48	41	2,1	Normal
	72	42,8	2,4	Normal
	96	43,6	2,8	Normal
	120	45	3	Normal

Tabel 1. Menunjukkan bahwa pada kecepatan 1500 rpm dan waktu pengoperasian 24 hingga 120 jam, suhu terendah yang diukur adalah 38 °C dan suhu tertinggi adalah 45 °C. getaran yang terukur minimum 2 mm/s dan yang tertinggi 3 mm/s, status bearing motor induksi dikatakan normal yang mengindikasikan motor induksi dalam keadaan sehat dan tidak perlu melakukan pemeliharaan..

Monitor HMI akan mengindikasikan kondisi tersebut berdasarkan tampilan indikator alarm suhu dan getaran pada tabel 2.

Tabel 2. Indikator alarm suhu dan getaran pada HMI

N (Rpm)	t (jam)	Alarm suhu	Alarm getaran	Lampu indikasi
1500	24	Low	Low	Hijau
	48	Low	Low	Hijau
	72	Low	Low	Hijau
	96	Low	Low	Hijau
	120	low	low	Hijau

Tabel 2 menunjukkan monitor HMI saat alarm suhu di posisi rendah dan alarm getar di posisi rendah. Lampu indikator berwarna hijau akan menyala dan tidak ada kondisi darurat yang menandakan bantalan motor induksi rusak. Dikatakan dalam kondisi baik dan tidak diperlukan perawatan. Hal ini dikarenakan nilai suhu masih dibawah 70 °C dan vibrasi masih dibawah 7 mm/s nilai vibrasi pada motor induksi mengikuti standar ISO 10816-3.

Dengan cara yang sama hasil pengujian pada bearing yang telah bekerja selama ± 8.460 jam diperlihatkan tabel 3.

Tabel 3. Hasil pengujian motor induksi untuk bantalan motor induksi yang digunakan selama ± 4320 jam

N (Rpm)	Waktu (jam)	Suhu °C	Getaran mm/s	Status
1500	24	51	4	Normal
	48	57	4,8	Normal
	72	64,5	5,6	Normal
	96	66,7	6,3	Normal
	120	72,5	7	Chek up

Tabel 3. Menunjukkan pengujian sampel yang disimpan digunakan selama ± 8.460 jam. Pada pengujian pertama motor induksi dioperasikan pada kecepatan 1500 rpm dan digunakan selama 24 jam, hasil monitoring menunjukkan nilai temperatur pada bantalan motor induksi minimum sebesar 51°C dan getaran pada bantalan motor induksi minimum terukur sebesar 4 mm/s. Untuk memastikan bahwa alarm suhu bearing motor induksi berada pada posisi alarm normal, pengujian mengukur suhu bantalan 72,5 °C dan getaran 7 mm/s setiap 120 jam. Hal ini diperlukan untuk melakukan perawatan motor induksi.

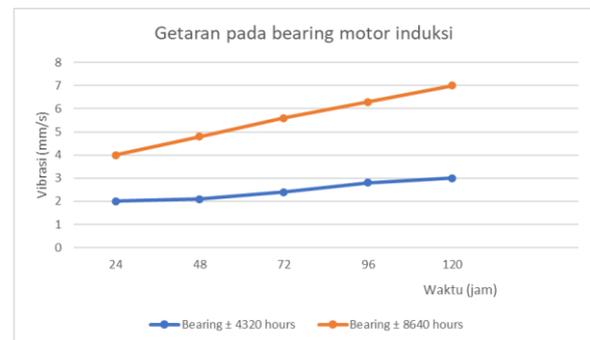
Monitor HMI akan mengindikasikan kondisi tersebut berdasarkan tampilan indikator alarm suhu dan getaran pada table 4.

Tabel 4. Indikator alarm suhu dan getaran pada HMI

N (Rpm)	t (jam)	Alarm suhu	Alarm getaran	Lampu indikasi
1500	24	Low	Low	Hijau
	48	Low	Low	Hijau
	72	Low	Low	Hijau
	96	Low	Low	Hijau
	120	warning	warning	Kuning

Tabel 4. akan memperlihatkan hasil monitoring pada HMI posisi low ditunjukkan alarm suhu dan getaran, sebelum waktu motor bekerja mencapai 120 jam. Setelah motor induksi bekerja selama 120 jam lampu indikator akan mengaktifkan lampu indikator berwarna kuning menyala yang mengindikasikan bearing motor induksi dalam keadaan perlu dilakukan kegiatan pemeliharaan motor induksi, sehingga motor induksi terhindar dari kerusakan.

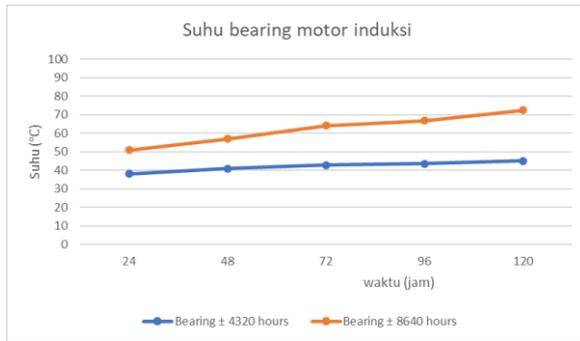
Hasil pengujian getaran pada bearing motor ± 4320 hrs, ± 8640 jam, berdasarkan hasil monitoring pada HMI ditampilkan pada gambar 3.



Gambar 3. Hasil Pengujian Getaran pada bearing motor induksi

Gambar 3. Memperlihatkan berdasarkan hasil monitoring pada HMI Semakin lama penggunaan motor induksi maka besar getaran bearing motor induksi semakin besar, Hasil pengujian getaran pada bearing motor ± 8640 jam, hasil pengujian getaran lebih besar daripada bearing motor yang telah digunakan selama ± 4320 jam.

Hasil pengujian suhu pada bearing motor ± 4320 hrs, ± 8640 jam pada hasil monitoring suhu HMI diperlihatkan pada gambar 4.



Gambar 4. Hasil pengujian suhu pada motor induksi

Gambar 4. memperlihatkan berdasarkan hasil monitoring pada HMI Semakin lama penggunaan motor induksi maka besar suhu bearing motor induksi semakin besar, Hasil pengujian suhu pada bearing motor \pm 8640 jam, hasil pengujian suhu lebih besar daripada bearing motor yang telah digunakan selama \pm 4.320 jam.

V. KESIMPULAN

Berdasarkan hasil penelitian monitoring dengan menggunakan HMI pada motor induksi, sensor suhu dan sensor getaran mendeteksi besarnya suhu dan getaran pada motor induksi kemudian dikirimkan ke sistem PLC, data akan ditransfer ke HMI sebagai tampilan hasil monitoring. sehingga operator langsung dapat memonitoring keadaan bearing motor induksi secara berdasarkan waktu, lampu indikator akan mengaktifkan alarm dan status bearing motor induksi sehingga diketahui kondisi untuk melakukan pemeliharaan untuk mencegah kerusakan pada motor induksi.

UCAPAN TERIMA KASIH

Kami mengucapkan terimakasih kepada Universitas Muhammadiyah Sumatera Utara yang telah mendukung keberhasilan pelaksanaan penelitian ini dengan baik.

DAFTAR PUSTAKA

- [1] H. C. Chang, Y. M. Jheng, C. C. Kuo, and Y. M. Hsueh, "Induction motors condition monitoring system with fault diagnosis using a hybrid approach," *Energies*, vol. 12, no. 8, 2019, doi: 10.3390/en12081471.
- [2] D. Meidiasha, M. Rifan, and M. Subekti, "Alat Pengukur Getaran, Suara Dan Suhu Motor Induksi Tiga Fasa Sebagai Indikasi Kerusakan Motor Induksi Berbasis Arduino," *J. Electr. Vocat. Educ. Technol.*, vol. 5, no. 1, pp. 27–31, 2020, doi: 10.21009/jevet.0051.05.
- [3] S. S. Goundar, M. R. Pillai, K. A. Mamun, F. R. Islam, and R. Deo, "Real time condition monitoring system for industrial motors," *2015 2nd Asia-Pacific World Congr. Comput. Sci. Eng. APWC CSE 2015*, no. December,

- 2016, doi: 10.1109/APWCCSE.2015.7476232.
- [4] P. Kumar, H. C. Kaur, and H. Sehgal, *HMI (Human Machine Interface)*, no. 1. LAP Lambert Publishing, 2019.
- [5] N. Evalina, F. I. Pasaribu, A. A. H, and A. Sary, "Penggunaan Arduino Uno Untuk Mengatur Temperatur Pada Oven," vol. 4, no. 2, pp. 122–128, 2022.
- [6] E. S. Simon, S. Rangasamy, N. Boopathy, P. Chinnarasu, and S. Venkatachalam, "Fault detection and Induction motor safety using Programmable Logic Controller and Supervisory Control and Data Acquisition system," *IOP Conf. Ser. Mater. Sci. Eng.*, vol. 955, no. 1, 2020, doi: 10.1088/1757-899X/955/1/012077.
- [7] S. J. Mathew and B. Hemalatha, "Fault Identification and Protection of Induction Motor using PLC and SCADA," pp. 8748–8754, 2014.
- [8] F. Duan, "Induction Motor Parameters Estimation and Faults Diagnosis using Optimisation Algorithms," no. October, 2014.
- [9] Prismanto, T. Herdantyo, D. T. Nugroho, Y. Ramadhani, and A. Mubyarto, "Desain Dan Simulasi Sistem HMI (Human Machine Interface) Berbasis Citect SCADA Pada Konveyor Proses Di Industri," *Semin. Nas. Edusaintek*, pp. 253–262, 2018.
- [10] I. D. Z. Imnadir, "Penerapan PLC HMI (Human Machine Interface) untuk Monitoring Objek pada Sistem Pengisian Minuman ke Dalam Botol," *Bul. Utama Tek.*, vol. 18, no. 1, pp. 47–53, 2022.
- [11] I. F. Musyaffa and K. Medilla, "Monitoring Motor Induksi Terhadap Temperatur dan Getaran Motor Menggunakan Arduino Uno," *J. Tek.*, pp. 1–10, 2019.
- [12] F. I. Pasaribu, N. Evalina, and P. Harahap, "Inverter Starting Energy Saver Design For Electric Power Efficiency In Water Pumps," *J. Electr. Technol. UMY*, vol. 5, no. 1, p. PRESS, 2021, doi: 10.18196/jet.v5i1.12096.
- [13] N. Evalina and A. A. Zulfikar, "Pengaturan Kecepatan Putaran Motor Induksi 3 Fasa Menggunakan Programmable Logic Controller," *J. Electr. Technol.*, vol. 3, no. 2, pp. 73–80, 2018.