

Analisis Kinerja Motor Listrik pada Rangkaian PLC Berdasarkan Daya dan Kecepatan Putar

Analysis of Electric Motor Performance in PLC-Controlled Circuits Based on Power and Rotational Speed

Anita Widyanti¹, Nurhadi², Ulfa Niswatul Khasanah³, Wahyu Dwi Handoko⁴,
Yuniar Alam⁵

^{1,2,3} Program Studi Fisika, Fakultas Ilmu Eksakta, Universitas Nahdlatul Ulama Blitar
e-mail: ¹anita.wd00@gmail.com, ²nur84hadi@gmail.com

Abstrak

Praktik Kerja Lapangan (PKL) ini dilaksanakan di Laboratorium Listrik SMKS Brantas Karangates dengan tujuan untuk menganalisis kinerja dua motor listrik tiga fasa, yaitu motor Alliance Motori dan motor Orsatti, yang dikendalikan menggunakan Programmable Logic Controller (PLC). Pengujian dilakukan dengan mengukur arus listrik, daya input, dan kecepatan putar motor pada tiga kondisi operasi, yaitu starting, running, dan delta (Δ). Pengukuran arus dilakukan menggunakan amperemeter, sedangkan kecepatan putar diukur menggunakan tachometer. Data hasil pengukuran selanjutnya diolah untuk menghitung daya listrik input motor menggunakan persamaan daya listrik tiga fasa serta dianalisis untuk mengetahui karakteristik kinerja masing-masing motor. Hasil pengujian menunjukkan bahwa motor Alliance Motori memiliki arus dan daya input yang lebih besar pada kondisi starting dibandingkan motor Orsatti. Sementara itu, motor Orsatti menunjukkan arus rata-rata yang lebih stabil serta kecepatan putar yang mendekati kecepatan sinkron pada kondisi operasi normal. Berdasarkan hasil tersebut, dapat disimpulkan bahwa sistem kendali berbasis PLC mampu mengendalikan motor listrik tiga fasa secara efektif dan dapat digunakan sebagai sarana evaluasi kinerja motor listrik berdasarkan daya listrik dan kecepatan putar.

Kata Kunci : *PLC, motor listrik tiga fasa, daya listrik, kecepatan putar*

Abstrack

This Field Work Practice (PKL) was conducted at the Electrical Laboratory of SMKS Brantas Karangates with the aim of analyzing the performance of two three-phase electric motors, namely Alliance Motori and Orsatti motors, controlled using a Programmable Logic Controller (PLC). The testing was carried out by measuring electric current, input power, and motor rotational speed under three operating conditions: starting, running, and delta (Δ). Current measurements were performed using an ammeter, while rotational speed was measured using a tachometer. The measurement data were then processed to calculate the motor input power using the three-phase electrical power equation and analyzed to determine the performance characteristics of each motor. The results showed that the Alliance Motori motor had higher starting current and input power compared to the Orsatti motor. Meanwhile, the Orsatti motor exhibited more stable average current and rotational speed close to the synchronous speed under normal operating conditions. Based on these results, it can be concluded that the PLC-based control system is effective in controlling three-phase electric motors and can be used as a tool for evaluating motor performance based on electrical power and rotational speed.

Keyword: *PLC, three-phase electric motor, electrical power, rotational speed*

PENDAHULUAN

Motor listrik merupakan salah satu komponen utama dalam sistem mekanik dan otomasi industri karena kemampuannya mengubah energi listrik menjadi energi mekanik secara efisien dan berkesinambungan[1]. Kinerja motor listrik sangat dipengaruhi oleh parameter operasi seperti arus, tegangan, faktor daya, serta kecepatan putar yang menentukan efektif tidaknya proses konversi energi. Perkembangan teknologi otomasi mendorong penggunaan *Programmable Logic Controller* (PLC) sebagai pengendali utama berbagai proses industri, termasuk pengaturan motor listrik tiga fasa. PLC memiliki keunggulan berupa fleksibilitas pemrograman, keandalan tinggi, serta kemampuan mengatur sistem secara otomatis tanpa perlu

mengubah rangkaian fisik[2]. Secara praktik di lapangan, motor listrik tiga fasa merupakan peralatan yang paling sering digunakan pada sistem penggerak mesin karena konstruksinya sederhana dan mampu bekerja kontinu dalam waktu lama. Namun, pada kondisi tertentu motor dapat mengalami masalah seperti arus starting yang tinggi dan ketidakseimbangan arus antar-fasa (*unbalance*) yang dapat menyebabkan rugi-rugi daya meningkat, temperatur lilitan naik, dan penurunan efisiensi kerja motor. Oleh karena itu, pengujian performa motor melalui pengukuran arus, daya listrik, serta kecepatan putar penting dilakukan untuk mengetahui karakteristik kerja motor dan menentukan motor dengan kinerja yang lebih stabil.

METODE PENELITIAN

Metode penelitian yang digunakan dalam penelitian ini meliputi analisa permasalahan serta perancangan metode yang digunakan untuk menyelesaikan permasalahan penelitian. Tahapan metode penelitian disusun secara sistematis untuk menganalisis kinerja motor listrik tiga fasa yang dikendalikan menggunakan Programmable Logic Controller (PLC) berdasarkan daya listrik dan kecepatan putar.

Analisa permasalahan dilakukan dengan mengidentifikasi perbedaan karakteristik kinerja dua motor listrik tiga fasa, yaitu motor Alliance Motori dan motor Orsatti, yang dioperasikan pada rangkaian kendali PLC. Parameter yang dianalisis meliputi arus listrik, daya listrik input, dan kecepatan putar motor pada kondisi starting, running, dan konfigurasi delta (Δ).

Arsitektur atau rancangan metode penelitian dilakukan dengan merancang sistem kendali PLC tiga fasa yang mampu mengoperasikan motor secara otomatis pada setiap kondisi pengujian. Sistem kendali dirancang menggunakan PLC Omron yang diprogram melalui perangkat lunak CX-Programmer. Program PLC disusun dalam bentuk ladder diagram untuk mengatur urutan kerja motor mulai dari proses pengasutan (starting), kondisi operasi normal (running), hingga perpindahan ke konfigurasi delta (Δ). Skema rangkaian digunakan sebagai acuan dalam proses perakitan dan pemasangan wiring sistem.

Pengujian sistem dilakukan setelah rangkaian dan program PLC berfungsi dengan baik. Pengambilan data dilakukan dengan mengukur arus listrik pada setiap fasa menggunakan amperemeter dan mengukur kecepatan putar motor menggunakan tachometer. Pengukuran dilakukan pada kedua motor listrik untuk setiap kondisi operasi yang telah ditentukan.

Data hasil pengukuran selanjutnya digunakan untuk menghitung daya listrik input motor. Perhitungan daya listrik dilakukan menggunakan persamaan daya aktif sistem tiga fasa seimbang yang ditunjukkan pada persamaan (1).

$$P = \sqrt{3} \times V \times I \times \cos \phi$$

dengan P merupakan daya listrik input (Watt), V adalah tegangan antar-fasa (Volt), I adalah arus rata-rata fasa (Ampere), dan $\cos \phi$ adalah faktor daya. Persamaan (1) digunakan untuk menentukan daya listrik yang diserap motor pada setiap kondisi pengujian[3].

Hasil perhitungan daya listrik dan data kecepatan putar motor selanjutnya dianalisis untuk membandingkan kinerja kedua motor listrik pada rangkaian kendali PLC tiga fasa. Alur metode penelitian secara keseluruhan disajikan dalam bentuk diagram alur yang ditunjukkan pada Gambar 1. Metode penelitian yang digunakan dalam penelitian ini meliputi analisa permasalahan serta perancangan metode yang digunakan untuk menyelesaikan permasalahan penelitian. Tahapan metode penelitian disusun secara sistematis untuk menganalisis kinerja motor listrik tiga fasa yang dikendalikan menggunakan *Programmable Logic Controller* (PLC) berdasarkan daya listrik dan kecepatan putar.

Analisa permasalahan dilakukan dengan mengidentifikasi perbedaan karakteristik kinerja dua motor listrik tiga fasa, yaitu motor Alliance Motori dan motor Orsatti, yang dioperasikan pada rangkaian kendali PLC. Parameter yang dianalisis meliputi arus listrik, daya listrik input, dan kecepatan putar motor pada kondisi *starting*, *running*, dan konfigurasi delta (Δ).

Arsitektur atau rancangan metode penelitian dilakukan dengan merancang sistem kendali PLC tiga fasa yang mampu mengoperasikan motor secara otomatis pada setiap kondisi pengujian. Sistem kendali dirancang menggunakan PLC Omron yang diprogram melalui perangkat lunak CX-Programmer. Program PLC disusun dalam bentuk *ladder diagram* untuk mengatur urutan kerja motor mulai dari proses pengasutan (*starting*), kondisi operasi normal (*running*), hingga perpindahan ke konfigurasi delta (Δ). Skema rangkaian digunakan sebagai acuan dalam proses perakitan dan pemasangan *wiring* sistem.

Pengujian sistem dilakukan setelah rangkaian dan program PLC berfungsi dengan baik. Pengambilan data dilakukan dengan mengukur arus listrik pada setiap fasa menggunakan amperemeter dan mengukur kecepatan putar motor menggunakan tachometer. Pengukuran dilakukan pada kedua motor listrik untuk setiap kondisi operasi yang telah ditentukan.

Data hasil pengukuran selanjutnya digunakan untuk menghitung daya listrik input motor. Perhitungan daya listrik dilakukan menggunakan persamaan daya aktif sistem tiga fasa seimbang yang ditunjukkan pada persamaan (1).

$$P = \sqrt{3} \times V \times I \times \cos \phi$$

dengan P merupakan daya listrik input (Watt), V adalah tegangan antar-fasa (Volt), I adalah arus rata-rata fasa (Ampere), dan $\cos \phi$ adalah faktor daya. Persamaan (1) digunakan untuk menentukan daya listrik yang diserap motor pada setiap kondisi pengujian[3].

Hasil perhitungan daya listrik dan data kecepatan putar motor selanjutnya dianalisis untuk membandingkan kinerja kedua motor listrik pada rangkaian kendali PLC tiga fasa.

HASIL DAN PEMBAHASAN

Bagian ini menyajikan hasil pengukuran arus listrik dan kecepatan putar motor pada dua motor listrik tiga fasa yaitu motor Alliance Motori dan motor Orsatti. Pengukuran dilakukan pada tiga kondisi operasi yaitu *starting*, *running*, dan delta (Δ). Data hasil pengukuran digunakan sebagai dasar perhitungan daya input motor untuk mengetahui

No.	Kondisi	Arus (A)			Arus Rata-Rata (A)	Rpm	Tegangan (V)	$\cos \phi$	Daya Input (W)
		R	S	T					
1.	Starting (Is)	1,9	3,0	4,1	3,0	-	380	0,85	1678,3
2.	Running (Ir)	1,3	1,0	1,2	1,2	1496	380	0,85	783,2
3.	Delta (Δ)	2,4	2,6	3,4	2,8	1499	380	0,85	1566,5

perbedaan karakteristik kinerja kedua motor pada rangkaian kendali PLC 3 fasa.

1. Data Pengukuran Arus dan Kecepatan Putaran (Alliance Motori)

Tabel 1. Data Pengukuran Arus dan Kecepatan Putaran (Alliance Motori)

Berdasarkan Tabel 1, motor Alliance Motori menunjukkan arus paling besar pada kondisi *starting* dibanding kondisi lainnya. Pada kondisi *running* dan delta (Δ), arus rata-rata mengalami penurunan namun terdapat perbedaan arus antar fasa yang cukup signifikan. Kecepatan putar motor pada kondisi *running* dan delta (Δ) berada mendekati kecepatan sinkron motor induksi, sehingga nilai slip yang diperoleh sangat kecil.

2. Data Pengukuran Arus dan Kecepatan Putaran (ORSATTI)

Tabel 2. Data Pengukuran dan Kecepatan Putaran (ORSATTI)

No.	Kondisi	Arus (A)			Arus Rata-Rata (A)	Rpm	Tegangan (V)	cos ϕ	Daya Input (W)
		R	S	T					
1.	Starting (Is)	10	3,8	14	9,3	-	380	0,85	5202,9
2.	Running (Ir)	1,5	1,2	1,4	1,4	1508	380	0,85	671,3
3.	Delta (Δ)	1,5	5,3	4,6	3,8	1502	380	0,85	2125,9

Berdasarkan Tabel 2, motor Orsatti menunjukkan arus starting yang lebih rendah dibanding motor Alliance Motori. Pada kondisi running dan delta (Δ), arus rata-rata cenderung stabil, serta kecepatan putar motor berada mendekati kecepatan sinkron.

Dari hasil data yang diperoleh, dapat diketahui bahwa setiap kondisi kerja motor menghasilkan nilai arus dan daya input yang berbeda. Hal ini dipengaruhi oleh kondisi kerja motor saat awal menyala dan saat motor sudah berjalan stabil.

1. Analisis Motor Alliance Motori

Berdasarkan tabel hasil pengujian Motor Alliance Motori, pada kondisi starting nilai arus listrik pada tiap fasa yaitu 9 A, 9,6 A, dan 9,3 A, dengan arus rata-rata 9,3 A. Dari hasil tersebut diperoleh daya input sebesar 5202,9 W. Hal ini terjadi karena pada kondisi starting motor membutuhkan arus yang besar untuk memulai putaran awal sehingga daya input yang masuk juga besar.

Pada kondisi running, arus pada tiap fasa menurun yaitu 1,1 A, 1,6 A, dan 1,4 A, dengan arus rata-rata 1,4 A. Pada kondisi ini motor sudah berputar stabil sehingga arus listrik menjadi kecil. Daya input yang diperoleh pada kondisi running yaitu 671,3 W dengan kecepatan putar 1508 rpm.

Pada kondisi delta (Δ), nilai arus meningkat kembali yaitu 4,6 A, 3,5 A, dan 3,4 A, dengan arus rata-rata 3,8 A. Daya input yang diperoleh sebesar 2125,9 W dan kecepatan putar 1502 rpm. Peningkatan arus dan daya ini menunjukkan bahwa pada konfigurasi delta motor mendapatkan suplai yang lebih besar dibanding kondisi running.

2. Analisis Motor Orsatti

Berdasarkan tabel hasil pengujian Motor Orsatti, pada kondisi starting nilai arus listrik pada tiap fasa yaitu 3 A, 3 A, dan 3 A, dengan arus rata-rata 3 A. Dari hasil tersebut diperoleh daya input sebesar 1678,3 W. Nilai daya input pada kondisi starting lebih kecil dibanding motor Alliance Motori karena arus listrik yang digunakan juga lebih kecil.

Pada kondisi running, nilai arus listrik yaitu 1,1 A, 1,4 A, dan 1 A, dengan arus rata-rata 1,2 A. Daya input yang diperoleh sebesar 783,2 W dan kecepatan putar yaitu 1496 rpm. Pada kondisi running, motor sudah stabil sehingga arus listrik dan daya input lebih kecil dibanding starting.

Pada kondisi delta (Δ), nilai arus meningkat menjadi 3,2 A, 2,6 A, dan 2,6 A, dengan arus rata-rata 2,8 A. Daya input pada kondisi delta sebesar 1566,5 W dengan kecepatan putar 1499 rpm.

3. Perbandingan Kinerja Kedua Motor

Berdasarkan hasil pengujian kedua motor, dapat dilihat bahwa:

- a. Pada kondisi starting, motor Alliance Motori memiliki daya input paling besar yaitu 5202,9 W, sedangkan motor Orsatti sebesar 1678,3 W. Hal ini menunjukkan bahwa motor Alliance Motori membutuhkan arus awal yang lebih besar dibanding motor Orsatti.
- b. Pada kondisi running, daya input motor Alliance Motori sebesar 671,3 W dan motor Orsatti sebesar 783,2 W. Kecepatan putar motor Alliance Motori adalah 1508 rpm, sedangkan motor Orsatti 1496 rpm. Perbedaan rpm ini tidak terlalu jauh sehingga kedua motor masih bekerja normal dan stabil.

Pada kondisi delta (Δ), daya input motor Alliance Motori sebesar 2125,9 W, sedangkan motor Orsatti 1566,5 W. Kecepatan putar motor Alliance Motori 1502 rpm dan motor Orsatti 1499 rpm. Dari hasil ini dapat diketahui bahwa motor Alliance Motori masih membutuhkan daya input lebih besar dibanding motor Orsatti.

KESIMPULAN

Nilai daya listrik yang diserap oleh kedua motor listrik tiga fasa yang dikendalikan menggunakan PLC pada kondisi starting, running, dan delta (Δ) menunjukkan hasil yang berbeda pada setiap kondisi operasi. Hal ini dipengaruhi oleh perubahan arus listrik dan kondisi kerja motor saat awal menyala maupun saat motor sudah berjalan stabil. Nilai kecepatan putar kedua motor listrik pada kondisi starting, running, dan delta (Δ) dapat diketahui melalui pengukuran menggunakan tachometer. Hasil pengujian menunjukkan bahwa kecepatan putar motor cenderung stabil pada saat kondisi kerja normal, sehingga motor dapat beroperasi dengan baik pada rangkaian kendali PLC tiga fasa. Terdapat perbedaan kinerja antara motor Alliance Motori dan motor Orsatti berdasarkan hasil analisis daya listrik dan kecepatan putar. Perbedaan tersebut terlihat pada karakteristik kebutuhan arus dan kestabilan kerja motor pada setiap kondisi pengujian ketika dikendalikan menggunakan PLC tiga fasa.

SARAN

Pengujian selanjutnya disarankan menggunakan variasi beban mekanik, sehingga pengaruh beban terhadap daya listrik, kecepatan putar motor dapat dianalisis lebih mendalam. Perlu digunakan alat ukur yang lebih lengkap, seperti *power analyzer* atau *dynamometer*, agar perhitungan efisiensi motor dapat dilakukan berdasarkan daya mekanik keluaran secara langsung dan menghasilkan nilai yang lebih akurat.

DAFTAR PUSTAKA

- [1] UNODC. *World Drug Report 2021*. 2021. ISBN 9789211483611
- [2] Putri, A.K., & Sari, R.N. "Analisis Faktor Demografi dan Sosial yang Mempengaruhi Penyalahgunaan Narkoba di Jawa Timur," *Kebijak. Publik*, vol. 11(1), pp. 32–45, 2020.
- [3] Nurhayati, D, "Pengaruh Lingkungan Sosial dan Keagamaan terhadap Penyalahgunaan Narkoba". 2019. *Ilmu Sos. dan Hum.*, vol. 8(2), pp. 145–156, 2019.
- [4] Nugraha, B. *Pengembangan Uji Statistik: Implementasi Metode Regresi Linier Berganda dengan Pertimbangan Uji Asumsi Klasik*. Pradina Pustaka, 2022. [Online].
- [5] Asyiah, A. K. Sundari, R. S. Maftuh, A. dan S. Herdiana, S. "Narkoba Di Kalangan Pelajar Kota ' Santri ' Tasikmalaya," vol. 10, no. 1, 2021.
- [6] Abdullah, D. Maryana, Muliani., "Dengan Metode Regresi Linear," pp. 41–52, 2019.
- [7] Hanifah, A *et al.*, *Pengantar Ilmu Statistik*. Duta Sains, 2025. [Online].
- [8] Gujarati D. N. dan P. Dawn C, *Basics Econometrics*. McGraw-Hill Irwin, 2009.
- [9] Usmadi, "Pengujian Persyaratan Analisis," vol. 7, no. 1, pp. 50–62, 2020.

- [10] Ghozali. I, *Aplikasi Analisis Multivariate dengan Program IBM SPSS 25*. Badan Penerbit Univesitas Diponegoro., 2018.
- [11] Pramoedyo, H. *Statistika Inferensia Terapan*. Malang: Dinar Wijaya, 2013.
- [12] I. Ghozali, *Aplikasi Analisis Mutivariate dengan Program IBM SPSS 19*. Semarang: Badan Penerbit Universitas Diponegoro, 2018.