

Pengendalian Kecepatan Motor Induksi 3 Fasa menggunakan PLC Omron CP1E dengan Kontrol Proporsional

Muhamad Yusuf¹, Abdul Rohman²

Program Studi Teknik Elektronika Politeknik Negeri Cilacap¹

Program Studi Teknik Elektronika Politeknik Negeri Cilacap²

*muhamad.yusuf.1986@gmail.com¹, a.rohman.sy@politeknikcilacap.ac.id²

ABSTRACT

The industrial automation sector experienced significant developments in the Industrial Revolution 4.0 era. This can be seen with a variety of automation products that have evolved from standalone mode to become integrated with each other. To support migration from Industry 3.0 to Industry 4.0, communication devices or system updates are needed. The main equipment that must be connected in a control system is the inverter and PLC, because it acts as a driving and control center. Some problems will arise when controlling the speed of an induction motor conventionally by regulating the inrush current is the limited resistance value in the market, the temperature limit that can be accepted by the resistance and the risk of electric shock if there is a short circuit in the resistance. This research discusses the method of regulating the speed of 3 phase induction motor with proportional control using PLC Omron CP1E and LS type SV008iC5 as the driver. In order to be controlled remotely, communication between PLC and inverter uses Modbus communication. Based on research that has been done that the inverter type LS SV008iC5 can interact with the PLC type CP1E properly. This integration utilizes analog input terminals on the inverter and analog outputs on the PLC. The system has a steady state error below 5% with a maximum speed of 2958 rpm.

Keywords: PLC, Modbus and 3 fasa induction motor

INTISARI

Bidang otomasi Industri mengalami perkembangan yang signifikan pada era Revolusi Industri 4.0. Hal ini terlihat dengan berbagai produk otomasi yang sudah berevolusi dari mode *standalone* menjadi saling terintegrasi. Untuk mendukung migrasi dari industri 3.0 menuju industri 4.0 diperlukan perangkat komunikasi atau pembaharuan sistem. Perangkat utama yang harus terhubung dalam sebuah sistem kontrol adalah Inverter dan PLC, karena sebagai penggerak dan pusat kontrol. Beberapa permasalahan akan muncul saat mengendalikan kecepatan motor induksi secara konvensional dengan mengatur arus masuk yaitu keterbatasan nilai resistansi yang ada dipasaran, adanya batasan temperature yang bisa diterima oleh resistansi dan resiko terhadap sengatan listrik apabila terjadi hubung singkat pada resistansi. Pada penelitian ini membahas tentang metode pengaturan kecepatan motor induksi 3 fasa dengan control proporsional menggunakan PLC Omron CP1E dan Inverter type *LS SV008iC5* sebagai drivernya. Agar dapat dikendalikan dengan jarak jauh, maka komunikasi antara PLC dengan inverter menggunakan komunikasi Modbus. Berdasarkan penelitian yang telah dilakukan bahwa inverter type *LS SV008iC5* dapat berinteraksi dengan PLC type CP1E dengan baik. Integrasi ini dengan memanfaatkan terminal *input* analog pada inverter dan *output* analog pada PLC. Sistem mempunyai *error steady state* dibawah 5% dengan kecepatan maksimal 2958 rpm.

Kata kunci: PLC, Modbus, dan Motor Induksi 3 Fasa

I. PENDAHULUAN

Aplikasi motor listrik banyak sekali digunakan di industri sebagai penggerak elektrik berbagai proses produksi, diantaranya pompa, kompresor, konveyor, blower, dan penggerak

lainnya. Hal tersebut disebabkan karena motor listrik memiliki banyak keunggulan, diantaranya yaitu konstruksi yang sederhana, tahan lama, perawatan mudah dan efisiensinya tinggi. Namun, dibalik keunggulan tersebut, motor listrik juga memiliki kelemahan. Kelemahannya yaitu dalam

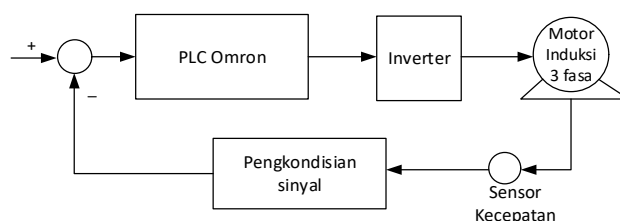
hal pengaturan kecepatan dan torsi awal yang rendah. Untuk mengatasi permasalahan tersebut, maka dapat digunakan sistem kontrol dengan mengatur frekuensinya menggunakan inverter (*Variabel Speed Drive/Variabel Frequency Drive*) sehingga kecepatan dan torsinya dapat berubah sesuai dengan kebutuhan proses produksi di industri [2],[3],[6]. Inverter adalah alat yang digunakan untuk mengatur kecepatan putaran motor listrik secara langsung tanpa menghentikan putaran motor listrik tersebut sehingga pergerakan yang tidak efektif dapat diminimalkan. Pengaturan kecepatan putar diatur berdasarkan besar frekuensi yang diatur oleh inverter, dan sistem kontrol *input* kelistrikkannya dapat dikendalikan dengan PLC (Programmable Logic Controller) sehingga kecepatan motor bisa bervariasi [9].

PLC merupakan salah satu perangkat yang banyak digunakan di industri manufaktur, farmasi, garmen dan beberapa bidang industri yang lainnya. Fungsi PLC telah mengalami evolusi dari semula hanya menggantikan relay sebagai kontrol, kini PLC mempunyai fungsi tambahan sebagai motion control, *proces control*, *distributive control system* dan *complex networking* [1],[7],[8].

Pada penelitian ini dibuat rancang bangun sistem control kecepatan motor induksi 3 fasa dengan PLC Omron CP1E dan inverter type LS SV008iC5. Beban yang dikendalikan dari sistem ini adalah Motor Induksi 3 Fasa dipilih jenis motor ini karena motor tersebut sering digunakan di industri. *Set point* kecepatan berasal dari potensiometer untuk mengubah nilai frekuensi. Prototype alat ini akan dijadikan sebagai media pembelajaran untuk praktek PLC di laboratorium otomasi industri Politeknik Negeri Cilacap. Makalah ini akan dibagi menjadi beberapa bagian. Bagian pertama adalah latar belakang masalah, bagian kedua adalah perancangan sistem atau metode penelitian yang dilakukan, bagian ketiga hasil dan pembahasan dan bagian terakhir adalah kesimpulan.

II. PERANCANGAN SISTEM

Rancangan sistem yang digunakan dalam penelitian ini terdiri dari rangkaian kontrol dan rangkaian daya. Rangkaian Kontrol terdiri dari PLC dan Inverter sedangkan rangkaian daya terdiri dari motor dan kontaktor. Diagram blok sistem yang telah dibuat dapat dilihat pada Gambar 1.



Gambar 1. Diagram blok sistem

Berdasarkan diagram blok yang telah dibuat PLC mempunyai peran sangat vital sebagai unit kontrol algoritma kontroler proposional juga dimasukan dalam program PLC. Agar kecepatan motor dapat diatur secara linear, maka digunakan inverter dengan *input* berupa tegangan variabel yang didapat dari PLC. Cara kerja masing-masing bagian dari diagram blok diatas dijelaskan sebagai berikut.

A. PLC

PLC yang digunakan pada sistem ini yaitu PLC Omron CP1E yang mempunyai 20 I/O dengan *input* sebanyak 12 buah dan *output* 8 buah. PLC ini juga sudah dilengkapi dengan fasilitas external I/O yang dapat difungsikan sebagai fasilitas komunikasi atau analog *input output* tergantung modul yang akan dipasang.

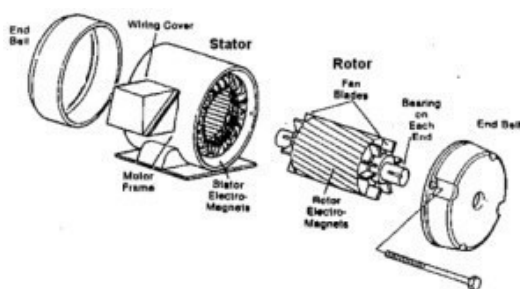


Gambar 2. PLC Omron CP1E
(Sumber : <https://id.rsdelivers.com>)

PLC Omron type CP1E yang ditunjukkan pada Gambar 2. Dipilih tipe PLC omron tersebut karena sudah terdapat fasilitas external analog I/O. Disamping itu PLC ini sudah dilengkapi *high speed counter* untuk membaca dari sensor kecepatan seperti *rotary encoder*.

B. Motor Induksi

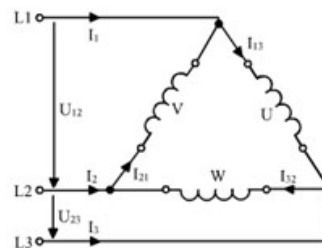
Beban yang dikendalikan dalam sistem ini berupa kecepatan motor induksi. Motor induksi 3 fasa ini merupakan jenis motor yang sulit dalam pengaturannya. Kontruksi motor induksi 3 fasa dapat dilihat pada Gambar 3. Bagian dari motor induksi satu phasa terdiri dari stator yang berisi kumparan utama, kumparan bantu dan kumparan pada rotor [4],[5]. Pengaturan kecepatan motor dilakukan oleh inverter dengan cara mengatur frekuensi pada tegangan keluaran inverter. Apabila frekuensinya tinggi, maka kecepatan putaran motor akan semakin tinggi, sebaliknya jika frekuensi keluaran rendah, maka putaran motor juga semakin rendah. Arah putaran motor induksi tiga fasa dapat diatur dengan menekan tombol forward dan reverse yang sudah disediakan oleh inverter.



Gambar 3. Konstruksi Motor Induksi 3 fasa (sumber : <http://eprints.polsri.ac.id/>)

Simbol L1, L2 dan L3 yang ditunjukkan pada Gambar 4 adalah fasa untuk supply tegangan pada motor induksi. Tegangan ini didapat dari inverter pada terminal U,V,W. Keluaran dari terminal ini adalah sinyal 3 fasa dengan perbedaan antar fasa sebesar 120° Besarnya tegangan maksimal antar

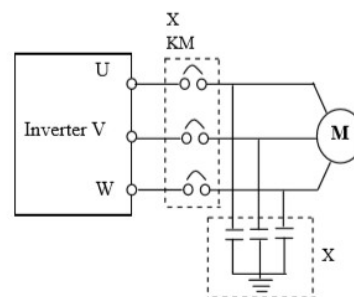
fasa adalah 380V dengan frekuensi dari 0 Hz sampai dengan 60 Hz.



Gambar 4. Rangkaian Motor Induksi 3 fasa dengan hubungan delta (sumber : usermanual book *LS SV008iC5*)

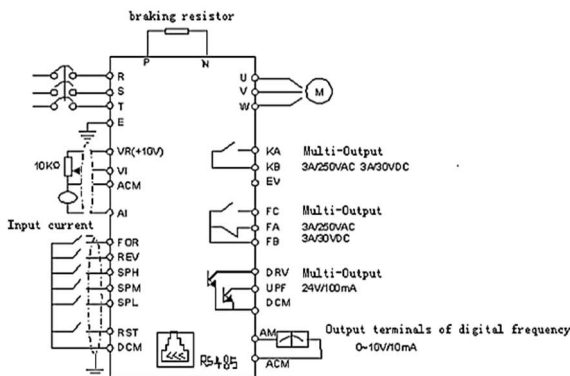
C. Inverter

Inverter digunakan sebagai driver motor induksi yang berfungsi sebagai *soft starter* dan *running*. Inverter yang digunakan dalam sistem type Sv008ic5-1f dari LS Industri System. Inverter ini beroperasi dengan tegangan *input* satu fasa 220V dengan daya keluaran maksimal 0,75kW. Keluaran dari inverter ini adalah tiga fasa U, V, W. konfigurasi antara inverter dengan motor induksi 3 fasa dapat dilihat pada Gambar 5.



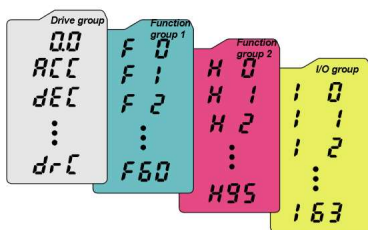
Gambar 5. Konfigurasi Motor Induksi dengan Inverter (sumber : usermanual book *LS SV008iC5*)

Inverter ini dapat dioperasikan mode internal maupun mode *external* yang mendapatkan *input* dari luar inveter. Pada penelitian ini inverter dioperasikan dengan mode *external* dimana *trigger* dari inverter didapat dari keluaran PLC. Secara lengkap konfigurasi dari inverter yang dipakai dapat dilihat pada Gambar 6.



Gambar 6. Konfigurasi *Input / Output* Inverter (sumber : usermanual book *LS SV008iC5*)

Pengoperasian dengan mode *external* dilakukan dengan memberikan tegangan 0 s/d 10 V pada terminal V1 [10],[11]. Pada pengoperasian motor induksi tiga fasa hanya digunakan semua fasa yaitu fasa U,V,W. Inverter ini mempunyai 4 menu yang bisa diatur setiap menu memiliki beberapa parameter yang bisa diatur. Menu pada inverter dapat dilihat pada Gambar 7 sebagai berikut.



Gambar 7. Menu pengaturan inverter

Penjelasan pengaturan masing-masing group menu diatas dapat dilihat pada tabel 1 sebagai berikut.

Tabel 1. Group menu inverter

Menu	Keterangan
Drive Group	Menu pengaturan dasar agar inverter untuk dapat bekerja.
Function Group 1	Pengaturan parameter dasar seperti tegangan dan frekuensi <i>output</i>
Function Group 2	Pengaturan tingkat lanjut untuk pengaturan parameter PID
I/O Group	Pengaturan mode sequensial menggunakan banyak <i>input/output</i>

Pada penelitian ini dipilih pengaturan dengan mode *external*. Menu pengaturan yang dilakukan adalah sebagai berikut:

1. Menu drive group, pilih parameter “00”
2. Function Group 1 pilih F0 kemudian atur parameter
 - Parameter pertama di isi “00”
 - Parameter kedua di isi “frq”
 - Parameter ketiga di isi “1”
 - Parameter keempat di isi “3”

Setelah semua parameter diatur, kembali ke menu awal kemudian inverter siap digunakan. Setelah diberikan tegangan *external* pada terminal V1, kemudian berikan trigger “0” pada P1 dibagian terminal kontrol.

III. HASIL PENELITIAN DAN PEMBAHASAN

Bentuk alat yang dibuat dapat dilihat pada Gambar 8. Motor Induksi diletakkan di atas box panel kontrol, sedangkan rangkaian kontrolnya terdapat pada panel di bawahnya.



Gambar 8. Sistem yang dibuat

Untuk mengatur kecepatan menggunakan potensiometer yang ada pada panel kontrol. Pada

panel depan terdapat tombol START, Putar Kanan, Putar Kiri dan STOP. Pengaturan arah putaran motor dilakukan oleh kombinasi rangkaian relay dan kontaktor, sedangkan pengaturan kecepatan motor induksi dilakukan dengan inverter.

Berdasarkan hasil pengujian bahwa PLC Omron dapat mengendalikan putaran motor induksi dari frekuensi minimal 10Hz sampai dengan maksimal 50 Hz dengan kecepatan putaran setara dengan 1029 rpm sampai dengan 2958 rpm kondisi pengujian ini dilakukan tanpa diberikan beban pada motor induksi 3 fasa. Apabila dilakukan pengujian dengan beban, maka terlihat terjadi penurunan kecepatan seperti yang terlihat pada Tabel 2. Metode yang diterapkan untuk mempertahankan kecepatan motor induksi agar sesuai dengan *set point* frekuensi yang diberikan maka, diberikan kontroler berupa kontrol proposional. Melalui penerapan kontroler proposional terlihat penurunan kecepatan dari motor induksi sedikit berkurang dari pada tanpa kontroler.

A. Pengujian Tanpa Beban dan Kontroler

Data pengujian kecepatan motor induksi 3 fasa tanpa beban dapat dilihat pada tabel 2. Berdasarkan hasil pengujian terdapat perbedaan kecepatan motor jika sistem tersebut diberikan beban. Pengujian dilakukan di laboratorium Otomasi Industri Politeknik Negeri Cilacap.

Data pada Tabel 2 didapatkan pada saat kecepatan motor sudah mencapai *steady state*. Dimana frekuensi minimal untuk dapat menggerakkan kecepatan motor adalah 20Hz. Frekuensi ini didapat dengan mengatur potensiometer pada panel kontrol. Besarnya frekuensi ditampilkan pada display LCD pada inverter. Keluaran dari analog *output* PLC digunakan sebagai masukan inverter.

Tabel 2. Hasil Pengujian Pengaturan Kecepatan Motor Induksi tanpa beban

No	Frekuensi (Hz)	Kecepatan (rpm) Tanpa beban
1.	5	0
2.	20	1098
3.	30	1734
4.	40	2346
5.	50	2958

Berdasarkan data pada Tabel 2 bahwa frekuensi minimal yang bisa menggerakkan motor induksi adalah 20 Hz dan frekuensi maksimal adalah 50 Hz. Display LCD pada inverter juga dapat menampilkan besarnya tegangan keluaran inverter dengan mengatur menu pada inverter.

B. Pengujian dengan Beban Tanpa Kontroler

Pada Tabel 3 terlihat bahwa besarnya kecepatan motor induksi mengalami penurunan jika diberikan beban hal ini tidak diijinkan jika diterapkan dalam suatu sistem, oleh sebab itu diperlukan kontroler yang dapat mempertahankan kecepatan motor induksi jika diberikan beban.

Tabel 3. Hasil Pengujian Sistem dengan beban tanpa kontroler

No	Frekuensi (Hz)	Kecepatan Tanpa beban (rpm)	Kecepatan dengan beban (rpm)	Error Steady State (%)
1	5	0	0	0
2	20	1098	914	17%
3	30	1734	1564	10%
4	40	2346	2134	9%
5	50	2958	2654	10%
Rata-rata <i>error steady state</i>				11%

Penurunan kecepatan akibat penambahan beban akan dikompensasi dengan menambahkan kontroler yang sederhana yaitu proposional

kontroler. Berdasarkan Tabel 3 terlihat ada perbedaan kecepatan di atas 10%.

C. Pengujian dengan Beban dan Kontroler Proposional

Kontroler yang banyak dipakai di industri adalah kontroler Proposional Intergral Derivatif (PID). Kontroler ini dikenal sangat handal dalam menyelesaikan berbagai permasalahan kontrol karena dari desain kontrolnya yang relatif sederhana. Pada penelitian ini kontroler yang digunakan adalah kontroler proposional, dimana hanya ada satu parameter saja yang digunakan. Hasil pengujian sistem dengan kontroler proposional dapat dilihat pada Tabel 4. Terlihat bahwa penurunan kecepatan akibat penambahan beban sedikit berkurang bila dibandingkan tanpa menggunakan kontroler.

Tabel 4. Hasil Pengujian sistem dengan beban menggunakan kontroler proposional

No	Frekuensi (Hz)	Kecepatan Tanpa beban (rpm)	Kecepatan dengan kontroler (rpm)	Error Steady State (%)
1	5	0	0	0
2	20	1098	1043	5%
3	30	1734	1694	2%
4	40	2346	2294	2%
5	50	2958	2884	3%
<i>Error Steady state</i>				3%

Berdasarkan pada Tabel 4 terdapat penurunan *error steady state* di bawah 5%. Hal ini menunjukkan bahwa kontroler telah bekerja untuk mereduksi kesalahan *error* yang diakibatkan oleh efek pembebanan.

IV. KESIMPULAN

Pada penelitian yang telah dilakukan dapat ditarik beberapa kesimpulan sebagai berikut:

1. Pengaturan kecepatan motor induksi 3 fasa dengan PLC Omron CP1E dapat dilakukan dengan menambahkan external IO berupa analog *input output*.
2. Pengujian pengaturan kecepatan motor dengan beban tanpa kontroler mempunyai *error steady state* diatas 10%
3. Pengujian pengaturan kecepatan motor dengan beban dengan kontroler proposional mempunyai *error steady state* dibawah 5%
4. Kontroler proposional dapat mereduksi *error steady state* dan terbukti meningkatkan performansi sistem

UCAPAN TERIMAKASIH

Pelaksanaan penelitian dan penyusunan jurnal ini mendapat bantuan dari berbagai pihak. Oleh karena itu penulis mengucapkan terimakasih kepada Pusat Penelitian dan Pengabdian Kepada Masyarakat Politeknik Negeri Cilacap (PNC) yang telah membiayai penelitian ini, serta rekan-rekan dosen, Teknisi dan mahasiswa PNC yang turut serta membantu pelaksanaan penelitian ini.

DAFTAR PUSTAKA

- [1] Purnama Santi, Setiadikarunia Daniel (2010), "Komunikasi SMS antar PLC Master dan Slave menggunakan Modem GSM untuk Pengamatan dan Pengendalian Water Treatment Plant" *Electrical Engineering Journal* Vol.1. No 1 pp.12-27
- [2] Gumilang Iqra Ferdina, Rokhim Ismail, Erdani Yuliadi (2015), "Rancang Bangun Jaringan Komunikasi Multi PLC dengan Platform Sistem SCADA-DCS Terintegrasi" *Jurusan Teknik Mesin dan Manufaktur, Politeknik Manufaktur Bandung.*
- [3] Sachin S, Nerkar (2018) *Temperature Control using PLC and LabVIEW Integration, International Journal on Future*

- Revolution in Computer Science & Communication Engineering, Vol 4 Issue 4.
- [4] Gopal K. Dubey (1989), "Power Semiconductor Controlled Drives" , Prentice-Hall International
- [5] Boldea ion, Nasar S.A, (1999) "Electric Drives", CRC Press LLC
- [6] Jyohsna Narne, Yarladda Yamini (2014). "Control of AC Motor using Labview" International Journal of Engineering Research & Technology (IJERT).
- [7] Kumar Dileep dkk (2019), "PLC Based Monitoring & Protection of 3-Phase Induction Motors against Various Abnormal Conditions" International Conference on Computing, Mathematics and Engineering Technologies – iCoMET
- [8] Pooja Panchal, Alpesh Patel, Jayesh Barve (2015), "PI Control of Level Control System using PLC and LabVIEW based SCADA" International Conference on Industrial Instrumentation and Control (ICIC).
- [9] Yahong Zhai, Longyan Xu, Yang Yanxia (2013), "Design and Development of OMRON Multi-PLC Control System Based on Multi-net" International Conference on Computational and Information Sciences.
- [10] Amit Dhondiram Magdum, A. A. Agashe (2016), "Monitoring and controlling the industrial motor parameters remotely using LabVIEW" International Conference On Recent Trends In Electronics Information Communication Technology, May 20-21, 2016
- [11] Yusuf M, Rohman A (2019) "Implementation of communication system between Siemens PLC S7-1200 with Omron PLC CP1L-EL20DT1-D for induction motor speed controller" International Conference On Applied Science and Technology, June 24-25, 2019