

**MODUL LATIH INVERTER SEBAGAI KENDALI
KECEPATAN MOTOR INDUKSI MENGGUNAKAN HMI BERBASIS PLC****Faishal Rachman¹, Reni Rahmadewi, S.T., M.T.²**^{1,2}Program Studi Teknik Elektro, Fakultas Teknik
Universitas Singaperbangsa Karawangfaishal.rachman18037@student.unsika.ac.id¹, reni.rahmadewi@staff.unsika.ac.id²**ABSTRACT**

In the industrial world, we have definitely met with induction motors, both 1-phase and 3-phase voltage sources. Induction motors are widely used today, because they have simple construction, are inexpensive, relatively light, have high efficiency and are easy to maintain compared to DC motors. However, in terms of adjusting the speed and torque of this motor is not an easy problem, with the development of technology, this can be overcome by using an inverter. The inverter used is a Variable Speed Drive (VSD) Inverter type. This inverter can convert and regulate 3 phase voltage sources between 0 – 60 Hz depending on the specifications of the inverter used. In this study the ladder diagram program was designed using TIA Portal V15.1 on a Programmable Logic Controller (PLC) which is used to control the speed of a 3 phase induction motor through the Human Machine Interface (HMI) which is connected to the inverter. The controlled frequency is 0 – 50 Hz and the resulting rotation is 0 – 1400 rpm. The greater the frequency data that is set, the speed of the induction motor will be faster.

Keywords: *Human Machine Interface, Induction Motor, Inverter, PLC, TIA Portal, Variable Speed Drive*

ABSTRAK

Dalam dunia industri kita sudah pasti bertemu dengan yang namanya motor induksi, baik yang sumber tegangan 1 *phase* ataupun 3 *phase*. Motor induksi banyak digunakan saat ini, karena memiliki konstruksi sederhana, murah, relatif ringan, dan memiliki efisiensi yang tinggi juga mudah dalam pemeliharaannya dibanding motor DC. Namun, dalam hal mengatur kecepatan dan torsi motor ini bukanlah masalah yang mudah, dengan berkembangnya teknologi, hal tersebut bisa diatasi dengan menggunakan Inverter. Inverter yang digunakan adalah tipe Inverter *Variable Speed Drive* (VSD). Inverter ini dapat mengkonversikan dan mengatur sumber tegangan 3 *phase* antara 0 – 60 Hz tergantung dari spesifikasi inverter yang digunakan. Pada penelitian ini program *ladder diagram* dirancang menggunakan TIA Portal V15.1 pada *Programmable Logic Controller* (PLC) yang digunakan sebagai pengendali kecepatan motor induksi 3 *phase* melalui *Human Machine Interface* (HMI) yang sudah terkoneksi dengan inverter. Frekuensi yang dikendalikan ialah 0 – 50 Hz dan putaran yang dihasilkan adalah 0 – 1400 rpm. Semakin besar data frekuensi yang *disetting*, maka kecepatan motor induksi pun akan lebih cepat.

Kata Kunci: *Human Machine interface, Inverter, Motor Induksi, PLC, TIA Portal, Variable Speed Drive*

I. PENDAHULUAN

Kemajuan industri di negara kita mengalami perkembangan yang pesat, baik pada perindustrian besar maupun perindustrian yang kecil. Sejalan dengan perkembangan tersebut kebutuhan akan peralatan produksi yang tepat sangat diperlukan agar dapat meningkatkan efisiensi waktu dan biaya. Sebagian besar dari peralatan industri menggunakan tenaga listrik sebagai penggerak utama, salah satunya motor listrik. Dan motor induksi adalah motor yang paling banyak digunakan saat ini, karena memiliki konstruksi yang sederhana, relatif murah, lebih ringan dan memiliki efisiensi yang tinggi serta mudah dalam pemeliharannya dibandingkan dengan motor DC [1].

Pengendalian motor 3 fasa penting dipelajari. Beberapa jenis proses di industri menggunakan motor 3 fasa, khususnya pada proses produksi [2]. Pengaturan kecepatan motor dengan prinsip pengaturan frekuensi dapat dilakukan dengan menggunakan inverter yang dikontrol secara otomatis oleh PLC. Cara pengaturan kecepatan ini paling mudah dan efektif apabila dibandingkan dengan yang lain, terutama untuk motor induksi [1].

Pada pengendalian motor 3 fasa kali ini, menggunakan inverter *Variable Speed Drive*(VSD), yang dimana memiliki keunggulan dibanding jenis inverter *Variable Frequency Drive*(VFD). Kedua jenis inverter tersebut memang memiliki fungsi yang sama, yaitu mengatur kecepatan motor melalui perubahan frekuensinya, namun kelebihan dari inverter jenis *Variable Speed Drive*(VSD) adalah bisa untuk mengatur motor dengan jenis tegangan AC maupun DC, sedangkan untuk inverter jenis *Variable Frequency Drive*(VFD) hanya dapat mengatur motor dengan jenis tegangan AC saja.

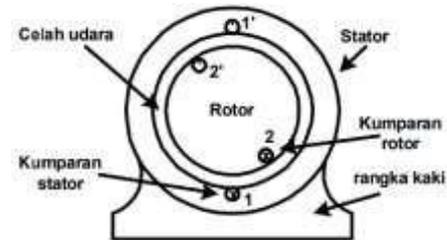
Tujuan dari penelitian ini adalah untuk membuat sebuah modul pembelajaran tentang bagaimana cara mengatur kecepatan motor induksi 3 fasa berbasis PLC.

II. TINJAUAN PUSTAKA

1. Motor Induksi 3 fasa

Motor induksi 3-fasa merupakan motor induksi yang banyak digunakan untuk berbagai keperluan terutama di pabrik-pabrik yang menggunakan motor sebagai penggeraknya. Diantara semua

jenis motor induksi, motor induksi 3-fasa merupakan motor yang paling stabil dalam kondisi normal bila disuplai dengan sistem 3-fasa yang seimbang. Gambaran sederhana konstruksi motor induksi 3-fasa ini diperlihatkan pada gambar dibawah ini [3].



Gambar 2.1 Konstruksi sederhana motor induksi [3]

Kecepatan putaran medan magnet motor induksi akan dipengaruhi oleh frekuensi sumber yang masuk ke motor (yang juga mempengaruhi kecepatan perputaran rotor pada motor) dengan mengacu ke persamaan (2.1) berikut [3].

$$N_s = 120 \cdot f / p \quad (2.1)$$

yang mana :

f = frekuensi sumber AC (Hz)

p = jumlah kutub yang terbentuk pada motor

N_s = kecepatan putaran medan magnet stator (putaran/menit, rpm)

Putaran medan magnet stator ini akan diikuti oleh putaran rotor motor induksi. Makin berat beban motor, maka kecepatan rotor juga akan turun sehingga terjadi slip (s), seperti yang diperlihatkan pada persamaan (2.2).

$$s = \frac{N_s - N_r}{N_s} \quad (2.2)$$

yang mana :

s = slip

N_r = kecepatan putaran rotor pada motor [3].

2. Programmable Logic Controller (PLC)

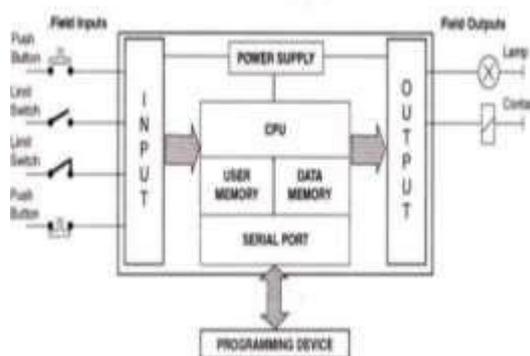
PLC diperkenalkan pertama kali pada tahun 1969 oleh Modicon (sekarang bagian dari Gould Electronics) for General Motors Hydermatic Division, PLC adalah tipe sistem kontrol yang memiliki masukan peralatan yang disebut sensor, kontroler serta peralatan keluaran. Peralatan yang dihubungkan pada PLC yang berfungsi mengirim sebuah sinyal ke PLC disebut peralatan masukan. Sinyal masuk ke PLC melalui terminal atau pin-pin yang dihubungkan ke unit. Tempat sinyal masuk disebut titik masukan, ditempatkan dalam lokasi memori sesuai dengan status ON atau OFF pada PLC. Sedangkan bagian kontroler adalah melaksanakan perhitungan, pengambilan keputusan, dan pengendalian dari masukan untuk dikeluarkan dibagian keluaran. Semua proses mulai dari masukan, keluaran, pengendalian, perhitungan, dan pengambilan keputusan dilakukan oleh PLC.

PLC digunakan untuk kontrol feedback, pemrosesan data dan sistem monitor terpusat yang sangat memudahkan pekerjaan dalam dunia industri [1].

a. Prinsip kerja PLC

Secara umum, PLC terdiri dari dua komponen penyusun utama, yaitu :

1. Central Processing Unit (CPU)
2. Sistem antarmuka input/ output

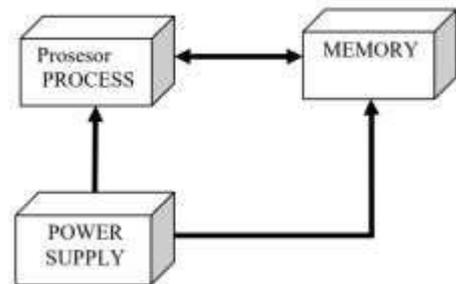


Gambar 2.2 Diagram Blok PLC

Fungsi dari CPU adalah mengatur semua proses yang terjadi di PLC. Ada tiga komponen utama penyusun CPU ini.

1. Prosesor
2. Memory
3. Power supply

Interaksi antara ketiga komponen ini dapat dilihat pada gambar dibawah ini.

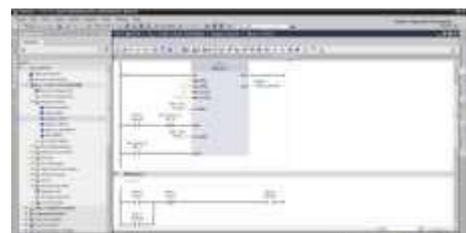


Gambar 2.3 Blok Diagram CPU pada PLC [1]

Pada dasarnya, operasi PLC relatif sederhana, peralatan luar dikoneksikan dengan modul input output pada PLC yang tersedia. Peralatan ini dapat berupa sensor analog, push button, limit switch, motor starter, solenoid, lampu dan sebagainya [1].

b. Ladder diagram PLC pada TIA Portal V15

Berikut adalah gambar ladder diagram



Gambar 2.4 Diagram Ladder pada TIA Portal V15

3. Human Machine Interface (HMI)

Human Machine Interface adalah suatu alat atau mesin yang digunakan sebagai interface / antarmuka dari suatu proses tertentu yang terjadi pada sistem kendali.

HMI / Human Machine Interface ini dapat memvisualisasikan data dalam bentuk grafik, diagram dan bentuk

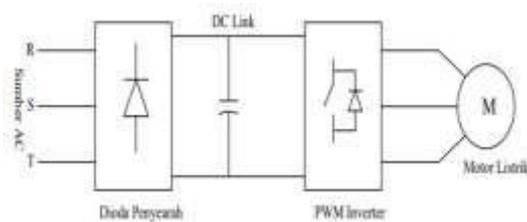
lainnya yang bisa dibaca manusia. Jadi tugas utama dari HMI ini adalah untuk memvisualisasikan suatu proses tertentu dari sistem otomasi mesin [9]. Berikut gambar HMI yang digunakan.



Gambar 2.5 Human Machine Interface (HMI)

4. Inverter

Inverter adalah suatu rangkaian yang mengubah tegangan DC menjadi tegangan AC dengan nilai tegangan dan frekuensi dapat diatur. Fungsi inverter adalah untuk merubah kecepatan motor AC dengan cara merubah frekuensi inputnya. Dibawah ini merupakan gambar sederhana dari bagian utama inverter [1].



Gambar 2.6 Bagian Utama Inverter

Pada dasarnya inverter merupakan sebuah alat yang menghasilkan tegangan bolak-balik dari tegangan searah dengan cara pembentukan gelombang. Namun gelombang tegangan yang terbentuk dari inverter tidak berbentuk sinusoida melainkan berbentuk gelombang dengan persegi [1].

III. METODOLOGI

1. Perancangan Alat

a. Deskripsi Alat

Modul ini terdiri dari perancangan perangkat keras (*hardware*) dan perangkat lunak (*software*). Realisasi

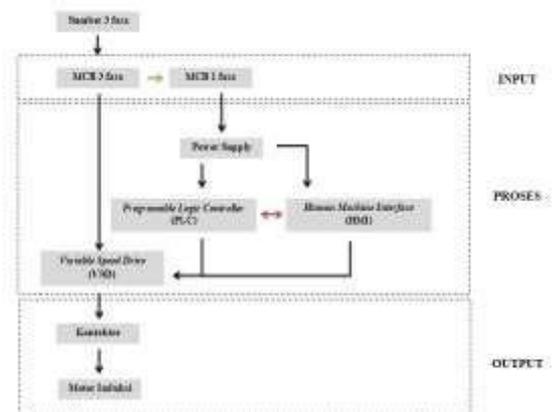
difokuskan pada instalasi *Programmable Logic Controller* (PLC) dan *Variable Speed Drive* (VSD) sebagai instrumen kontrol. Perangkat lunak yang digunakan untuk membuat program *ladder* yaitu TIA Portal V15 sebagai *software* program sekaligus mengkoneksikan HMI dengan PLC.

b. Cara Kerja Alat

Cara menggunakan modul latihan inverter sebagai kendali kecepatan motor induksi berbasis PLC ini adalah dengan menaikan MCB 3 fasa yang berada dalam panel, lalu inverter, *power supply*, serta PLC dan HMI akan dalam kondisi *On/Standby*. Setelah dalam kondisi *standby* kita hanya perlu mengoperasikan HMI untuk menghidupkan atau mematikan motor tersebut sekaligus mengatur kecepatan putaran motor yang diinginkan.

c. Diagram Blok

Rancang bangun system yang ada pada modul ini dijelaskan oleh gambar di bawah ini.



Gambar 3.1 Blok Diagram

Keterangan Gambar 3.1 :
 MCB : Pengaman Sumber Tegangan

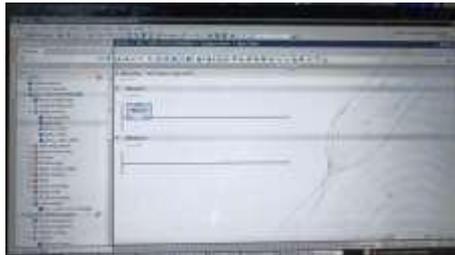
Power Supply : Input tegangan Untuk PLC
 PLC : Pembaca Input
 HMI : Kontrol Proses
 VSD : Pengatur Kecepatan dan Arah Putaran Motor

Kontaktor : Pengaman Motor
 Motor Induksi : Aktuator

2. Realisasi Alat

Realisasi alat penelitian yang digunakan ini ada beberapa langkah, yakni sebagai berikut :

a. Program PLC Siemens Simatic S7-1200



Gambar 3.2 Program PLC

b. Pengaturan VSD

Pengaturan Parameter pada VSD harus sesuai dengan *nameplate* motor. Lalu, pastikan VSD sudah menerima *supply* tegangan 3 fasa sekaligus semua kabel terpasang dengan baik. Ketika semua sudah dipastikan, maka *display* pada VSD akan seperti gambar dibawah ini.



Gambar 3.3 *Display* VSD siap digunakan

Acuan untuk mengatur parameter VSD harus sesuai dengan *nameplate* motor yang ada pada table dibawah ini.

Kode	Arti	Setting
Bfr	Frekuensi Standar	50 Hz
UnS	Tegangan	220/380 Volt
FrS	Frekuensi Motor	50 Hz
nCr	Arus Motor	1,9 A/ 1,1 A
nsP	Kecepatan Motor	1400 rpm
Cosφ	Cos phi Motor	0,83

Tabel 3.1 Pengaturan Parameter Motor

c. Pengalamatan Input dan Output PLC Menggunakan VIA portal V15



Gambar 3.4 Inisiasi Alamat *Input/Output* Pada PLC

Setelah melakukan inisiasi alamat *Input/Output*, maka *upload* program yang telah dibuat menuju PLC sekaligus HMI.

d. Pengaturan Kecepatan Motor Melalui HMI

Karena pada penelitian ini menggunakan HMI, maka pengaturan kecepatan motornya hanya dengan mengoperasikan HMI sesuai dengan kecepatan motor yang dibutuhkan. Berikut gambar HMI ketika dalam posisi siap digunakan untuk mengatur kecepatan motor.



Gambar 3.5 *Display* HMI

IV. HASIL DAN PEMBAHASAN

1. Prosedur Pengujian

Berikut adalah langkah langkah yang akan dilaksanakan selama pengujian.

- Hubungkan setiap kabel sesuai dengan alamat terminal *input* pada PLC
- Hubungkan *output* PLC ke VSD melalui L1, L2, dan L3 di VSD
- Hubungkan *output* VSD menuju motor induksi
- Nyalakan saklar MCB supaya bisa menghidupkan rangkaian
- Buat program sekaligus *upload* menuju PLC dan HMI
- Perbandingan dilakukan ketika motor induksi sudah dihidupkan sesuai dengan kecepatan yang di inginkan
- Amati perbandingan antara hubungan frekuensi dengan kecepatan motor pada *display* HMI menggunakan rumus
- Ketika pengujian selesai, matikan saklar MCB untuk mematikan rangkaian

2. Hasil Pengujian

Berikut adalah hasil dari pengujian yang dilakukan.

- Hasil pengujian kecepatan motor 400rpm



Gambar 4.1 *Display* HMI 400rpm



Gambar 4.2 *Display* VSD 400rpm

- Hasil pengujian kecepatan motor 600rpm



Gambar 4.3 *Display* HMI 600rpm



Gambar 4.4 *Display* VSD 600rpm

- Hasil pengujian kecepatan motor 800rpm



Gambar 4.5 *Display* HMI 800rpm



Gambar 4.6 *Display* VSD 800rpm

- Hasil pengujian kecepatan motor 1000rpm



Gambar 4.7 *Display* HMI 1000rpm



Gambar 4.11 *Display* HMI 1400rpm



Gambar 4.8 *Display* VSD 1000rpm



Gambar 4.12 *Display* VSD 1400rpm

- Hasil pengujian kecepatan motor 1200rpm



Gambar 4.9 *Display* HMI 1200rpm



Gambar 4.10 *Display* VSD 1200rpm

- Hasil pengujian kecepatan motor 1400rpm

Setelah melaksanakan pengujian secara berkala, dari mulai kecepatan 400rpm pada motor induksi sampai kecepatan 1400rpm, dapat dilihat pada *display* VSD frekuensi yang dihasilkan pun berbeda. Hal itu disebabkan karena persamaan untuk mencari kecepatan motor, yaitu sebagai berikut :

$$ns = \frac{112 \times f}{p}$$

Keterangan :

ns = Kecepatan Sinkron Motor (rpm)

f = Frekuensi (Hz)

p = Pole atau jumlah kutub motor

V. PENUTUP

Ada instrumen kontrol juga akuator yang digunakan pada modul ini adalah *Programable Logic Controller* (PLC) Siemens tipe “SIMATIC S7-1200”, *Variable Speed Drive* (VFD) Scheineder tipe ATV312H30NU4, dan Motor Induksi 3 fasa bekerja sesuai dengan fungsinya. Serta putaran motor bisa diatur kecepatannya dengan mengubah frekuensi yang ada melalui *Variable Speed Drive* (VSD). Hal ini di tujukan supaya dapat mencapai kestabilan kinerja motor ketika akan diberi beban dengan berat tertentu.

Untuk menutup hasil dari penelitian sekaligus mendapatkan kesimpulannya adalah, tetap fokus dan teliti dalam membaca serta mempraktikan modul latihan inverter 3 *phase*

sebagai kendali motor induksi 3 *phase* berbasis PLC ini.

DAFTAR PUSTAKA

- [1] Evalina Noorly, Azis H. Abdul, Zulfikar, " Pengaturan Kecepatan Putaran Motor Induksi 3 Fasa Menggunakan Programmable logic controller, " dalam *Journal of Electrical Technology*, 2th ed, Vol. 3, Sumatera Utara, 2018, pp 73.
- [2] Syaprudin dan Darwin, "MODUL LATIH PENGATURAN MOTOR INDUKSI 3 FASA DENGAN VFD BERBASIS PLC," dalam Prosiding Seminar Nasional Teknik Elektro, Vol.4, Ed. Jakarta, 2019, pp. 360.
- [3] Anthony Zuriman, S.T., M.T, "STUDI PENGARUH PERUBAHAN FREKUENSI SUMBER TERHADAP FAKTOR DAYA MOTOR INDUKSI 3-FASA," dalam Jurnal Teknik Elektro ITP, Vol.2, No.2, Ed. Padang, Juli 2013.
- [4] Hartono, B. P., & Nurcahyo, E. (2017). "Analisis Hemat Energi Pada Inverter Sebagai Pengatur Kecepatan Motor Induksi 3 Fasa," *Elektrika: Jurnal Teknik Elektro*, 1(1), 8-16.
- [5] ANTHONY, Zuriman. "Perancangan kapasitor jalan untuk mengoperasikan motor induksi 3-fasa pada sistem tenaga 1-fasa," *Jurnal Teknik Elektro*, 2008, 8.1: 46-51.
- [6] Setiawan, A. E., Odinanto, T., & Muharom, S. (2016, October). RANCANG BANGUN INVERTER 3 FASA SEBAGAI PENGENDALI KECEPATAN MOTOR INDUKSI 3 FASA 1/2HP 0.37 KW MENGGUNAKAN METODE SPWM BERBASIS ARM MIKROKONTROLER (STM32F4). In Prosiding Seminar Nasional Sains dan Teknologi Terapan (pp. 17-24).
- [7] PURBOLAKSONO, A. A., Nansur, A. R., Prabowo, G., & Setiaji, O. (2009). Perencanaan dan Pembuatan Modul Inverter 3 Phase Sebagai Suplai Motor Induksi Pada Pengembangan Modul Praktikum Pengemudi Listrik (Sub Judul Software). eepis final project.
- [8] Haryanto, H. (2011). Pembuatan Modul Inverter sebagai Kendali Kecepatan

Putaran Motor Induksi. *Rekayasa*, 4(1), 9-20.

- [9] Admin_AlfStudio. "Human Machine Interface adalah." <https://www.teknikelektro.com/2021/09/human-machine-interface-adalah.html>, . Diakses pada 17 Januari 2023 pukul 10.23 Wib.

Hak Cipta

Semua naskah yang tidak diterbitkan, dapat dikirimkan di tempat lain. Penulis bertanggung jawab atas ijin publikasi atau pengakuan gambar, tabel dan bilangan dalam naskah yang dikirimkannya. Naskah bukanlah naskah jiplakan dan tidak melanggar hak-hak lain dari pihak ketiga. Penulis setuju bahwa keputusan untuk menerbitkan atau tidak menerbitkan naskah dalam jurnal yang dikirimkan penulis, adalah sepenuhnya hak Pengelola. Sebelum penerimaan terakhir naskah, penulis diharuskan menegaskan secara tertulis, bahwa tulisan yang dikirimkan merupakan hak cipta penulis dan menugaskan hak cipta ini pada pengelola.