

BAB I

PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Perkembangan teknologi industri saat ini menuntut sistem penggerak listrik yang tidak hanya andal, tetapi juga mampu beroperasi secara efisien dan adaptif terhadap perubahan kebutuhan proses. Salah satu komponen penting dalam sistem penggerak modern adalah *Variable Speed Drive* (VSD), yang berfungsi sebagai perangkat pengendali kecepatan motor listrik dengan mengatur frekuensi dan tegangan suplai. Penerapan VSD telah menjadi standar pada berbagai sektor industri karena mampu meningkatkan efisiensi energi, memperbaiki performa sistem, serta memberikan fleksibilitas dalam pengendalian kecepatan motor sesuai kebutuhan operasional[1][2].

Penggunaan VSD memberikan keuntungan signifikan dibandingkan metode pengoperasian motor secara langsung. Dengan kemampuan pengaturan kecepatan yang variatif, VSD memungkinkan motor bekerja pada kondisi optimal sesuai beban yang digerakkan, sehingga konsumsi energi dapat ditekan. Pada aplikasi industri tertentu, penggunaan VSD terbukti mampu menghasilkan penghematan energi yang cukup besar, terutama pada sistem dengan karakteristik beban yang berubah-ubah, seperti pompa dan kipas, dengan potensi penghematan mencapai 20% hingga 40%[3][4]. Selain itu, VSD juga berperan dalam mengurangi arus start yang tinggi, menekan stres mekanik, serta meningkatkan umur pakai motor dan peralatan pendukungnya.

Dalam implementasinya, VSD banyak diaplikasikan untuk mengendalikan motor induksi tiga fasa yang merupakan jenis motor listrik paling umum digunakan di industri. Motor induksi tiga fasa dipilih karena memiliki konstruksi yang sederhana, keandalan tinggi, biaya pemeliharaan yang relatif rendah, serta efisiensi operasi yang baik[5]. Karakteristik tersebut menjadikan motor induksi tiga fasa sangat cocok untuk dikombinasikan dengan VSD guna menghasilkan sistem penggerak yang efisien dan fleksibel. Melalui pengaturan frekuensi oleh VSD,

kecepatan putar motor induksi dapat dikendalikan secara efektif tanpa mengurangi keandalan sistem secara keseluruhan.

Seiring meningkatnya kompleksitas proses industri, kebutuhan akan sistem kontrol yang terintegrasi juga semakin besar. Pengendalian VSD secara manual dinilai kurang efektif untuk aplikasi industri modern yang memerlukan ketelitian, konsistensi, dan kemudahan pengoperasian. Oleh karena itu, *Programmable Logic Controller* (PLC) banyak digunakan sebagai pengendali utama dalam sistem otomasi industri. PLC memiliki keunggulan dalam hal fleksibilitas pemrograman, respon yang cepat, serta kemampuan integrasi dengan berbagai perangkat industri, termasuk VSD dan antarmuka pengguna[6][7].

Pada penelitian ini, PLC Schneider tipe TM221CE16R digunakan sebagai pengendali sistem pengaturan kecepatan motor induksi tiga fasa yang dikombinasikan dengan VSD Schneider tipe ATV320U15M3C. Sistem ini dilengkapi dengan *Human–Machine Interface* (HMI) sebagai antarmuka antara pengguna dan sistem kontrol, sehingga proses pengoperasian, pemilihan tahapan kecepatan, serta pemantauan kondisi kerja motor dapat dilakukan secara lebih mudah dan terstruktur. Penggunaan HMI juga bertujuan untuk meningkatkan keandalan sistem dan mengurangi potensi kesalahan pengoperasian[8][9]. Pengaturan kecepatan motor dirancang menggunakan metode *multi-step* 3 tahap, di mana kecepatan motor ditentukan berdasarkan beberapa level frekuensi yang diinginkan sesuai kebutuhan proses. Metode ini dipilih karena memiliki struktur kontrol yang sederhana, stabil, serta mudah diimplementasikan pada sistem industri.

Dengan perancangan sistem pengatur kecepatan berbasis PLC dan VSD menggunakan metode *multi-step* 3 tahap, diharapkan sistem yang dihasilkan mampu memberikan solusi pengendalian motor induksi tiga fasa yang efisien, andal, dan sesuai dengan kebutuhan industri. Oleh karena itu, Tugas Akhir ini mengangkat judul **“RANCANG BANGUN TRAINER PENGATUR KECEPATAN MOTOR INDUKSI 3 FASA BERBASIS PLC SCHNEIDER TM221 DAN VSD ALTIVAR ATV320”**.

1.2 Rumusan Masalah

Pada penyusunan Tugas Akhir dapat dirumuskan permasalahan yang akan diselesaikan dalam Tugas Akhir ini adalah:

- a. Bagaimana merancang dan membangun sistem pengatur kecepatan motor induksi tiga fasa menggunakan Variable Speed Drive (VSD) ATV320U15M3C yang dikendalikan oleh PLC Schneider TM221CE16R?
- b. Bagaimana mengimplementasikan metode pengaturan kecepatan *multi-step* 3 tahap pada motor induksi tiga fasa melalui pengendalian frekuensi VSD berbasis PLC?
- c. Bagaimana merancang dan mengintegrasikan *Human-Machine Interface* (HMI) sebagai media pengoperasian dan pemantauan sistem pengatur kecepatan motor?
- d. Bagaimana kinerja sistem pengatur kecepatan motor induksi tiga fasa yang dirancang ditinjau dari kestabilan pengaturan kecepatan dan kemudahan pengoperasian?

1.3 Tujuan Tugas Akhir

Rancangan Tugas Akhir ini disusun dengan memiliki tujuan yaitu:

- a. Memanfaatkan ilmu pendidikan kepada kebutuhan industri, khususnya pada bidang kelistrikan
- b. Meningkatkan kemampuan dan intelektualitas mahasiswa terhadap pemanfaatan tenaga listrik
- c. Merancang dan merealisasikan sistem pengatur kecepatan motor induksi tiga fasa berbasis PLC Schneider TM221CE16R dengan VSD ATV320U15M3C.
- d. Mengimplementasikan metode pengaturan kecepatan *multi-step* 3 tahap untuk mengendalikan kecepatan motor induksi tiga fasa sesuai dengan kebutuhan proses.

- e. Merancang dan mengintegrasikan HMI sebagai antarmuka antara pengguna dan sistem kontrol untuk memudahkan pengoperasian dan pemantauan motor.
- f. Menguji dan menganalisis kinerja sistem pengatur kecepatan motor induksi tiga fasa yang telah dirancang.
- g. Memenuhi persyaratan mata kuliah Tugas Akhir sebesar 4 SKS untuk memperoleh gelar Sarjana Terapan Teknik Listrik Industri

1.4 Manfaat Tugas Akhir

Dalam penyusunan Tugas Akhir memiliki kegunaan yaitu:

1. Bagi Penyusun
 - a. Dapat mengimplementasikan ilmu selama berkuliah di Teknik Listrik Industri Sekolah Vokasi Universitas Diponegoro
 - b. Dapat berkontribusi pada perkembangan literatur mengenai alat pengatur kecepatan motor listrik dengan *Variable Speed Drive* (VSD) dikombinasikan *Programmable Logic Controller* (PLC) dan *Human-Machine Interface* (HMI)
 - c. Dapat mengembangkan *skill* penyusun selama melakukan penyusunan Tugas Akhir, khususnya pada kemampuan penerapan pengembangan teknologi *Programmable Logic Controller* (PLC) dan *Variable Speed Drive* (VSD) dalam keterampilan pada bidang kelistrikan
2. Bagi Mahasiswa dan Pembaca
 - a. Dapat menjadi referensi bacaan khususnya bagi para mahasiswa bidang kelistrikan yang membutuhkan bahan bacaan terhadap pokok permasalahan yang sama.
 - b. Memberikan gambaran mengenai penerapan sistem pengendalian motor berbasis PLC, VSD, dan HMI dengan metode *multi-step* sebagai salah satu solusi pengaturan kecepatan motor di lingkungan industri.

1.5 Batasan Masalah

Dalam penyusunan Tugas Akhir ini pembahasan masalah meliputi:

- a. *Programmable Logic Controller* (PLC) Schneider Modicon M221 Relay *Ethernet* TM221CE16R sebagai sistem kontrol alat
- b. *Inverter Variable Speed Drive* (VSD) Schneider ATV320U15M3C 1.5kW 200 to 240V 3 Fasa sebagai *inverter* 1 fasa AC menjadi 3 fasa AC
- c. *EcoStruxure™ Machine Expert (SoMachine)* sebagai perangkat lunak dalam pembuatan *ladder diagram*
- d. *Vijeo Jitech* dan *Vijeo Designer* sebagai *Human-Machine Interface* (HMI)
- e. Protokol *Modbus* sebagai komunikasi awal dalam konfigurasi PLC untuk pengaturan *IP Address*
- f. *TCP/IP version 4* sebagai komunikasi *upload program* PLC berbasis *wireless* (Wi-Fi)
- g. *TPLink* sebagai perangkat jaringan (*network device*) dalam melakukan *setting router Wi-Fi*
- h. *Tachometer* sebagai pendeteksi besaran putaran rotor pada motor listrik
- i. Motor listrik 3 fasa 1 (*Horse Power*) HP sebagai alat yang digunakan dalam implementasi pembuatan tugas akhir

1.6 Sistematika Tugas Akhir

Dalam penyusunan Tugas Akhir ini memiliki sistematika penyusunan laporan agar dapat memaksimalkan pembahasan yang disampaikan dan penyusunan Tugas Akhir ini menjadi lebih tersusun, terarah, terstruktur, jelas dan baik. Sistematika penyusunan Tugas Akhir yaitu sebagai berikut:

HALAMAN JUDUL

HALAMAN PENGESAHAN

SURAT PERNYATAAN KEASLIAN

ABSTRAK

ABSTRACT

HALAMAN PERSEMBAHAN

KATA PENGANTAR**DAFTAR ISI****DAFTAR TABEL****DAFTAR GAMBAR****DAFTAR LAMPIRAN****BAB I : PENDAHULUAN**

Menjelaskan mengenai latar belakang, rumusan masalah, tujuan, manfaat, batasan masalah dan sistematika penulisan dari penyusunan tugas akhir

BAB II : LANDASAN TEORI

Menjelaskan mengenai tinjauan pustaka dan landasan teori yang berkaitan dengan penyusunan dan pembuatan alat tugas akhir

BAB III : RANCANG BANGUN PENGATUR KECEPATAN MOTOR INDUKSI 3 FASA BERBASIS PLC TM221CE16R DENGAN ANTARMUKA HMI DAN VSD ATV320U15M3C MENGGUNAKAN RANGKAIAN *MULTI-STEP* 3 TAHAP menjelaskan langkah – langkah diagram blok alat, *wiring diagram*, cara kerja dan *flowchart* pada penggunaan alat.

BAB IV : PEMBUATAN ALAT

Menjelaskan langkah-langkah dalam pembuatan alat “RANCANG BANGUN TRAINER PENGATUR KECEPATAN MOTOR INDUKSI 3 FASA BERBASIS PLC SCHNEIDER TM221 DAN VSD ALTIVAR ATV320” secara *hardware* dan *software* alat.

BAB V : PENGUKURAN DAN PENGUJIAN ALAT

Membahas dan menganalisa mengenai hasil pembuatan pengatur kecepatan motor induksi 3 fasa berdasarkan rangkaian *multi-step* 3 tahap.

BAB VI : PENUTUP

Memaparkan kesimpulan terhadap hasil penyusunan tugas akhir mengenai pengatur kecepatan motor induksi 3 fasa yang telah dibuat dan hasil pengujiannya serta saran yang dapat dipertimbangkan untuk meningkatkan efisiensi alat dengan maksimal.