

BAB I

PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Proses industri seringkali melakukan perpindahan barang dari satu tempat ke tempat lainnya untuk diproses, dimana perpindahan ini dilakukan dengan motor listrik (Ghosh et al., 2020). Berdasarkan suplai arusnya, terdapat 2 jenis motor listrik yaitu motor AC (*Alternating Current*) dan motor DC (*Direct Current*) (Maghfiroh et al., 2021). Dalam aplikasi kendali kecepatan, awalnya motor DC yang banyak diimplementasikan untuk kecepatan bervariasi, sedangkan motor AC untuk kecepatan tetap. Namun, motor DC sulit dirawat, memiliki biaya yang tinggi, dan masalah perlindungan pada komutator dan sikat, sehingga terbatas oleh lingkungan (Patel et al., 2014). Motor induksi merupakan salah satu jenis motor AC yang banyak digunakan dalam berbagai aplikasi industri (Liu & Gao, 2018). Konstruksi sederhana yang kokoh, mudah dirawat, efisiensi tinggi serta biaya yang relatif rendah menjadi keunggulan dari motor induksi, sehingga peran motor DC tergantikan (Hannan et al., 2018).

Kendali kecepatan motor induksi bukan sesuatu yang mudah dilakukan, karena motor induksi memiliki model matematis nonlinear, multivariabel, dan kompleks (Idoko et al., 2017). Ada beberapa metode untuk kendali kecepatan motor induksi, dimana metode yang efektif adalah dengan menjaga perbandingan antara tegangan dan frekuensi sinkron (V/f) motor selalu konstan (Khudier et al., 2021).

Perkembangan transistor menjadi kemajuan dalam elektronika daya, dimana penggunaannya meningkat dalam berbagai aplikasi, salah satunya sebagai

perangkat penting pada *Variable Frequency Drives* (VFD) (Peña-gonzalez et al., 2019). VFD merupakan perangkat elektronika yang mengonversi frekuensi daya menjadi AC tiga fasa dengan pengaturan tegangan dan frekuensi (V/f), dimana VFD memiliki chip tunggal yang mengendalikan perangkat *switching* berdaya tinggi. Penggunaan VFD dianggap solusi yang tepat dalam kendali kecepatan motor induksi, karena hemat daya, performa tinggi, dan biaya rendah (Cui et al., 2019).

Kesalahan pada variabel yang dikontrol tentu bisa terjadi, baik itu berasal dari *output* variabel terkontrol, gangguan, atau perubahan beban terhadap motor induksi, dimana sistem kontrol tertutup bisa meminimalisir kesalahan tersebut. PID merupakan kontroler yang banyak digunakan dalam berbagai *plant* industri dalam sistem kontrol tertutup (Howimanporn et al., 2017). Saat ini kontroler PID telah berkembang dengan baik untuk kendali kecepatan motor dengan nilai referensi yang bervariasi (Maheswari et al., 2020).

Otomasi menjadi hal yang penting dalam industri, dimana kemajuan teknologi memungkinkan implementasi mesin yang dirancang untuk melakukan kebiasaan manusia dalam bekerja (Saad & Arrofiq, 2012). PLC (*Programmable Logic Controllers*) merupakan perangkat kontrol yang efisien dan andal dalam aplikasi industri, dimana PLC dapat menangani sistem yang kompleks dengan tepat dalam waktu yang cepat. Dalam kontrol proses, PLC mampu memonitor dan mengontrol perangkat lain dengan komunikasi (Hittanagi et al., 2018). Sebagai *driver* motor, saat ini VFD telah didukung oleh *port* komunikasi, dimana dapat diintegrasikan dengan PLC menggunakan protokol komunikasi (Khudier et al., 2021).

Sebagian besar otomasi industri masih menggunakan kabel dalam media transmisinya seperti, protokol modbus. Modbus adalah protokol standar industri

yang dikembangkan oleh Modicon pada tahun 1997, dimana protokol ini berperan penting dalam komunikasi di industri (Priyatna et al., 2021).

Banyak metode yang dipakai peneliti dalam kendali kecepatan motor induksi, dari *scalar control* (Bharti et al., 2019), *vector control* (Shaija & Daniel, 2016), atau *sensorless control* (Diab et al., 2013), namun penelitian ini digunakan dalam simulasi dengan MATLAB. Metode penggunaan VFD yang terintegrasi PLC juga telah dilakukan pada (Abdulwahid, 2020), namun sistem kendalinya *open loop*. Ada pula sistem kontrol *closed loop* pada (Khudier et al., 2021), namun hanya sebatas mengukur *output* kecepatannya saja, baik itu menggunakan *encoder* atau *tachometer*. Selain itu, berbagai skema kontrol kecepatan motor induksi juga telah banyak diteliti, utamanya skema kontroler PID. Terlebih, algoritma kecerdasan buatan penalaan otomatis kontroler PID, seperti *particle swarm optimization* (Howimanporn et al., 2017) dan *genetic algorithm* (Mahfoud et al., 2021).

Dari pemaparan tersebut, maka penelitian tentang implementasi kendali kecepatan motor induksi 3 fasa dengan sistem kontrol *closed loop* menggunakan VFD yang bisa diintegrasikan dengan PLC dan HMI dengan penalaan *manual* kontroler PID untuk mendapat parameter PID yang optimal, dimana *feedback* berasal dari *sensorless actual speed* VFD menarik untuk dibahas.

1.2 Rumusan Masalah

Berdasarkan latar belakang diatas, masalah yang akan dibahas dalam melakukan penelitian ini, yaitu:

1. Bagaimana komunikasi PLC dan VFD untuk kendali kecepatan motor induksi 3 fasa.

2. Bagaimana memperoleh respon sistem yang baik pada sistem kendali kecepatan motor induksi 3 fasa.
3. Bagaimana kinerja sistem kendali kecepatan motor induksi 3 fasa dengan kontroler PID saat diberi beban.

1.3 Tujuan Penelitian

Adapun tujuan yang diharapkan penulis dari penelitian ini, yaitu:

1. Menganalisa komunikasi antara PLC dengan VFD untuk kendali kecepatan motor induksi 3 fasa.
2. Mengimplementasikan dan menganalisa respon sistem kendali kecepatan motor induksi 3 fasa dengan kontroler PID untuk mendapatkan nilai parameter PID yang optimal.
3. Menganalisa kinerja sistem kendali kecepatan motor induksi 3 fasa dengan kontroler PID berbasis PLC saat diberi beban.

1.4 Manfaat Penelitian

Hasil dari penelitian ini diharapkan dapat memberi manfaat bagi berbagai pihak, antara lain:

1. Memudahkan pengguna dalam mengatur dan monitoring kecepatan motor induksi pada implementasi industri.
2. Mendapatkan kecepatan yang stabil.
3. Mendapatkan kualitas kontrol proses yang baik.
4. Mempercepat dan meningkatkan efisiensi proses industri.

1.5 Batasan Penelitian

Mengingat luasnya permasalahan mengenai perancangan kendali kecepatan motor induksi 3 fasa dengan *Variable Frequency Drives* menggunakan kendali PID berbasis PLC, maka penelitian dibatasi sebagai berikut:

1. PLC yang digunakan sebagai pengontrol utama pada sistem ini adalah PLC Modicon M221 merk Schneider dengan output relay.
2. *Variable Frequency Drives* yang digunakan adalah Altivar310.
3. Motor induksi 3 fasa yang digunakan berkapasitas 4 kW.
4. Parameter yang dikontrol dan dianalisis, meliputi frekuensi motor, kecepatan motor dan respon sistem terhadap penyetelan PID.

1.6 Sistematika Pelaporan

Sistematika pelaporan proposal usulan penelitian ini terdiri dari beberapa bagian, yaitu:

BAB I PENDAHULUAN

Meliputi latar belakang, rumusan masalah, tujuan penelitian, manfaat penelitian, serta batasan masalah dari penelitian.

BAB II LANDASAN TEORI

Berisi mengenai bahasan umum dari Motor Induksi 3 Fasa, Inverter (*Variable Frequency Drives*), PLC (*Programmable Logic Controller*), HMI (*Human Machine Interface*), Metode Kontrol V/f, Pengendali PID, Protokol Modbus dan *Software EcoStruxure Machine Expert-Basic*.

BAB III METODE PENELITIAN

Berisi tentang tahapan penelitian, tahapan uji proses penyetelan PID, perancangan beban yang digunakan sebagai simulasi beban mekanik untuk uji

sistem, alat dan bahan yang diperlukan untuk perancangan, serta waktu dan tempat penelitian.

BAB IV PERANCANGAN DAN PEMBAHASAN

Berisi tentang perancangan, pengujian dan analisa data dari hasil penelitian yang telah dilakukan.

BAB V KESIMPULAN DAN SARAN

Berisi tentang kesimpulan dan saran berdasarkan hasil penelitian.