

BAB I

PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Motor induksi tiga fasa merupakan penggerak mekanis yang mendominasi sektor manufaktur dan industri berat karena konstruksinya yang sederhana, keandalan operasional yang tinggi, serta biaya perawatan yang relatif rendah. Namun, secara alamiah motor ini memiliki kelemahan pada pengendalian kecepatan putarnya yang sangat kaku karena nilainya dipengaruhi secara langsung oleh jumlah kutub dan frekuensi tetap dari jala-jala listrik PLN (50 Hz). Dalam banyak aplikasi kritikal seperti sistem pemompaan, kompresor, dan jalur perakitan otomatis, pengoperasian motor pada kecepatan penuh secara terus-menerus sering kali tidak diperlukan dan justru mengakibatkan inefisiensi proses serta pemborosan konsumsi energi listrik yang signifikan.

Tantangan teknis lainnya muncul pada saat awal penyalaan (*starting*), di mana motor induksi biasanya menarik arus mulai yang sangat besar, mencapai 5 hingga 7 kali lipat dari arus nominalnya. Hal ini tidak hanya memicu penurunan tegangan (*voltage dip*) pada sistem kelistrikan pabrik, tetapi juga memberikan beban stres mekanis yang tinggi pada komponen motor dan transmisi. Oleh karena itu, diperlukan sebuah perangkat antarmuka daya yang mampu mengatur percepatan dan perlambatan secara halus (*soft start/stop*). Teknologi *Variable Frequency Drive* (VFD) atau Inverter hadir sebagai solusi untuk memodulasi frekuensi dan tegangan secara sinkron, sehingga motor dapat dioperasikan pada titik kerja yang paling optimal sesuai dengan kebutuhan beban dinamis di lapangan.

Inverter ABB seri ACS-800 merupakan salah satu perangkat kendali motor paling canggih yang menggunakan teknologi *Direct Torque Control* (DTC). Berbeda dengan inverter standar yang menggunakan metode *Pulse Width Modulation* (PWM) konvensional, ACS-800 mampu mengontrol variabel torsi dan fluks magnetik motor secara langsung tanpa memerlukan umpan balik dari sensor posisi poros (*encoder*). Keunggulan ini memberikan akurasi kontrol yang sangat

presisi bahkan pada kecepatan rendah. Melalui analisis terhadap penggunaan ACS-800, penelitian ini bertujuan untuk menguji sejauh mana stabilitas putaran motor dan efisiensi daya dapat dipertahankan ketika frekuensi diubah-ubah, guna memvalidasi keandalan sistem kendali tersebut dalam mendukung otomatisasi industri yang hemat energi.

1.2 Rumusan Masalah

Berdasarkan latar belakang yang telah diuraikan, rumusan masalah dalam penelitian ini fokus utama penelitian ini adalah untuk menganalisis sejauh mana efektivitas penggunaan Inverter ACS-800 dalam mengendalikan kecepatan motor induksi 3 fasa pada kondisi tanpa beban, yang mencakup hubungan linearitas antara pengaturan frekuensi terhadap kecepatan putar (RPM) yang dihasilkan, karakteristik parameter elektrik seperti arus dan tegangan keluaran pada berbagai tingkat frekuensi, serta tingkat akurasi kendali perangkat dalam mencapai target kecepatan yang sesuai dengan perhitungan teoritis. Berdasarkan permasalahan tersebut, maka rumusan masalah dalam penelitian ini adalah sebagai berikut:

1. Bagaimana prinsip kerja Inverter ACS-800 dalam mengatur kecepatan motor induksi 3 fasa?
2. Bagaimana pengaruh perubahan nilai frekuensi yang diberikan Inverter terhadap kecepatan putar dan torsi motor?
3. Bagaimana karakteristik arus dan tegangan keluaran inverter pada berbagai variasi frekuensi saat motor tidak berbeban?

1.3 Batasan Masalah

Berdasarkan Analisis Pengendalian Kecepatan Motor Induksi 3 Fasa Dengan Menggunakan Inverter ACS-800 Adapun Batasan masalah sebagai berikut:

1. Motor yang digunakan adalah motor induksi tiga fasa dengan kapasitas maksimum 800 Watt.
2. Pengaturan kecepatan hanya dilakukan dengan menggunakan Inverter ABB seri ACS-800.

3. Pengukuran dilakukan pada kondisi tanpa beban (*no-load*) yang terkopel pada poros motor.
4. Data yang dianalisis terbatas pada frekuensi (Hz), tegangan keluaran (Volt), arus (Ampere), dan kecepatan putar motor (RPM).

1.4 Tujuan dan Manfaat Penelitian

Adapun tujuan penelitian ini adalah sebagai berikut:

1. Menganalisis mekanisme pengaturan kecepatan motor induksi 3 fasa melalui parameter frekuensi pada Inverter ACS-800.
2. Mengevaluasi hubungan antara frekuensi, tegangan, dan kecepatan putar motor secara eksperimental atau teoritis.
3. Mengetahui performa Inverter ACS-800 dalam mempertahankan kinerja motor saat terjadi perubahan beban.

Penelitian ini diharapkan memberikan manfaat sebagai berikut:

1. Sebagai referensi mengenai aplikasi teknik kendali motor listrik dan penggunaan perangkat elektronika daya di industri.
2. Menambah wawasan mengenai karakteristik kendali motor induksi menggunakan teknologi *Direct Torque Control* (DTC) pada Inverter ACS-800.
3. Mengetahui tingkat akurasi dan stabilitas kecepatan putar motor terhadap variasi frekuensi dalam kondisi tanpa beban.
4. Memberikan data referensi mengenai efisiensi penggunaan arus dan tegangan pada sistem penggerak motor saat posisi *idle*.

1.5 Metode Penyelesaian Masalah

Dalam penelitian ini, metode penyelesaian masalah yang digunakan meliputi beberapa tahapan sebagai berikut:

1. Studi Literatur dan Persiapan Alat
Melakukan kajian pustaka mengenai teori motor induksi 3 fasa dan manual teknis Inverter ABB ACS-800. Tahap ini juga mencakup

penyiapan unit motor, inverter, serta alat ukur seperti tachometer dan multimeter.

2. Pengaturan Parameter Inverter (Commissioning)

Melakukan *setting* parameter dasar pada Inverter ACS-800, seperti pengisian data *nameplate* motor, pemilihan mode kontrol (*Direct Torque Control*), serta penentuan batas frekuensi minimum dan maksimum yang akan diuji.

3. Pengujian dan Pengambilan Data

Menjalankan motor dalam kondisi tanpa beban dengan memvariasikan nilai frekuensi pada inverter (misalnya kelipatan 5 Hz atau 10 Hz). Pada setiap perubahan frekuensi, dilakukan pengukuran dan pencatatan terhadap kecepatan putar (RPM), arus keluaran, dan tegangan keluaran.

4. Analisis Data dan Komparasi

Membandingkan data hasil pengukuran lapangan dengan perhitungan teoritis menggunakan rumus kecepatan sinkron Analisis difokuskan pada tingkat persentase kesalahan (*error*) dan linearitas hubungan antara frekuensi dengan kecepatan motor.

5. Penyusunan Laporan dan Kesimpulan

Mengolah seluruh data hasil analisis ke dalam bentuk tabel dan grafik untuk ditarik kesimpulan mengenai keandalan Inverter ACS-800 dalam mengendalikan motor induksi 3 fasa tanpa beban.