

BAB I PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Motor induksi adalah jenis motor arus bolak-balik (AC) yang banyak digunakan di industri, menyumbang sekitar 60% dari total konsumsi listrik industri pada tahun 2018 (Hannan et al., 2018). Motor ini menjadi pilihan utama karena konstruksinya yang sederhana, kokoh, biaya perawatan yang rendah, dan harga yang relatif ekonomis (Bagia & Parsa, 2018; Mansour, 2020). Meskipun demikian, motor induksi memiliki karakteristik non-linear yang kompleks, di mana parameter internalnya sangat dipengaruhi oleh suhu, saturasi magnetik, dan frekuensi (Arvianto, 2017; Telford et al., 2002). Hal ini menyebabkan motor induksi secara alami sulit dikendalikan, terutama jika dibandingkan dengan motor DC yang memiliki kendali terpisah antara fluks dan torsi.

Metode pengasutan konvensional yang umum digunakan adalah *Direct On Line* (DOL). Pada metode ini, motor dihubungkan langsung ke sumber tegangan jala-jala sehingga beroperasi sesuai karakteristik alaminya. Kelemahan mendasar dari metode DOL adalah ketidakmampuannya dalam mengatur kecepatan dan torsi secara presisi. Saat terjadi perubahan beban mekanis, kecepatan motor akan turun secara alami dan arus akan melonjak tanpa kendali untuk mempertahankan torsi, yang sering kali menyebabkan efisiensi buruk dan faktor daya yang rendah. Untuk aplikasi industri yang menuntut kinerja tinggi seperti lengan robot, konveyor, atau traksi listrik, diperlukan metode pengendalian yang mampu memisahkan kendali fluks dan torsi secara independen.

Solusi untuk mengatasi permasalahan tersebut adalah metode *Field Oriented Control* (FOC) atau kontrol vektor. Metode ini mentransformasi perilaku motor

induksi yang kompleks agar dapat dikendalikan menyerupai motor DC eksitasi terpisah (Kim, 2017). Keberhasilan metode FOC sangat bergantung pada pengaturan dua komponen arus hasil transformasi kerangka acuan (*rotating reference frame*) yaitu arus medan (i_d) dan arus beban (i_q). Arus medan (i_d) berfungsi mengendalikan fluks magnetik (setara arus eksitasi i_f pada motor DC), sedangkan arus beban (i_q) berfungsi mengendalikan torsi elektromagnetik (setara arus armatur i_a pada motor DC).

Meskipun secara teori prinsip *decoupling* (pemisahan) antara arus medan (i_d) dan arus beban (i_q) menjanjikan kendali yang superior, implementasinya memiliki tantangan tersendiri. Pengaturan nilai arus medan (i_d) dan arus beban (i_q) yang tidak tepat dapat mempengaruhi karakteristik dinamis motor, seperti respons kecepatan, kestabilan torsi, hingga efisiensi daya. Selain itu, validasi melalui simulasi perangkat lunak sering kali memberikan hasil ideal yang berbeda dengan kondisi riil di perangkat keras, terutama terkait batasan tegangan inverter dan *noise* sensor. Oleh karena itu, diperlukan analisis mendalam mengenai pengaruh perubahan arus medan (i_d) dan arus beban (i_q) terhadap karakteristik motor, serta perbandingannya dengan metode konvensional DOL untuk membuktikan peningkatan kinerjanya.

Berdasarkan uraian di atas, penelitian ini akan memodelkan sistem *Indirect Field Oriented Control* (IFOC) menggunakan perangkat lunak MATLAB Simulink dan mengimplementasikannya secara empiris pada modul latihan *Power Electronics and Drives 300 W Lucas-Nuelle*. Penelitian ini berfokus untuk menganalisis respons kecepatan dan torsi akibat perubahan arus medan (i_d) dan arus beban (i_q) serta

membandingkan karakteristik fundamental motor sebelum dan sesudah penerapan FOC.

Berdasarkan uraian di atas, maka judul tugas akhir ini adalah **“ANALISIS PENGARUH ARUS MEDAN (I_d) DAN ARUS BEBAN (I_q) TERHADAP KARAKTERISTIK KECEPATAN DAN TORSI MOTOR INDUKSI TIGA FASA MENGGUNAKAN METODE *FIELD ORIENTED CONTROL* (FOC)”**.

1.2 Rumusan Masalah

Berdasarkan latar belakang di atas, rumusan masalah dalam penyusunan tugas akhir ini adalah sebagai berikut:

1. Bagaimana karakteristik motor induksi tiga fasa sebelum dan sesudah menggunakan metode *Field Oriented Control* (FOC)?
2. Bagaimana pengaruh arus medan (i_d) dan arus beban (i_q) terhadap kecepatan dan torsi motor induksi tiga fasa?

1.3 Tujuan Penelitian

Tujuan penelitian yang ingin dicapai berdasarkan rumusan masalah adalah sebagai berikut:

1. Menganalisis karakteristik kecepatan, torsi, arus, tegangan, faktor daya, dan efisiensi pada motor induksi sebelum dan sesudah menggunakan *Field Oriented Control* (FOC)
2. Menganalisis pengaruh perubahan nilai arus medan (i_d) dan arus beban (i_q) terhadap kecepatan dan torsi pada motor induksi

1.4 Manfaat Penelitian

Manfaat yang diharapkan dari penelitian ini, antara lain:

1. Menjadi referensi penelitian untuk mahasiswa tentang pengendalian mesin listrik terkhusus motor induksi
2. Menjadi referensi untuk sektor industri yang memerlukan penggunaan motor induksi dengan kinerja tinggi

1.5 Batasan Masalah

Berdasarkan permasalahan di atas, terdapat batasan penelitian sebagai berikut:

1. Pada penelitian ini motor induksi yang digunakan untuk pemodelan adalah motor induksi 3 fasa dengan daya 0,37 kW
2. Pada penelitian ini pemodelan sistem menggunakan perangkat lunak Matlab Simulink R2023b
3. Pada penelitian ini, metode FOC yang digunakan adalah *Indirect Field Oriented Control* (IFOC)
4. Pada penelitian ini, kondisi motor induksi yang dimodelkan diasumsikan simetris atau seimbang pada setiap belitan stator maupun rotor.
5. Pada penelitian ini, fokus pembahasan adalah perubahan karakteristik motor induksi (kecepatan, torsi, dan daya) setelah proses pengendalian

1.6 Sistematika Penulisan

Secara garis besar, penulisan tugas akhir ini terbagi menjadi tiga bagian, yaitu bagian awal, bagian isi, dan bagian akhir. Berikut merupakan sistematika laporan:

1. Bagian awal, terdiri dari sampul, judul, pernyataan orisinalitas, pengesahan, kata pengantar, persetujuan publikasi, abstrak, daftar isi, daftar gambar, daftar tabel, dan daftar persamaan.
2. Bagian isi, terdiri dari lima BAB, antara lain:
 - BAB I : Pendahuluan merupakan sub-bagian yang menguraikan latar belakang, perumusan masalah, tujuan penelitian, manfaat penelitian, batasan penelitian, dan sistematika penulisan.
 - BAB II : Landasan Teori merupakan sub-bagian yang menguraikan tentang kajian pustaka dengan referensi yang digunakan adalah artikel ilmiah berupa jurnal nasional maupun internasional. Selain itu referensi juga diambil dari buku yang berhubungan dengan penelitian.
 - BAB III : Metodologi Penelitian merupakan sub-bagian yang menguraikan tentang tahap-tahap penelitian, perancangan sistem, pemodelan unit, pemodelan sistem, pengujian model, pengujian alat, waktu penelitian, tempat penelitian dan matriks kerja penelitian.
 - BAB IV : Pembahasan merupakan sub-bagian yang membahas hasil pengujian unit, hasil pengujian pemodelan sistem, hasil pengujian alat, analisa, dan pembahasan.
 - BAB V : Kesimpulan dan Saran merupakan sub-bagian yang menguraikan kesimpulan dari penelitian yang dilakukan dan saran untuk pengembangan penelitian.
3. Bagian akhir, terdiri dari daftar pustaka yang merupakan daftar referensi yang digunakan pada penelitian dan lampiran