

BAB I PENDAHULUAN

1.1. Latar Belakang

Motor listrik saat ini banyak digunakan di lingkungan rumah tangga dan industri karena dapat membantu memudahkan berbagai pekerjaan manusia. Motor listrik memberikan kesempatan kepada manusia untuk menjalankan pekerjaan yang memakan waktu lama jika dikerjakan secara manual [1]. Motor induksi adalah salah satu jenis motor listrik yang banyak digunakan. Motor induksi menjadi sangat populer karena harganya yang terjangkau serta konstruksinya sederhana. Motor induksi di lain sisi memiliki beberapa kekurangan, contohnya kecepatan dan torsi yang tidak mudah dikontrol [2].

Motor *Brushless Direct Current* (BLDC) memiliki karakteristik pengendalian kecepatan dan torsi yang lebih baik daripada jenis motor listrik lainnya. Motor BLDC memiliki bentuk mekanis seperti motor AC tetapi memiliki karakteristik seperti motor DC [3]. Motor BLDC saat ini sudah banyak digunakan dan diaplikasikan pada bidang industri rumah tangga, industri kesehatan hingga industri otomotif yang berfokus pada pengembangan *Electric Vehicle* (EV). Motor BLDC digunakan karena karakteristik kecepatan dan torsi yang sangat baik, memiliki efisiensi yang tinggi, dan biaya pemeliharaan yang terjangkau [4].

Pengendalian motor listrik pada dasarnya dirancang menggunakan komponen analog, dimana komponen analog ini memiliki kelemahan yaitu rentan terhadap kondisi suhu tinggi dan usia pemakaian. Kelemahan tersebut dapat teratasi dengan komponen digital dan perangkat kendali yang dapat diprogram, salah satunya yaitu *Digital Signal Processor* (DSP) [5].

Digital Signal Processing adalah metode pemrosesan suatu sinyal digital sedangkan *Digital Signal Processor* adalah alat untuk memproses suatu signal digital [6]. Sinyal digital perlu diolah dengan cepat dan akurat, oleh karena itu *processor* sangat berperan penting dalam pengolahan sinyal digital. TMS320f28069M adalah sebuah *microcontroller unit* (MCU) yang berfungsi sebagai pemrosesan, penginderaan, dan aktuasi untuk meningkatkan kinerja *loop*

tertutup dalam aplikasi *real time control* seperti penggerak motor *industry*, *inverter* tenaga surya, kendaraan transportasi listrik, pemrosesan sinyal, dan lain-lain.

Metode *Field Oriented Control* (FOC) pada motor listrik mampu menjadi pengendali torsi motor BLDC 3 fasa. Metode FOC digunakan untuk mengontrol arus *direct* (*id*) dan arus *quadratur* (*iq*) secara mandiri sehingga dapat mencapai rasio *Maximum Torque Per Ampere* (MPTA). MPTA digunakan untuk meminimalkan arus sehingga dapat meningkatkan efisiensi motor [7].

Berdasarkan uraian latar belakang yang telah dijelaskan, pada penelitian ini dilakukan simulasi dan perancangan pengendali torsi pada motor BLDC 3 fasa. Kendali PI dirancang dengan menggunakan Matlab, penerapan metode FOC menggunakan *library* InstaSPIN-FOC dan implementasi kendali menggunakan DSP *LaunchPad XL TMS320F28069M* sebagai mikroprosesor.

1.2. Rumusan Masalah

Berdasarkan latar belakang di atas, maka rumusan masalah dalam penelitian ini sebagai berikut:

1. Bagaimana rancang bangun pengendali torsi berbasis metode *Field Oriented Control* (FOC) bisa diterapkan pada motor BLDC 3 fasa?
2. Bagaimana kinerja pengendali torsi berbasis metode *Field Oriented Control* (FOC) pada motor BLDC 3 fasa?

1.3. Tujuan dan Manfaat

Tujuan dan manfaat diperlukan untuk memperlihatkan apa yang dilakukan dalam penelitian ini.

1.3.1 Tujuan

Adapun tujuan dari penelitian ini sebagai berikut:

1. Merancang pengendali torsi berbasis metode *Field Oriented Control* (FOC) pada motor BLDC 3 fasa.
2. Menganalisis kinerja pengendali torsi berbasis metode *Field Oriented Control* (FOC) pada motor BLDC 3 fasa.

1.3.2 Manfaat

Adapun manfaat dari penelitian ini:

1. Manfaat Akademis

Penelitian ini diharapkan dapat memberikan kontribusi akademik mengenai perkembangan dibidang keilmuan kendali motor listrik.

2. Manfaat Praktis

Hasil dari penelitian ini diharapkan dapat menjadi referensi bagi beberapa pegiat teknisi dalam bidang kendali motor listrik, khususnya pada pengendalian torsi motor BLDC 3 fasa.

1.4. Batasan Masalah

Penulisan akan dibatasi pada bagian berikut:

1. Motor BLDC yang digunakan yaitu PITTMAN ELCOM SLTM *Brushless* DC Motor dengan *part number* 4442S010 yang memiliki tipe *low inductance* berdaya 62,64 watt dan bekerja pada rentang tegangan 19.1 volt.
2. Metode *Field Oriented Control* (FOC) digunakan sebagai pengaturan torsi, dengan pengaturan nilai pada sumbu *d-q*.
3. Kendali *Proportional-Integral* (PI) digunakan sebagai pengendali arus *quadratur* (*I_q*) untuk mencapai nilai referensi yang diinginkan.
4. *FAST Estimator* digunakan untuk identifikasi motor listrik.
5. Tidak membahas sistem proteksi motor listrik.
6. Menggunakan LaunchPad XL TMS320F28069M.
7. Matlab digunakan untuk melakukan simulasi kendali

1.5. States of The Arts

Pembuatan Tugas Akhir ini merujuk kepada beberapa referensi yang dapat dilihat pada Tabel 1.1.

Tabel 1. 1 Referensi utama.

No	Judul	Peneliti	Tahun
1	<i>Modelling Of Field Orientation Control (Foc) Method In 120 Kw Brushless Dc Motor (Bldc)</i>	Rivandi M, Mushtofa M, dkk	2019
2	<i>A Torque Control Strategy Of Brushless Direct Current Motor With Current Observer</i>	Zhao Long, Zhang Xiaobin, dkk	2015
3	<i>Sensorless Load Torque Control Of Bldc Machine</i>	Fuad S, Dmitry F, dkk	2021
4	<i>Performance Analysis Of Foc And Dtc For Synchronous Reluctance Motor</i>	Tlili Imen, Khlaief Amor, dkk	2016

Penelitian di atas merupakan penelitian yang memiliki tema pengendalian torsi pada motor BLDC 3 fasa yang telah dilakukan oleh berbagai lembaga, baik universitas ataupun lembaga riset. Pada Tabel 1.1 diperlihatkan masing-masing penelitian yang berkaitan dengan pengendalian torsi.

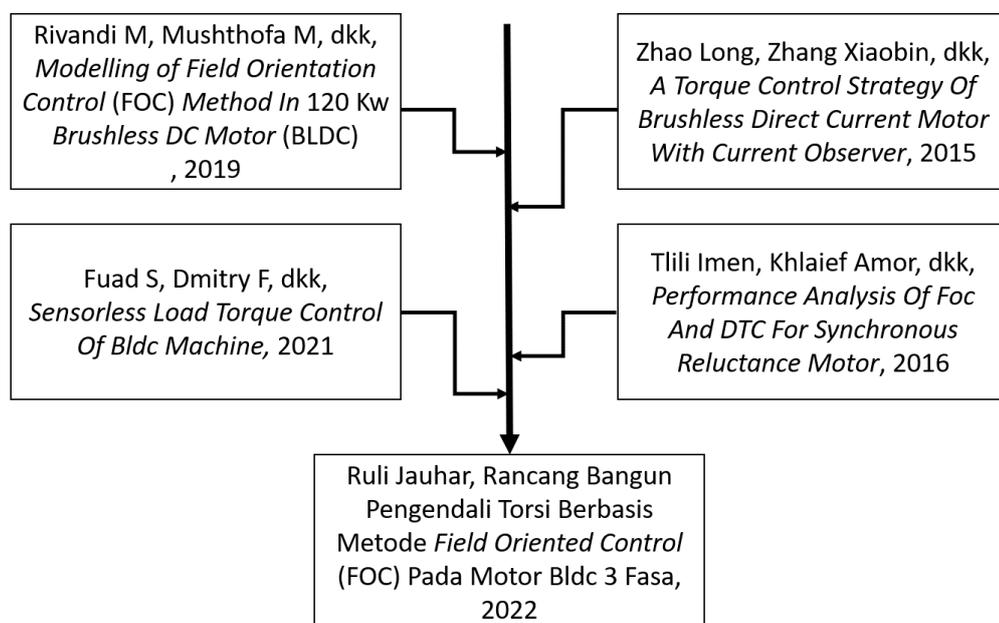
Tahun 2019, Rivandi, dkk melakukan penelitian yang meneliti bagaimana metode *Field Oriented Control* (FOC) dapat mengontrol id dan iq secara mandiri sehingga dapat mencapai rasio *Maximum Torque Per Ampere* (MPTA). MPTA digunakan juga untuk meminimalkan arus sehingga dapat meningkatkan efisiensi motor [7].

Sejalan dengan jurnal sebelumnya, pada tahun 2015 sama Zhao Long, dkk melakukan penelitian mengenai kontrol torsi motor BLDC berdasarkan pengamatan arus dan algoritma kontrol umpan balik. Berdasarkan pembentukan dan analisis terkait model matematika pada motor BLDC, kontrol arus diperlukan untuk dapat mengontrol torsi motor [8].

Fuad S, dkk melakukan penelitian mengenai kontrol *vector* motor BLDC dengan fungsi kontrol torsi menghilangkan kebutuhan akan sensor torsi. Hal tersebut akan mengurangi biaya sistem dan menyederhanakan desain elektromekanisnya. Pemodelan matematis pada SimInTech menghasilkan perbandingan nilai karakteristik motor dengan spesifikasi motor yang membuktikan kebenaran model matematis tersebut [9].

Tlili Imen, dkk melakukan penelitian perbandingan karakteristik kedua metode kontrol motor yaitu FOC dan *Direct Torque Control* (DTC). Metode FOC dan DTC memiliki keunggulannya masing-masing. Metode DTC sangat cocok dipakai untuk perubahan beban dan respon cepat, sedangkan metode FOC memiliki *steady state* yang baik tanpa adanya *ripple* [10].

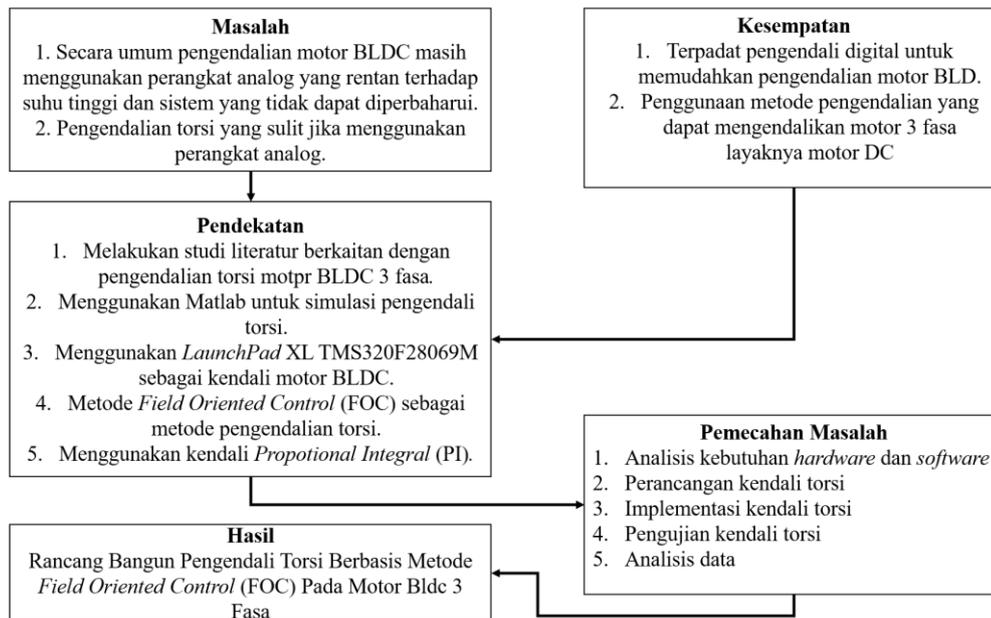
Berdasarkan penelitian yang telah dilakukan sebelumnya, telah banyak penelitian mengenai kontrol torsi motor BLDC 3 fasa. Aspek yang membedakan pada penelitian ini yaitu berfokus pada pengendali torsi motor BLDC dengan metode FOC dikombinasikan dengan kendali PI. FAST *estimator* digunakan sebagai pengganti sensor mekanik. DSP Launchpad XL TMS320f28069M digunakan sebagai *microcontroller* yang jarang sekali ditemui di penelitian lainnya.



Gambar 1. 1 Hubungan penelitian.

1.6. Kerangka Berpikir

Kerangka pemikiran dijelaskan pada Gambar 1.2.



Gambar 1. 2 Kerangka berpikir.

1.7. Sistematika Penulisan

Untuk memudahkan pemahaman, maka Tugas Akhir ini disusun dengan sistematika sebagai berikut:

BAB I PENDAHULUAN

Bab ini menguraikan tentang latar belakang, rumusan masalah, tujuan, batasan masalah, manfaat akademis, manfaat praktis, *state of the art*, kerangka pemikiran dan sistematika penulisan.

BAB II TEORI DASAR

Bab ini berisi tentang teori dasar yang digunakan dalam penelitian serta memberikan gambaran peralatan yang digunakan dalam penelitian ini.

BAB III METODE PENELITIAN

Bab ini memberikan penjelasan diagram alur penelitian secara umum dalam pengerjaan Tugas Akhir rancang bangun pengendali torsi motor BLDC 3 fasa berbasis metode *Field Oriented Control*.

BAB IV PERANCANGAN DAN IMPLEMENTASI

Bab ini memberikan pemaparan perangkat lunak dan perangkat keras yang dibutuhkan serta memberi gambaran tentang rancangan program atau perangkat keras yang digunakan. Bagian ini berisikan gambaran sistem yang sudah diintegrasikan secara keseluruhan.

BAB V PENGUJIAN DAN ANALISIS

Bab ini membahas serangkaian pengujian untuk mendapatkan hasil serta analisis berdasarkan teori yang sudah ada dalam menganalisis rancang bangun pengendali torsi motor BLDC 3 fasa berbasis metode *Field Oriented Control*.

BAB VI KESIMPULAN DAN SARAN

Bab ini membahas tentang kesimpulan, serta berisi saran terkait dengan bagaimana cara dan apa saja yang harus dikembangkan pada rancang bangun pengendali torsi motor BLDC 3 fasa berbasis metode *Field Oriented Control*.