

BAB I

PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Sistem kendali telah menjadi salah satu bidang yang sangat penting dalam dunia teknologi dan industri modern. Dengan berkembangnya teknologi, kebutuhan akan sistem kendali yang lebih canggih dan efisien semakin meningkat. Sistem kendali digunakan di berbagai sektor, mulai dari industri manufaktur hingga transportasi, untuk memastikan bahwa proses-proses yang kompleks dapat berjalan secara otomatis dengan presisi tinggi. Penerapan sistem kendali yang tepat tidak hanya meningkatkan efisiensi operasional, tetapi juga mampu mengurangi biaya dan risiko kesalahan yang dapat terjadi dalam proses [1] .

Perkembangan sistem kendali juga berperan penting dalam menghadapi tantangan global, seperti kebutuhan energi yang semakin besar dan tekanan untuk mengurangi dampak lingkungan. Dalam konteks ini, sistem kendali adaptif menjadi solusi yang semakin diminati karena mampu menyesuaikan parameter operasional sesuai dengan kondisi yang berubah-ubah. Sistem kendali adaptif tidak hanya meningkatkan kinerja mesin dan perangkat, tetapi juga memungkinkan penghematan energi yang signifikan, yang sangat penting dalam upaya global untuk mencapai keberlanjutan [2].

Pada dunia kendali, terdapat berbagai jenis pengendali yang dapat digunakan, masing-masing dengan kelebihan dan kekurangannya sendiri. Salah satu pengendali yang semakin populer adalah *Model Predictive Control* (MPC). MPC dikenal karena kemampuannya untuk mengantisipasi perubahan di masa depan dengan menggunakan model matematika system [3] . Pengendali ini memprediksi perilaku sistem berdasarkan data sebelumnya dan kemudian mengoptimalkan tindakan pengendalian untuk mencapai kinerja yang diinginkan. Kemampuan MPC untuk memprediksi dan menyesuaikan tindakan pengendalian membuatnya sangat cocok untuk aplikasi yang memerlukan respons cepat dan akurat [4].

MPC juga menawarkan fleksibilitas yang tinggi dalam mengatasi berbagai tantangan dalam sistem kendali. Misalnya, MPC dapat diterapkan pada sistem yang

kompleks dengan beberapa variabel yang saling bergantung. Selain itu, pengendali ini juga dapat digunakan dalam sistem yang memiliki keterbatasan fisik atau operasional, seperti batasan tegangan atau kecepatan. Dengan keunggulan-keunggulan ini, MPC telah menjadi pilihan utama dalam berbagai aplikasi, termasuk pengendalian motor listrik seperti BLDC[5].

Motor Brushless DC (BLDC) adalah salah satu jenis motor listrik yang banyak digunakan dalam aplikasi industri dan otomotif karena efisiensinya yang tinggi dan kinerjanya yang stabil. Motor BLDC memiliki keunggulan dibandingkan motor listrik lainnya, terutama dalam hal efisiensi energi dan densitas daya. Motor ini tidak menggunakan sikat mekanis seperti pada motor DC konvensional, sehingga mengurangi keausan dan meningkatkan umur operasional. Selain itu, motor BLDC juga menawarkan respons dinamis yang lebih baik dan kemampuan kontrol yang lebih presisi, menjadikannya pilihan ideal untuk aplikasi yang memerlukan kecepatan tinggi dan akurasi[6].

Namun, untuk mencapai performa optimal, motor BLDC memerlukan sistem pengendalian yang mampu menjaga efisiensi dan stabilitas, terutama dalam kondisi beban yang bervariasi dan lingkungan yang dinamis. MPC terbukti mampu mengendalikan motor BLDC dengan lebih efektif dibandingkan dengan metode pengendalian konvensional. Dengan MPC, sistem pengendalian dapat memprediksi dan menyesuaikan parameter operasi secara real-time, memungkinkan motor BLDC untuk beroperasi dengan efisiensi maksimal meskipun terjadi perubahan kondisi beban atau tegangan [7].

Dalam penelitian ini, perancangan sistem kendali berbasis MPC akan direalisasikan melalui simulasi menggunakan MATLAB. MATLAB merupakan platform yang sangat efektif untuk simulasi dan analisis sistem kendali, karena menyediakan berbagai alat dan fungsi yang memudahkan perancangan dan pengujian sistem. Dengan menggunakan MATLAB, diharapkan dapat diperoleh hasil simulasi yang akurat yang mencerminkan kinerja nyata dari sistem yang dirancang. Simulasi ini akan menjadi langkah awal sebelum implementasi fisik, sehingga memungkinkan identifikasi dan penyempurnaan desain sebelum diterapkan dalam aplikasi dunia nyata.

1.2 Rumusan Masalah

Adapun rumusan masalah dari penelitian tugas akhir ini adalah sebagai berikut:

1. Bagaimana merancang sistem kendali *Model Predictive Control* (MPC) pada *Buck Boost Converter* yang dapat meningkatkan efisiensi dan stabilitas motor BLDC ?
2. Bagaimana penggunaan *Model Predictive Control* (MPC) efektif dalam menjaga kinerja optimal motor BLDC, terutama di bawah kondisi beban yang bervariasi ?
3. Bagaimana realisasi sistem kendali MPC ini dapat diimplementasikan dan divalidasi melalui simulasi menggunakan MATLAB?

1.3 Tujuan Penelitian

Adapun tujuan penelitian dari tugas akhir ini adalah sebagai berikut:

1. Merancang dan mengembangkan sistem kendali berbasis *Model Predictive Control* (MPC) pada *Buck Boost Converter* untuk meningkatkan efisiensi dan stabilitas motor BLDC.
2. Menganalisis efektivitas *Model Predictive Control* (MPC) dalam menjaga kinerja optimal motor BLDC di bawah berbagai kondisi beban.
3. Melakukan simulasi dan validasi dari sistem kendali yang dirancang menggunakan MATLAB untuk memastikan performa dan stabilitas yang diharapkan..

1.4 Batasan Masalah

Agar pembahasan dari tugas akhir tidak terlalu luas dan menyimpang dari topik yang dibahas, maka penulis perlu membatasi masalah sebagai berikut:

1. Penelitian fokus pada kontrol model predictive control pada sistem buck boost konverter.
2. Simulasi dan validasi hanya dilakukan menggunakan perangkat lunak MATLAB, tanpa implementasi fisik pada perangkat keras.
3. Motor BLDC yang digunakan dalam penelitian ini memiliki spesifikasi tertentu yang sesuai dengan model yang tersedia dalam MATLAB.

4. Motor BLDC dimodelkan sebagai beban dinamis yang terhubung pada buck-boost konverter.
5. Penggunaan beban pada torsi mekanik motor BLDC telah dihitung sehingga berada dalam batas kemampuan yang dapat ditanggung oleh motor berdasarkan parameter motor yang digunakan

1.5 Manfaat Penelitian

Adapun manfaat yang diharapkan dari penulisan dari tugas akhir ini adalah sebagai berikut:

1. Bagi peneliti untuk meningkatkan pemahaman dan keterampilan dalam merancang dan mengimplementasikan sistem kendali adaptif berbasis *Model Predictive Control* (MPC). Memperoleh pengalaman praktis dalam simulasi dan validasi sistem kendali menggunakan MATLAB, yang dapat diterapkan dalam penelitian dan pengembangan di masa depan. Menyediakan landasan untuk penelitian lebih lanjut dalam pengendalian motor listrik, khususnya dalam aplikasi yang menuntut efisiensi dan stabilitas tinggi.
2. Bagi akademik untuk menambah literatur ilmiah terkait penerapan *Model Predictive Control* (MPC) pada sistem konverter daya, khususnya pada motor BLDC. Menyediakan referensi bagi mahasiswa dan akademisi yang tertarik dalam bidang sistem kendali, pengendalian motor listrik, dan energi terbarukan. Mendorong penelitian lebih lanjut dalam pengembangan sistem kendali yang lebih efisien dan adaptif, serta aplikasi praktisnya dalam industri.
3. Bagi pihak ketiga (Industri/Praktisi) untuk memberikan solusi untuk meningkatkan efisiensi dan stabilitas motor BLDC dalam aplikasi industri, yang dapat mengurangi biaya operasional dan perawatan. Menyediakan pendekatan baru dalam pengendalian motor listrik yang dapat diadaptasi untuk berbagai aplikasi, terutama dalam lingkungan dengan beban yang dinamis. Memberikan dasar untuk pengembangan produk baru yang menggunakan sistem kendali adaptif berbasis MPC, yang dapat meningkatkan daya saing industri dalam teknologi motor listrik.

1.6 Sistematika Penulisan Tugas Akhir

Dalam penulisan tugas akhir ini, sistematika laporan disusun berdasarkan panduan penulisan tugas akhir sebagai berikut:

1. BAB I PENDAHULUAN

Dalam bab ini penulis mengulas tentang latar belakang masalah, rumusan masalah, tujuan penelitian, manfaat penelitian, batasan masalah dan sistematika penulisan proposal.

2. BAB II TINJAUAN PUSTAKA

Bab ini membahas tentang teori yang digunakan dalam menyelesaikan penulisan proposal skripsi.

3. BAB III METODE PENELITIAN

Bab ini membahas metode yang akan digunakan dalam pelaksanaan penelitian dan juga sebagai acuan dalam pelaksanaan penelitian.

4. BAB IV HASIL DAN PEMBAHASAN

Bab ini menyajikan hasil penelitian yang diperoleh dari proses simulasi atau pengujian, serta analisis dan pembahasan terhadap hasil tersebut sesuai dengan tujuan penelitian

5. BAB V KESIMPULAN DAN SARAN

Bab ini berisi kesimpulan yang diperoleh dari hasil penelitian serta saran yang dapat diberikan untuk pengembangan penelitian selanjutnya

6. DAFTAR PUSTAKA

Bagian ini memuat daftar referensi berupa buku, jurnal, artikel ilmiah, dan sumber lain yang digunakan sebagai acuan dalam penyusunan skripsi ini.

7. LAMPIRAN

Bagian ini berisi data pendukung penelitian seperti parameter sistem, hasil simulasi tambahan, perhitungan matematis, diagram blok sistem, listing program atau model simulasi, serta dokumen lain yang mendukung pembahasan dalam skripsi

