

BAB I PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Motor *Brushless Direct Current* (BLDC) merupakan salah satu dari sekian banyak jenis motor listrik yang mengalami peningkatan popularitas yang sangat cepat. Hal tersebut membuat motor listrik ini digunakan dalam berbagai bidang industri seperti otomotif, dirgantara, peralatan medis, dan instrumentasi otomasi industri. Motor listrik ini tidak menggunakan komutasi mekanik dan sikat untuk proses komutasinya, sebagai gantinya motor ini menggunakan komutasi elektronik [1]. Motor BLDC bisa dikatakan menjadi pilihan yang tepat, karena motor BLDC memiliki kelebihan dibandingkan motor jenis lainnya seperti motor DC dan motor Induksi. Kelebihan yang dimiliki motor BLDC diantaranya yaitu, memiliki efisiensi yang lebih tinggi, karakteristik kecepatan dan torsi yang lebih baik, saat dioperasikan kebisingannya rendah, memiliki umur pengoperasian yang panjang [2].

Motor BLDC mampu menghasilkan nilai slip nol, karena tergolong kedalam jenis motor sinkron AC 3 fasa. Motor ini tetap disebut BLDC karena implementasinya menggunakan sumber DC sebagai sumber utamanya yang kemudian diubah menjadi AC melalui *inverter* [3]. Secara umum pengendali motor dirancang menggunakan komponen analog, dimana memiliki kelemahan yang rentan terhadap perubahan suhu dan umur komponen, dan juga sulitnya dalam meng-*upgrade* sistemnya. Kelemahan tersebut dapat diatasi dengan komponen digital dan perangkat kendali yang dapat diprogram, salah satunya yaitu *Digital Signal Processor* (DSP) [4].

DSP merupakan pengendali beresolusi tinggi yang mampu meminimalisir nilai *delay* pada *loop control* [4]. DSP memiliki kinerja yang sangat baik pada pengendalian secara *real-time*. Kendali yang efisien ini memungkinkan untuk berkurangnya nilai *ripple* pada sistem, *harmonics*, memperbaiki dinamika tindakan pada seluruh rentang kecepatan dan dapat meningkatkan kepresisian kendali [5].

Pengendalian kecepatan motor BLDC yang stabil dan responsif dapat dilakukan dengan berbagai cara. Salah satunya dapat menggunakan metode *Field*

Oriented Control (FOC) yang dikombinasikan dengan kendali *Proportional Integral* (PI). Metode FOC digunakan karena memiliki kelebihan dalam pengendalian kecepatan yang tepat dan responsif, serta terjaminnya pengoptimalan efisiensi selama kondisi transien [6]. Prinsip dasar metode FOC adalah mengendalikan arus pada stator. Metode FOC ini berbasis pada proyeksi yang mengubah sistem tiga fasa menjadi dua koordinat, yaitu *d-q* (*direct-quadrature*) yang terkontrol secara terpisah yang dapat menentukan kestabilan pada perubahan nilai *flux* dan torsi motor BLDC [7]. Kendali PI merupakan sistem kendali klasik yang sederhana, namun memiliki respon sistem yang cukup stabil. Pengaturan pada konstanta proporsional (K_p) dan konstanta integral (K_i) dapat membantu tercapainya respon *output* yang lebih baik dengan waktu yang lebih singkat [8].

Berdasarkan uraian latar belakang yang telah dipaparkan, pada penelitian ini dilakukan simulasi dan perancangan pengendali kecepatan pada Motor BLDC. Perancangan kendali PI dilakukan dengan menggunakan Matlab, penerapan metode FOC menggunakan *library InstaSPIN-FOC* dan implementasi menggunakan DSP TMS320F28027F *Texas Instruments* sebagai mikroprosesor.

1.2 State of the art

Penelitian mengenai pengendalian kecepatan motor BLDC telah banyak dilakukan. Berikut penelitian serupa yang menjadi referensi utama ditunjukkan pada Tabel 1.1.

Tabel 1.1 Referensi utama.

Judul	Peneliti	Tahun
<i>Performance Comparison of BLDC Motor Controllers Designed Based on Trapezoidal Commutation and FOC</i>	Agus Nurriartono, Agus Mukhlisin, Muhammad Nur Yuniarto dan Estiko Rijanto	2019
<i>Controlling System Based on DSP for BLDC Motor</i>	Zhou Yu, Bai-Na Su dan Yu-Shan Zhang	2018

Judul	Peneliti	Tahun
<i>DSP TMS320F28377S based Speed Control of DC Motor</i>	Ashish Panda, Shantanu Kahare dan Dr. Suresh K.Gawre	2020
<i>Speed Control of BLDC Motor using PI & Fuzzy Approach: A Comparative Study</i>	Ms. Vaishali Rajendra Walekar dan Prof. S. V. Murkute	2018
<i>Trapezoidal Control of Brushless DC Motor based on DSP F28335</i>	Ali Mousmi, Ahmed Abbou dan Yassine el Houm	2017

Penelitian mengenai sistem kendali motor BLDC telah dilakukan oleh berbagai lembaga, baik universitas ataupun lembaga riset. Penelitian yang terdapat pada Tabel 1 menunjukkan penelitian yang berkaitan dengan kendali dan penggunaan motor BLDC.

Agus Nurriartono, dkk melakukan penelitian mengenai perbandingan kinerja antara *trapezoidal commutation* dan FOC sebagai pengendali motor BLDC. Hasil percobaan yang diperoleh pada penelitian ini dapat diketahui bahwa *trapezoidal commutation* lebih responsif dibandingkan FOC, tetapi FOC menghasilkan respon kecepatan yang lebih halus dengan nilai *overshoot* torsi yang rendah dan *error steady state* torsi yang rendah juga [9].

Zhou Yu, dkk melakukan penelitian mengenai sistem kendali motor BLDC yang berbasis DSP. Penelitian ini dilakukan untuk mendeteksi posisi rotor pada motor BLDC *Sensor-less* dengan menggunakan DSP TMS320F2812. Hasil dari penelitian ini didapat bahwa sistem dapat beroperasi secara stabil, tetapi kalkulasi pada algoritma kontrol yang besar, kecepatan eksekusi yang lambat, dan biaya DSP yang tinggi [5].

Ashish Panda, dkk. melakukan penelitian mengenai kendali kecepatan motor DC berbasis DSP TMS320F28377S. Penelitian ini dilakukan dengan metode baru dalam kendali kecepatan motor. DSP digunakan sebagai pengatur kecepatan setelah menerima sinyal *error*, kemudian *duty cycle* PWM akan berubah secara

otomatis dan mempertahankan kecepatan secara konstan. Hasil penelitian ini menunjukkan bahwa DSP sebagai pengontrol sangat baik dan validitas *output* yang dihasilkan mendekati sempurna dibandingkan dengan hasil teoritis yang dihitung [10].

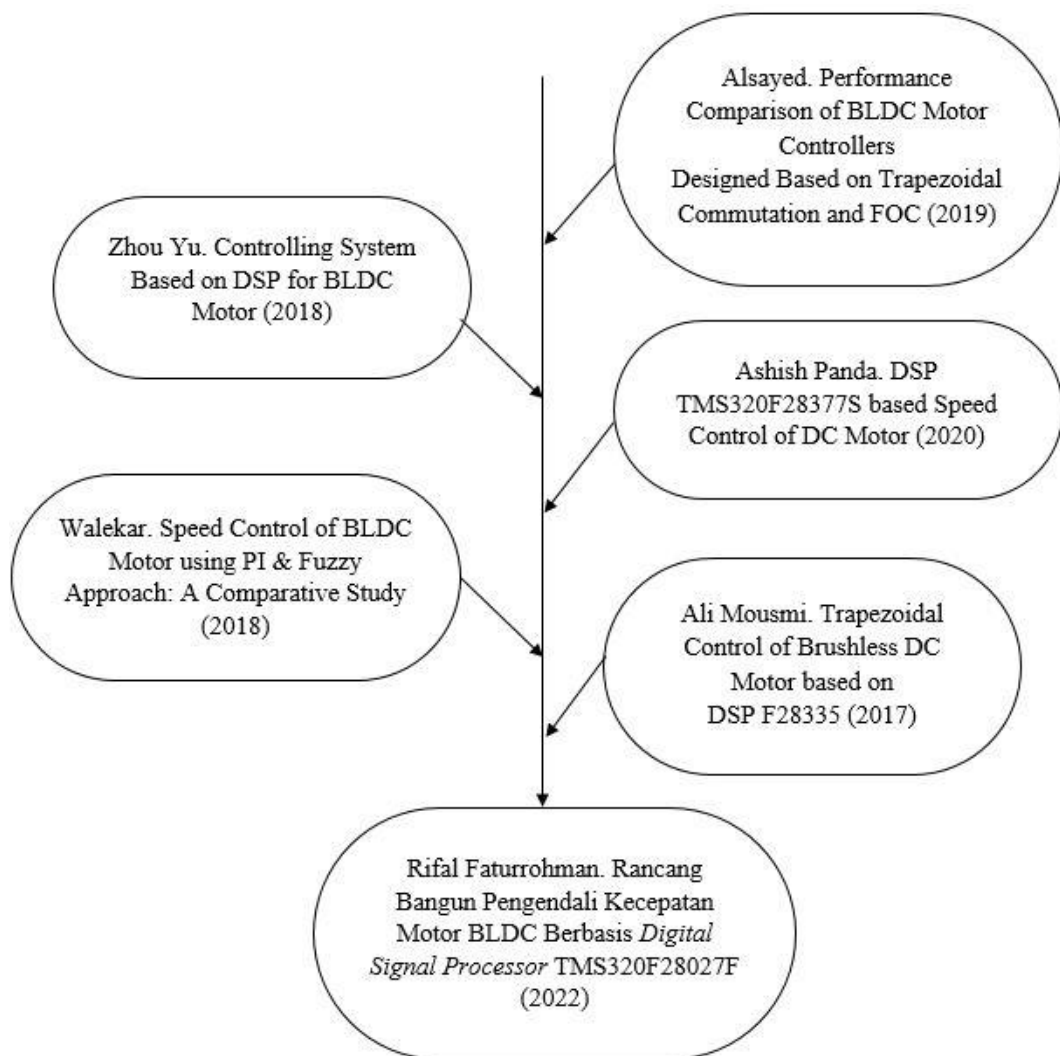
Ms. Vaishali Rajendra Walekar dan Prof. S. V. Murkute melakukan penelitian mengenai pengendalian kecepatan pada motor BLDC menggunakan pendekatan PI dan *Fuzzy* sebagai pembanding. Penelitian ini dilakukan 2 metode untuk kendali kecepatan motor BLDC sebagai bahan pembanding. Hasil penelitian ini menyajikan karakteristik respon kecepatan yang berupa parameter *rise time*, *settling time*, dan *overshoot* pada masing-masing kendali sebagai bahan perbandingan. [11].

Ali Mousmi, Ahmed Abbou dan Yassine el Houm melakukan penelitian mengenai kendali *trapezoidal* pada motor BLDC berbasis DSP F28335 yang berdasarkan *hall effect sensors* dan DSP untuk menerapkan semua skema kontrol. Sebuah algoritma digunakan untuk menghitung kecepatan rotor menggunakan sinyal berdasarkan respon yang berasal dari *hall effect sensors*. Penelitian ini dilakukan untuk menggambarkan respon pada kecepatan dengan kontrol PI, verifikasi kemampuan dan kinerja algoritma kontrol [12].

Berdasarkan penelitian yang sudah dilaksanakan sebelumnya, telah banyak penelitian mengenai sistem kendali kecepatan motor BLDC. Penelitian yang membedakan dengan penelitian serupa yaitu pada penerapan metode FOC yang dikombinasikan dengan kendali PI dan menggunakan sistem kendali tanpa sensor putaran (*sensorless*). Penggunaan DSP TMS320F28027 pun menjadi pembeda sistem ini dengan penelitian tersebut.

Penelitian ini juga mengusulkan beberapa metode kendalian yang diadopsi dari penelitian sebelumnya. Penelitian [9] melakukan perbandingan antara metode FOC dan *trapezoidal commutation*. Penelitian tersebut menghasilkan bahwa metode FOC memiliki kinerja yang baik dalam menghasilkan respon kecepatan dibandingkan metode *trapezoidal commutation*. Karena faktor tersebut dalam penelitian ini mengusulkan penggunaan metode FOC. Penelitian [11] melakukan

perbandingan antara kendali PI dan *Fuzzy*. Berdasarkan hasil perbandingan tersebut pada penelitian ini mengusulkan penggunaan kendali PI. Kendali PI digunakan karena memiliki sistem yang sederhana, namun dapat menghasilkan respon kecepatan yang lebih baik. Referensi penelitian yang telah dijelaskan di atas dijadikan acuan untuk melakukan penelitian seperti yang terlampir pada Gambar 1.1.



Gambar 1.1 Hubungan penelitian.

1.3 Rumusan Masalah

Adapun rumusan masalah pada penelitian ini adalah sebagai berikut:

1. Bagaimana rancang bangun pengendali kecepatan Motor BLDC berbasis *Digital Signal Processor* (DSP) TMS320F28027F?

2. Bagaimana kinerja sistem pengendali kecepatan Motor BLDC berbasis *Digital Signal Processor* (DSP) TMS320F28027F?

1.4 Tujuan dan Manfaat

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

1.4.1 Tujuan

Adapun tujuan dari penelitian ini adalah sebagai berikut:

- a. Merancang pengendali kecepatan motor BLDC berbasis DSP TMS320F28027F.
- b. Menganalisis kinerja sistem pengendali kecepatan motor BLDC berbasis DSP TMS320F28027F.

1.4.2 Manfaat

Adapun manfaat dari penelitian ini adalah:

- a. Manfaat Akademis

Penelitian ini diharapkan dapat memberikan kontribusi akademik mengenai perkembangan dibidang keilmuan sistem kendali, khususnya pada pengaturan kecepatan motor BLDC.

- b. Manfaat Praktis

Hasil dari penelitian ini diharapkan dapat menjadi referensi bagi beberapa pegiat teknisi dalam penggunaan motor BLDC di bidang industri.

1.5 Batasan Masalah

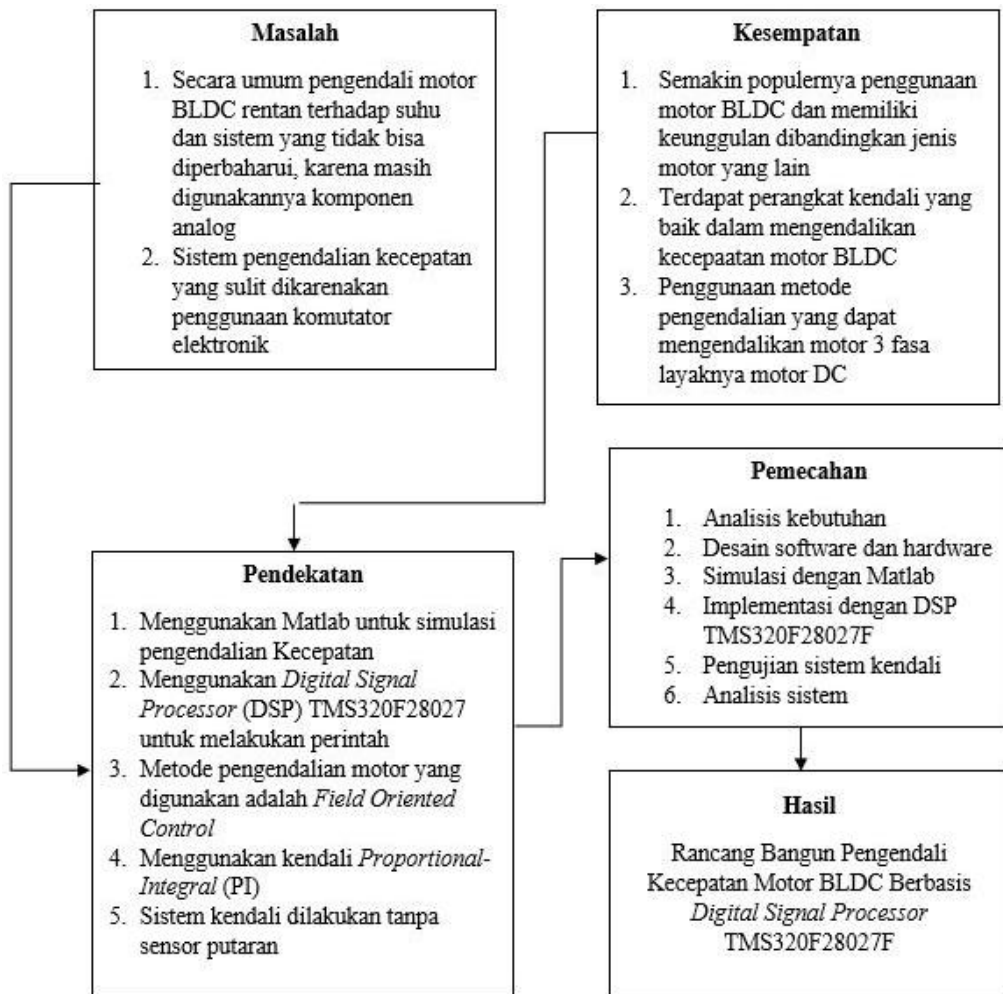
Adapun batasan masalah dalam penelitian ini adalah sebagai berikut:

1. Motor BLDC yang digunakan memiliki tipe *low inductance* yang memiliki daya 62,64 watt dan bekerja pada rentang tegangan 19.1 volt.
2. Metode *Field Oriented Control* (FOC) digunakan sebagai pengaturan kecepatan, dengan pengaturan pada sumbu *d-q*.
3. Kendali *Proportional-Integral* (PI) digunakan sebagai pengendali kecepatan motor untuk mencapai nilai referensi.
4. Sistem pengendalian dilakukan tanpa sensor putaran.

5. *FAST Estimator* digunakan untuk memperkirakan variabel putaran motor.
6. *Setpoint* pengendalian maksimum adalah 900 RPM.
7. Matlab untuk melakukan simulasi kendali.
8. Implementasi pengendalian menggunakan *Digital Signal Processor (DSP) TMS320F28027F Texas Instruments*.

1.6 Kerangka Berpikir

Kerangka berpikir dijelaskan pada Gambar 1.2.



Gambar 1.2 Kerangka berpikir.

1.7 Sistematika Penulisan

Untuk selanjutnya, 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 METODOLOGI PENELITIAN**

Bab ini memberikan penjelasan diagram alur penelitian secara umum dalam pengerjaan tugas akhir Rancang Bangun Pengendali Kecepatan Motor BLDC Berbasis *Digital Signal Processor* TMS320F28027F.

- **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 kecepatan motor BLDC berbasis *Digital Signal Processor* TMS320F28027F.

- **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 kecepatan motor BLDC berbasis *Digital Signal Processor* TMS320F28027F.