

BAB I

PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Seiring bergantinya waktu penggunaan energi hijau sebagai sumber energi baru terbarukan (EBT) semakin meningkat dan perlahan akan menggantikan energi fosil untuk mengurangi dampak buruk terhadap lingkungan. Salah satu jenis energi hijau yaitu angin, hembusan angin memiliki beberapa keuntungan salah satunya dimanfaatkan untuk memutar turbin angin [1]. Poros dari turbin angin ini terhubung secara langsung dengan *permanent magnet synchronous generator* (PMSG) 3 fasa 3 kawat sehingga terjadi proses konversi energi angin menjadi energi listrik AC 3 fasa. Generator PMSG memiliki konfigurasi yaitu pada bagian stator terbuat dari belitan kawat email dan bagian rotor terbuat dari magnet permanen [2], [3]. Besar energi listrik yang dihasilkan PMSG turbin angin bergantung pada kecepatan angin, semakin cepat hembusan semakin besar tegangan dan frekuensi yang dihasilkan, kemudian pada saat kecepatan angin stabil besar tegangan dan arus belum stabil [4-7].

Permintaan energi listrik DC yang semakin meningkat mendorong pengembangan konverter dengan topologi baru sebagai solusi konversi energi listrik AC 3 fasa keluaran dari PMSG menjadi listrik DC murni dengan daya yang lebih stabil dan efisiensi tinggi. Listrik AC 3 fasa keluaran PMSG harus diubah menjadi listrik *direct current* (DC) dengan menggunakan penyearah 3 fasa terlebih dahulu dikarenakan konverter DC-DC hanya beroperasi pada listrik DC. Konverter DC-DC konvensional masih memiliki beberapa kelemahan yaitu riak tinggi, tidak mampu untuk tegangan tinggi, tegangan dan arus tidak terkendali. Konverter DC-DC tiga tingkat (KDDTT) dipilih karena konverter ini mampu mengkonversi tegangan dan arus DC yang lebih

tinggi, serta riak yang rendah dibandingkan dengan konverter konvensional [8-12]. Masalah muncul akibat KDDTT dioperasikan untuk mengkonversi keluaran daya dari PMSG turbin angin dengan sistem loop terbuka, masalah yang terjadi yaitu konverter tidak dapat menyesuaikan tegangan dan arus sesuai kebutuhan beban. Oleh karena itu, sistem loop terbuka harus diubah menjadi loop tertutup dan biasanya menggunakan kendali tunggal saja.

Kendali tunggal tidak efektif karena hanya bisa mengendalikan tegangan atau arus saja, kendali ini tidak dapat mengendalikan tegangan dan arus secara bersamaan. Ketika beban diubah, tegangan atau arus keluaran menjadi berubah [13-15]. Penelitian ini mengusulkan sistem kendali ganda strategi baru yang memanfaatkan sistem kendali ganda *proportional integrator* (PI) untuk mengendalikan tegangan dan arus keluaran KDDTT pada PMSG turbin angin, sehingga tegangan dan arus keluaran KDDTT selalu terkendali dan menyesuaikan kebutuhan beban [16-18]. Penelitian ini fokus pada KDDTT dengan sistem kendali ganda PI. Kendali ganda PI digunakan dalam penelitian ini agar menghasilkan tegangan dan arus yang lebih stabil, tidak terdapat riak, serta tegangan dan arusnya terkendali [19]. Strategi ini telah dikonfirmasi melalui simulasi dan implementasi pada perangkat keras secara langsung dengan menggunakan mikrokontroler STM32F407.

1.2 Tujuan Dan Latar Manfaat

Pada laporan Tugas Akhir yang dibuat oleh penulis ini. Terdapat beberapa tujuan yang ingin dicapai. Tujuan pertama yaitu untuk memenuhi syarat kelulusan mata kuliah Tugas Akhir, kedua yaitu sebagai persyaratan untuk menyelesaikan program sarjana Teknik Elektro Universitas Katolik Soegijapranata, ketiga yaitu sebagai bagian

dari sebuah tanggung jawab penulis, keempat yaitu menjadi sebuah sarana dalam melakukan implementasi dan membuktikan hasil dari strategi kendali ganda konverter DC-DC untuk meregulasi tegangan dan arus keluarannya pada hasil penelitian yang telah dibuat ini. Penelitian ini membuat penulis ikut berpartisipasi dalam perkembangan dunia teknologi khususnya pada bidang energi baru terbarukan serta menjadi referensi untuk para pembaca dalam mengembangkan sebuah teknologi yang berbasis pada dunia energi baru terbarukan serta konversi energi, secara tidak langsung penelitian ini juga menjadi suatu bagian kontribusi dalam bidang keilmuan terhadap negara sehingga dapat memajukan standar dunia akademik Indonesia pada taraf internasional.

1.3 Perumusan Masalah

Berdasarkan uraian dari latar belakang dapat dirumuskan masalah yang akan dibahas adalah sebagai berikut :

- a. Bagaimana cara mengendalikan konverter DC-DC tiga tingkat (KDDTT)?
- b. Bagaimana cara mengendalikan tegangan dan arus keluaran KDDTT dengan metode kendali ganda?
- c. Bagaimana cara penggunaan dan pemrograman mikrokontroler STM32F407VET6 sebagai kendali KDDTT dengan metode kendali ganda?

1.4 Batasan Masalah

Pada laporan tugas akhir ini, berfokus pada pembahasan konverter DC-DC tiga-tingkat dengan kendali ganda, simulasi konverter DC-DC tiga-tingkat dengan kendali ganda menggunakan *Power Simulator* (PSIM), mikrokontroler STM32F407 digunakan

untuk mengendalikan saklar daya MOSFET pada konverter, sensor arus, sensor tegangan, dan pemrograman dilakukan melalui perangkat lunak Arduino ide.

1.5 Metodologi Penelitian

Dalam melaksanakan penelitian ini digunakan berbagai macam metode untuk menghasilkan konverter DC-DC tersebut. Metode yang digunakan antara lain:

1. Kajian Pustaka

Pada tahap pertama dilakukan pengumpulan data informasi dan referensi yang berkaitan dalam melakukan simulasi serta implementasi sistem kendali ganda pada konverter DC-DC tiga-tingkat untuk dipelajari

2. Simulasi dan Desain

Pada tahap kedua mengumpulkan informasi teoritis dimana dilakukan simulasi dan sebagai dasar teori dengan implementasi rangkaian konverter DC-DC tiga-tingkat dengan kendali tegangan dan arus.

3. Pembuatan dan Pengujian Alat Implementasi Perangkat Keras

Tahap keempat dilakukan pengujian dan penerapan kendali tegangan dan arus untuk aplikasi konverter DC-DC tiga-tingkat. Pada tahap ini dimulai dari sistem terbuka terlebih dahulu untuk memastikan alat implementasi perangkat keras yang telah dibuat dapat bekerja dengan baik. Kemudian diubah menjadi sistem tertutup dengan melakukan sinkronisasi antara alat implementasi perangkat keras dihubungkan dengan sensor tegangan dan arus. Sehingga hasil tegangan dan arus keluaran dapat dikendalikan.

4. Analisa hasil Alat Implementasi Perangkat Keras dan Simulasi

Tahap kelima melakukan analisa perbandingan terhadap hasil antara simulasi dengan implementasi alat. Hasil yang didapatkan menentukan apakah sesuai dengan teori dan juga simulasi.

5. Penyusunan Laporan

Pada tahap ini, hasil data simulasi dan implementasi alat disajikan, ditampilkan, serta dilakukan analisa konverter kendali tegangan dan arus dalam konverter DC-DC tiga tingkat dengan topologi yang disajikan dimana tegangan dan arus keluarannya dapat dikendalikan.

1.6 Sistematika Penulisan

Sistematika dalam penulisan laporan tugas akhir ini terdiri dari beberapa bab, diantaranya yaitu sebagai berikut:

BAB I PENDAHULUAN

Dalam bab ini berisi tentang latar belakang, tujuan, rumusan masalah, batasan masalah, dan sistematika penulisan laporan tugas akhir.

BAB II LANDASAN TEORI

Dalam bab ini berisi tentang dasar teori dan kajian-kajian pustaka oleh para ahli sebagai literatur dalam membantu perancangan baik yang dilakukan secara simulasi maupun implementasi pada tugas akhir ini.

BAB III DESAIN IMPLEMENTASI

Dalam bab ini berisi tentang penjelasan mengenai komponen penting yang digunakan dalam implementasi konverter DC-DC tiga tingkat (KDDTT) dengan strategi kendali ganda yang dilakukan secara simulasi dan implementasi.

BAB IV HASIL DAN PEMBAHASAN

Dalam bab ini menampilkan dan menjelaskan hasil keluaran sinyal pada simulasi dengan menggunakan aplikasi PSIM dan hasil implementasi alat dalam rangkaian konverter DC-DC tiga tingkat (KTTDD) dengan kendali PI ganda. Pengambilan data tersebut didapatkan melalui percobaan di laboratorium Teknik Elektro.

BAB V PENUTUP

Dalam bab ini berisi tentang kesimpulan yang didapat dari kegiatan tugas akhir dan saran penulis untuk pembaca supaya prototipe alat yang telah diimplementasikan dalam bentuk perangkat keras tersebut dapat dikembangkan lebih lanjut.