

BAB I

PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Energi listrik merupakan salah satu kebutuhan masyarakat yang sangat penting dan sebagai sumber daya ekonomis paling utama yang dibutuhkan dalam berbagai kegiatan. Konsumsi listrik Indonesia setiap tahunnya terus meningkat sejalan dengan peningkatan jumlah penduduk, perkembangan teknologi termasuk didalamnya perkembangan dunia pendidikan dan pertumbuhan ekonomi nasional. Sumber energi listrik di Indonesia sebagian besar masih menggunakan energi fosil, sedangkan sumber daya alam tersebut semakin menipis. Permasalahan tersebut mengakibatkan peranan Energi Baru dan Terbarukan (EBT) sangat diperlukan guna keberlangsungan kehidupan masyarakat mendatang khususnya kebutuhan energi listrik. Pemerintah melalui Peraturan Pemerintah No. 79 Tahun 2014 tentang Kebijakan Energi Nasional, telah menarget bauran Energi Baru dan Terbarukan pada tahun 2025 paling sedikit 23% dan 31% pada tahun 2050.

Indonesia memiliki banyak sumber Energi Baru dan Terbarukan yang dapat dimanfaatkan. Salah satunya adalah Energi Angin yang potensinya sebesar 60,6 GW dan kapasitas terpasang baru sekitar 154,3MW (Ditjen EBTKE, 2020). Rata-rata kecepatan angin di Indonesia adalah 2-6 m/s. Beberapa wilayah memiliki kecepatan angin di atas 5 m/s, yaitu Nusa Tenggara Timur, Nusa Tenggara Barat, Sulawesi Selatan, dan Pantai Selatan Jawa¹. Kecepatan angin di Indonesia terbilang kecil namun masih dapat dimanfaatkan. Daerah dengan kecepatan angin rendah dapat memanfaatkan Pembangkit Listrik Tenaga Bayu (PLTB) skala mikro misalnya 500 Watt.

Proses konversi energi angin menjadi listrik memerlukan sebuah generator. Generator adalah salah satu bagian utama dari pembangkit listrik tenaga angin yang dapat dikembangkan. Tipe generator sinkron magnet permanen atau *Permanent Magnet Synchronous Generator* (PMSG) adalah salah satu jenis

¹ Sudarto, *Pemanfaatan Dan Pengembangan Energi Angin Untuk Proses Produksi Garam Di Kawasan Timur Indonesia*, Jurnal Triton Vol.7 No 2, (2011), hal 65

generator yang memiliki tingkat efisiensi tinggi karena tidak ada rugi-rugi eksitasi yang dihasilkan dan mampu bekerja baik pada kecepatan putaran rendah sehingga banyak digunakan pada pembangkit listrik tenaga angin.

Pengembangan generator pastinya perlu menggunakan sebuah software yang akan memudahkan perancangan generator dengan mensimulasikan terlebih dahulu, kemudian menganalisis hasil yang akan didapatkan. Sehingga rancangan generator seperti variasi slot dan pole, jumlah lilitan, geometri bentuk umbrella, arah putar, banyaknya kutub, material, kecepatan putar, hingga efisiensi dan daya keluaran bisa dilihat sesuai dengan keinginan tanpa harus membuatnya terlebih dahulu. Salah satu software untuk merancang generator adalah software MagNet Infolytica yang berbasis *Finite Element Method* (FEM). FEM atau metode tak hingga merupakan metode yang dapat digunakan untuk menghitung distribusi dari medan elektromagnetik secara kompleks. Dalam Laporan Akhir ini penulis akan merancang generator 500 Watt pada kecepatan 375 rpm. Mulai dari pemilihan material, perhitungan dimensi hingga menganalisis tegangan, arus, torsi, daya input, daya output, serta efisiensinya dengan simulasi tanpa beban dan berbeban menggunakan variasi rpm untuk melihat karakteristiknya yang dijabarkan dalam judul “Perancangan Generator Sinkron Magnet Permanen 18 Slot 16 Pole untuk PLTB Menggunakan Software Magnet Infolytica Berbasis *Finite Element Method*”.

1.2 Rumusan Masalah

Dari latar belakang yang telah penulis kemukakan, terdapat beberapa masalah yang akan dibahas dalam laporan akhir ini yaitu sebagai berikut.

1. Bagaimanakah merancang generator sinkron magnet permanen 18S16P untuk PLTB daya 500 Watt saat 375 rpm menggunakan software Magnet Infolytica berbasis *Finite Element Method*?
2. Bagaimanakah tegangan fasa dan tegangan antar fasa yang dapat dihasilkan pada kecepatan 375 rpm ketika tanpa beban?
3. Bagaimanakah output tegangan, arus, daya dan efisiensi yang dihasilkan pada kecepatan 375 rpm ketika beban optimal?

4. Bagaimanakah hubungan tegangan, arus, torsi, daya input, daya output dan efisiensi terhadap kecepatan bervariasi yang digambarkan dalam kurva karakteristik?

1.3 Tujuan dan Manfaat

1.3.1 Tujuan

Adapun tujuan yang ingin dicapai dari penelitian ini adalah sebagai berikut.

1. Mendapatkan desain generator sinkron magnet permanen 18S16P untuk PLTB daya 500 Watt saat 375 rpm menggunakan software Magnet Infolytica berbasis *Finite Element Methode*
2. Mendapatkan nilai tegangan fasa dan tegangan antar fasa yang dapat dihasilkan pada kecepatan 375 rpm ketika tanpa beban
3. Mendapatkan nilai output tegangan, arus, daya dan efisiensi yang dihasilkan pada kecepatan 375 rpm ketika beban optimal
4. Mengetahui hubungan tegangan, arus, torsi, daya input, daya output dan efisiensi terhadap kecepatan bervariasi yang digambarkan dalam kurva karakteristik

1.3.2 Manfaat

Penelitian ini diharapkan dapat memberikan manfaat sebagai berikut.

1. Desain generator sinkron magnet permanen 18S16P ini diharapkan dapat digunakan sebagai referensi untuk PLTB yang mampu menghasilkan daya 500 Watt meskipun dengan kecepatan rendah yaitu 375 rpm.
2. Mengetahui nilai Konstanta Back EMF berdasarkan tegangan fasa dan tegangan antar fasanya pada kecepatan 375 rpm ketika tanpa beban
3. Mengetahui nilai output DC saat beban optimal berupa tegangan, arus, daya dan efisiensi pada kecepatan 375 rpm sehingga dapat menjadi acuan penggunaan beban
4. Mengetahui karakteristik dari rancangan generator sinkron magnet permanen 18S16P ini berdasarkan hubungan tegangan, arus, torsi, daya input, daya output dan efisiensi terhadap kecepatan bervariasi

1.4 Pembatasan Masalah

Untuk memfokuskan pembahasan dalam penelitian ini, maka diberikan beberapa batasan masalah sebagai berikut.

1. Software yang digunakan adalah Magnet Infolytica 7.5 berbasis *Finite Element Method (FEM)*
2. Generator yang didesain adalah generator sinkron magnet permanen atau *Permanent Magnet Synchronous Generator (PMSG)* dengan 18 slot dan 16 pole tiga fasa dengan daya output 500 Watt pada kecepatan 375 rpm
3. Hanya membahas konversi energi mekanik turbin angin ke energi listrik oleh generator hingga ke penyearah daya.
4. Material inti besi stator dan rotor yaitu M470-50A dan material magnet yaitu Neodymium Iron Boron: 48/11
5. Simulasi saat tanpa beban dan dengan beban resistif (5, 10, 25, 50, 100, 120 ohm) pada variasi kecepatan putar (30, 100, 375, 500, 750 dan 1000 rpm)

1.5 Metode Penulisan

Metode penulisan laporan akhir ini dilakukan dengan beberapa metode, yaitu sebagai berikut.

1. Metode Penelitian
Yaitu dengan mengumpulkan data-data dengan melihat secara langsung materi yang berhubungan dengan pembahasan penulis.
2. Metode Literatur
Yaitu dengan mempelajari dan memahami buku-buku, referensi-referensi ilmiah dan berbagai sumber lain yang berkaitan dengan pembahasan penulis.
3. Metode Studi Lapangan
Yaitu berkonsultasi dengan narasumber dan dosen pembimbing mengenai hal-hal yang berhubungan dengan pembahasan penulis.
4. Metode Simulasi
Yaitu menggunakan perangkat lunak/software untuk mendesain dan mendapatkan hasil yang diinginkan.

1.6 Sistematika Penulisan

Untuk mempermudah pemahaman secara keseluruhan, maka dalam hal ini penulis membuat sistematika penulisan dengan menguraikan secara singkat isi dari masing-masing bab.

BAB I PENDAHULUAN

Bab ini menerangkan mengenai latar belakang masalah dari penulisan laporan akhir, perumusan masalah, tujuan dan manfaat, pembatasan masalah, metode penulisan, dan sistematika penulisan.

BAB II TINJAUAN PUSTAKA

Bab ini menjelaskan landasan teori yang membahas dasar-dasar PLTB dan generator khususnya generator sinkron magnet permanen

BAB III METODELOGI PENULISAN

Bab ini membahas tentang kerangka dasar dari tahapan penyelesaian laporan akhir dengan menguraikan langkah-langkah sistematis yang dilakukan dalam pengerjaan laporan akhir.

BAB IV HASIL DAN PEMBAHASAN

Bab ini membahas hasil perhitungan, desain, simulasi dan pembahasan dari rancangan generator sinkron magnet permanen 18S16P menggunakan software Magnet Infolytica berbasis *Finite Element Method*.

BAB V KESIMPULAN DAN SARAN

Bab ini menguraikan kesimpulan dari penelitian yang dilakukan dan disertai saran-saran yang penulis harapkan.