

BAB 1

PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Energi listrik bisa dihasilkan dari berbagai jenis energi primer, contohnya adalah energi angin. Untuk menghasilkan energi listrik dari sumber angin dibutuhkan alat utama yaitu generator yang digunakan untuk mengubah energi angin (mekanik) menjadi energi listrik. Pembangkit listrik tenaga angin dapat membangkitkan energi listrik melalui cara memutar turbin angin yang terhubung ke generator, kemudian energi listrik yang dihasilkan akan tersimpan dalam elemen penyimpan energi listrik atau disambungkan langsung pada beban listrik [1][2].

Kebutuhan akan energi listrik yang terus meningkat dan kondisi sumber daya alam yang semakin menipis, membuat para peneliti berusaha untuk dapat menghasilkan energi terbarukan yang dapat diperoleh dari lingkungan sekitar, misalnya air, gelombang laut, radiasi matahari, panas bumi, angin dan lainnya. Energi angin adalah salah satu energi yang dapat dikembangkan di Indonesia. Kecepatan angin di Indonesia yang selalu berubah ubah bukan berarti tidak memiliki kesempatan untuk dikembangkan [3].

Konversi energi elektromagnetik yakni perubahan energi dari bentuk mekanik ke bentuk listrik dan begitu juga sebaliknya. Generator sinkron atau dikenal sebagai (*altenator*) adalah jenis mesin listrik yang berfungsi menghasilkan tegangan bolak-balik dengan cara mengubah energi mekanis menjadi energi listrik. Energi mekanis didapat dari putaran rotor yang digerakkan oleh penggerak mula (*prime mover*), sedangkan energi listrik diperoleh melalui proses induksi elektromagnetik yang terjadi dalam kumparan stator dan rotornya. Generator sinkron dengan defenisi sinkronnya, mempunyai makna bahwa frekuensi listrik yang dihasilkannya sinkron atau sama dengan putaran mekanis generator tersebut[4].

Generator adalah salah satu bagian utama dari pembangkit listrik tenaga angin yang dapat dikembangkan. Jenis *Permannent Magnet Synchronous Generator* (PMSG) adalah salah satu jenis generator yang memiliki tingkat efisiensi tinggi karena tidak ada rugi-rugi eksitasi yang dihasilkan sehingga banyak digunakan pada pembangkit listrik tenaga angin[3].

Pengembangan generator pastinya perlu menggunakan sebuah *Software* aplikasi yang akan memudahkan perancangan generator dengan mensimulasikan terlebih dahulu, kemudian menganalisa dari hasil yang akan didapatkan. Sehingga rancangan generator bisa dilihat sesuai dengan keinginan tanpa harus membuatnya terlebih dahulu. Salah satu *Software* untuk merancang generator adalah *Software* MagNet Infolytica. *Software* ini mampu untuk membuat dan mengeluarkan hasil dari rancangan generator yang akan dibuat. Tugas akhir ini akan membahas rancangan generator menggunakan *Software* MagNet infolytica dan kemudian menganalisa dari hasil simulasinya[3].

Tugas akhir ini diharapkan dapat menganalisis optimalisasi desain generator *Permanent Magnet Synchrhounous Generator 12S8P* yang dibuat. Dengan membuat desain yang optimal tentunya diharapkan menghasilkan karakteristik generator yang mendekati sempurna. penelitian ini akan berfokus pada konfigurasi jenis rangkai belitan. Dengan menentukan variabel tetap yakni rangkaian *Delta* dan *Star*, untuk mengetahui karakteristik generator PMSG 12S8P yang akan dibuat serta menganalisisnya. Karakteristik yang dimaksud ialah tegangan, arus, torsi, daya *input*, daya *output* serta efisiensi generator tersebut. Melalui bantuan sebuah aplikasi desain yang memiliki banyak fitur, penelitian ini akan menyajikan data yang akurat serta bisa dijadikan referensi dalam rancang bangun generator tersebut.

1.2 *State of The Art*

State of the art adalah bentuk keaslian karya ilmiah yang akan dibuat sehingga memungkinkan untuk tidak adanya tindakan plagiat sebagai bentuk pencurian karya ilmiah. *State of the art* merupakan penjelasan perbandingan setiap

penelitian yang telah dilakukan oleh peneliti sebelumnya dan menjadi referensi pembuatan tugas akhir. Perbandingan tersebut ditunjukkan pada Tabel 1.1

Tabel 1.1 Tabel Referensi

<i>NO</i>	<i>Judul</i>	<i>Peneliti</i>	<i>Tahun</i>
1	Analisa Efisiensi dan Rancang Generator Permanent Magnet 12 Slot 8 Pole Menggunakan Software Magnet 7.5	Indrawan Arifianto, Muhamad Rangga HS	2018
2	Perancangan Mini Generator Turbin Angin 200 W Untuk Energi Angin Kecepatan Rendah	Wahyudi Budi Pramono, Warindi, Achmad Hidayat	2015
3	<i>Wind Turbine Generators: Conventional and Emerging Technologie</i>	Oluwagbenga Apata, D.T.O. Oyedokun	2017
4	<i>A Design of Electrical Permanent Magnet Generator for Rural Area Wind Power Plant</i>	M. Irfan, Ermanu AH, Diding Suhardi, Nur Kasan, Machmud Effendy, Ilham Pakaya, Amrul Faruq	2018
5	Rancangan <i>Permanent Magnet Synchronous Generator (Pmsg)</i> 12 Slot 8 Pole Dengan Menggunakan Software Magnet Infolytica 7.5	Muhammad Nur Kholis	2020
6	<i>Small Wind Turbines in Smart Grids. Transformation of Electrical Machines in Permanent</i>	J.S. Artal-Sevil, R. Dufo, J.A. Domínguez and J.L. Bernal-	2018

	<i>Magnet Synchronous Generators</i> <i>J.S.</i>	<i>Agustín</i>	
--	---	----------------	--

Berdasarkan Tabel 1.1 Referensi dapat diketahui bahwa telah banyak referensi tentang desain pembuatan generator magnet permanen. Desain ini penting adanya untuk membuat generator yang dirancang efisien. Dampak pada rancangan juga untuk mengetahui beberapa karakteristik generator yang akan dibuat.

penelitian [3] ini berfokus pada optimalisasi desain generator permanen magnet 12S8P dengan menguji beberapa variabel. Pada paper ini akan dilakukan perancangan PMSG dengan menggunakan *Software MagNet Infolytica Trial Edition*. Rancangan yang dibuat menggunakan kombinasi 12 slot 8 pole (12S8P), rancangan dimodelkan dan disimulasikan pada *Software MagNet Infolytica Trial Edition*. Hasil simulasi kemudian dianalisa dengan skenario berikut yaitu simulasi tanpa beban, variasi beban dan simulasi uji variasi RPM.

Penelitian [1] ini berfokus pada prototipe Mini Generator Turbin angin 200 W. Penggunaan dari Turbin ini khusus daerah dengan kecepatan angin yang rendah untuk dimanfaatkan energinya. Daya yang dihasilkan tersebut tergolong sedikit yaitu 200 W. Motor yang dipakai sebagai generator yaitu *Neodymium N50*.

Penelitian [5] ini membahas sistem generator yang saat ini digunakan dalam sistem konversi energi angin dan beberapa konsep baru dengan fitur teknisnya. *Brushless doubly fed induction generator*, *Brushless doubly fed reluctance generator* dan *Switched reluctance generator* adalah alternatif yang layak untuk aplikasi tenaga angin.

Pada penelitian [6] ini dirancang sebuah generator fluks radial yang memiliki kecepatan putaran rendah menggunakan magnet permanen tipe *Neodymium Iron Boron (NdFeB)*. Perangkat lunak yang digunakan untuk

perancangan adalah perangkat lunak *Finite Element Method* (FEM) Magnet. Model juga diuji dengan lingkungan Simulink / Matlab. Modifikasi ekstensif dilakukan untuk mendapatkan hasil optimal dengan mengubah diameter generator, jumlah kumparan, diameter kawat tembaga, jumlah tiang, dan slot bekas.

Penelitian [7] ini menganalisis hasil pengujian rancangan generator sinkron magnet permanent melalui dilakukannya pengujian simulasi tanpa beban, simulasi variasi beban dan variasi RPM. Berdasarkan hasil uji simulasi tanpa beban tersebut didapatkan nilai tegangan tertinggi sebesar 361,8 volt lalu kecepatan 2000 RPM, sedangkan uji simulasi berbeban dilakukan analisa dengan melihat grafik besaran tegangan, daya *input* dan daya keluaran. Didapatkan efisiensi terendah 83 % dan tertinggi 89 % pada generator.

Penelitian ini [8] menyajikan implementasi dan validasi model turbin angin kecil. motor induksi aplikasi domestik atau motor listrik dari beberapa aplikasi industri) sebagai generator berbiaya rendah untuk turbin angin kecil; Tujuannya adalah integrasi sistem konversi energi hibrida (turbin angin dan hidro) dalam microgrid dan pengembangan sistem mandiri kecil di lingkungan pedesaan.

Sesuai dengan state of the art yang telah dibuat, maka proposal ini berfokus pada pembuatan *desain permanent magnet synchronous generator 12 slote 8 pole* dengan mengoptimalkan desain generator tersebut. Bahan material magnet yang penulis gunakan adalah *ceramic ferrite*. Penelitian ini difokuskan pada optimalisasi karakteristik berupa tegangan, arus, torsi, daya *input*, daya *output* serta efisiensi generator tersebut. Dengan mengubah variabel berupa rangkaian *coil* yakni *Star* dan *Delta* yang bisa mempengaruhi karakteristik generator, pada penelitian ini akan diuji dan dibandingkan seluruh nilai keluaran karakteristik. Diharapkan dapat memberikan referensi terbaik guna pengembangan untuk generator *PMSG 12S8P* selanjutnya.

1.3 Rumusan Masalah

Adapun rumusan masalah tugas akhir ini adalah sebagai berikut :

1. Bagaimana model desain *Permanent Magnet Synchronouse Generator 12S8P* yang optimal ?
2. Bagaimana pengaruh konfigurasi *Delta* dan *Star* terhadap optimalisasi karakteristik *Permanent Magnet Synchronouse Generator 12S8P* ?

1.4 Tujuan

Berikut tujuan yang ingin dicapai dari penelitian ini adalah sebagai berikut :

1. Merancang *Permanent Magnet Synchronouse Generator 12S8P* yang optimal dan dapat bekerja pada kecepatan angin rendah.
2. Mengetahui pengaruh konfigurasi *Delta* dan *Star* terhadap karakteristik *Permanent Magnet Synchronouse Generator 12S8P*.

1.5 Manfaat

Manfaat yang didapatkan serta diharapkan dari penelitian yang akan dilakukan adalah sebagai berikut:

1. **Manfaat Akademis**
Penelitian ini dapat dikembangkan lebih lanjut dalam penelitian selanjutnya khususnya dalam topik penelitian di Pembangkit Listrik Tenaga Bayu, Energi Baru Terbarukan dan kajian Sistem Tenaga Listrik yang berhubungan dengan rancang bangun *Permanent Magnet Synchronouse Generator 12S8P*.
2. **Manfaat Praktis**
Mengimplementasikan desain yang telah dibuat sehingga dapat digunakan dan dimanfaatkan dalam industri sebagai rujukan untuk membuat rancang bangun *Permanent Magnet Synchronouse Generator 12S8P*.

1.6 Batasan Masalah

Batasan masalah dalam penelitian ini adalah sebagai berikut:

1. Parameter yang akan diukur adalah Tegangan (V), Arus (A), Torsi, Daya *Input*, Daya *Output* serta Efisiensi.

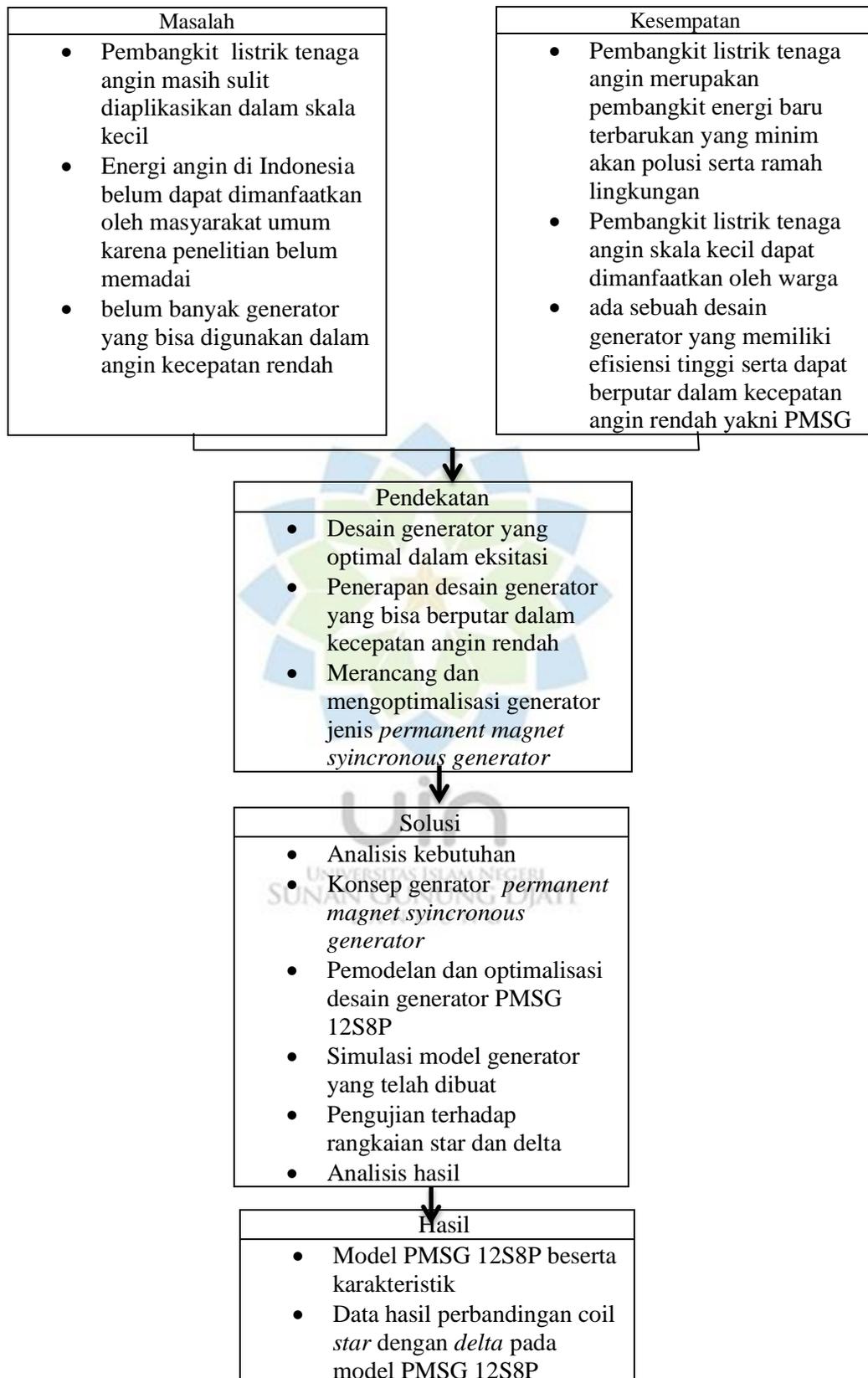
2. Menggunakan aplikasi *MagNet Infolytica* dalam membuat desain melakukan simulasi pada desain tersebut dan dilakukan di Lentera Bumi Nusantara.
3. Desain yang digunakan dalam meneliti konfigurasi ini adalah *Permanent Magnet Synchrhounous Generator 12 slote 8 pole*.
4. Menggunakan rangkaian *coil Star Delta* pada *Permanent Magnet Synchrhounous Generator 12S8P*.

1.7 Kerangka Pemikiran

Kerangka pemikiran yang mendasari penelitian ini dijelaskan pada Gambar

1.1





Gambar 1. 1 Kerangka Pemikiran

1.8 Sistematika Penulisan

Tugas akhir ini disusun dengan sistematika penulisan sebagai berikut:

BAB I PENDAHULUAN

Bab pendahuluan menjelaskan mengenai ide-ide yang mendasari dilakukannya penelitian analisis pengaruh rangkaian *coil Delta-Star* dalam pemodelan *Permanent Magnet Synchronuous Generator* 12 slote 8 pole secara umum. Penjelasan konsep dari penelitian dijelaskan pada bab ini agar ide yang diajukan dalam penelitian mampu tersampaikan serta diimplementasikan dengan baik untuk menghasilkan penelitian yang berkualitas.

BAB II TINJAUAN PUSTAKA

Bab tinjauan pustaka menjelaskan tentang pokok materi sebelum melakukan penelitian. menyangkut dengan penelitian perlu adanya penguasaan teori yang berhubungan dan menunjang dalam analisis pengaruh rangkaian *coil Delta-Star* dalam pemodelan *Permanent Magnet Synchronuous Generator* 12 slote 8 pole.

BAB III METODOLOGI PENELITIAN

Bab metodologi berisi diagram alir serta tahapan-tahapan proses untuk pemecahan masalah yang terdapat pada penelitian dengan sistematis agar mendapatkan hasil yang diinginkan serta diimplementasikan dari penelitian analisis pengaruh rangkaian *coil Delta-Star* dalam pemodelan *Permanent Magnet Synchronuous Generator* 12 slote 8 pole.

BAB IV PERANCANGAN SISTEM DAN IMPLEMENTASI

Pada bab ini diberikan pemaparan perancangan desain *Permanent Magnet Synchronuous Generator* 12 slote 8 pole. Dalam bab ini juga dibahas pengaturan yang bisa menentukan nilai variabel nilai generator. Dalam bagian ini diberikan gambaran sistem yang sudah diintegrasikan secara keseluruhan.

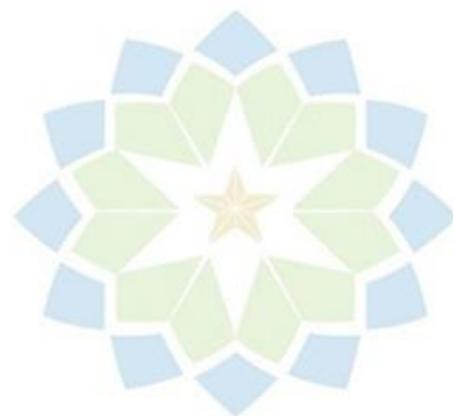
BAB V PENGUJIAN DAN ANALISIS

Dalam bab ini dilakukan serangkaian pengujian untuk mendapatkan hasil serta analisis berdasarkan teori yang sudah ada dalam menganalisis desain *Permanent Magnet Synchronous Generator* 12 slot 8 pole. Dalam bab ini juga disajikan data yang telah penulis dapatkan dari hasil simulasi desain generator.

BAB VI KESIMPULAN DAN SARAN

Dalam bab ini berisi tentang kesimpulan yang telah dibahas pada bab sebelumnya, serta berisi saran terkait dengan bagaimana cara dan apa saja yang harus dikembangkan untuk optimalisasi desain *Permanent Magnet Synchronous Generator* 12 slot 8 pole.





uin

UNIVERSITAS ISLAM NEGERI
SUNAN GUNUNG DJATI
BANDUNG