

**PERANCANGAN GENERATOR SINKRON PERMANEN MAGNET
UNTUK PEMBANGKIT LISTRIK TENAGA BAYU DARI
MOTOR INDUKSI SATU PHASA**

SKRIPSI

*Diajukan Sebagai Salah Satu Syarat Untuk
Menyelesaikan Pendidikan Strata Satu (S-1)
Jurusan Teknik Elektro Fakultas Teknologi Industri
Universitas Bung Hatta*

Oleh :

MUHAMMAD FAKHRUR RAZI

2310017111074



**JURUSAN TEKNIK ELEKTRO
FAKULTAS TEKNOLOGI INDUSTRI
UNIVERSITAS BUNG HATTA
PADANG
2025**

LEMBAR PENGESAHAN
PERANCANGAN GENERATOR SINKRON PERMANEN MAGNET
UNTUK PEMBANGKIT LISTRIK TENAGA BAYU DARI MOTOR
INDUKSI 1 PHASA

*Diajukan Sebagai Salah Satu Syarat Untuk
Menyelesaikan Pendidikan Strata Satu (S-1)
Jurusan Teknik Elektro Fakultas Teknologi Industri
Universitas Bung Hatta*

Oleh:

MUHAMMAD FAKHRUR RAZI

2310017111074

Disetujui Oleh :
Pembimbing



Ir. Arzul, M.T.
NIK : 910 300 329

Diketahui Oleh

Fakultas Teknologi Industri
Dekan,



Prof. Dr. Eng. Reni Desmiarti, S.T., M.T.
NIK : 990 500 496

Jurusan Teknik Elektro
Ketua,



Ir. Arzul, M.T.
NIK : 941 100 396

LEMBAR PENGUJI
PERANCANGAN GENERATOR SINKRON PERMANEN MAGNET
UNTUK PEMBANGKIT LISTRIK TENAGA BAYU DARI MOTOR
INDUKSI 1 PHASA

MUHAMMAD FAKHRUR RAZI

2310017111074

*Diajukan Sebagai Salah Satu Syarat Untuk
Menyelesaikan Pendidikan Strata Satu (S-1)
Jurusan Teknik Elektro Fakultas Teknologi Industri
Universitas Bung Hatta*

No. Nama

Tanda Tangan

1. Ir. Arzul, M.T.
(Ketua dan Penguji)
2. Ir. Yani Ridal, M.T
(Penguji)
3. Mirzazoni, S.T, M.T
(Penguji)



PERNYATAAN KEASLIAN SKRIPSI

Dengan ini saya menyatakan bahwa ini sebagian maupun keseluruhan Skripsi saya dengan judul **"Perancangan Generator Sinkron Permanen Magnet Untuk Pembangkit Listrik Tenaga Bayu Dari Motor Induksi Satu Phasa"** adalah benar-benar hasil karya intelektual mandiri, diselesaikan tanpa menggunakan bahan-bahan yang tidak diizinkan dan bukan merupakan karya pihak lain yang saya akui sebagai karya sendiri.

Semua referensi yang dikutip maupun dirujuk telah ditulis secara lengkap pada daftar pustaka. Apabila ternyata pernyataan ini tidak benar, saya bersedia menerima sanksi sesuai peraturan yang berlaku.

Padang, 26 Februari 2025



Muhammad Fakhur Razi
NPM : 2310017111074

KATA PENGANTAR



Puji dan syukur penulis panjatkan atas kehadiran Tuhan Yang maha Esa, karena kasih dan rahmat-Nya penulis dapat menyelesaikan penulisan skripsi ini dengan baik. Skripsi ini disusun guna memenuhi persyaratan menyelesaikan pendidikan program Strata-1 Jurusan Teknik Elektro Fakultas Teknologi Industri di Universitas Bung Hatta. Adapun skripsi ini berjudul: “Perancangan Generator *Synchronous* Permanen Magnet Untuk Pembangkit Listrik Tenaga Bayu Dari Motor Induksi Satu Fasa”. Dalam menyelesaikan skripsi ini, penulis banyak mendapat saran, dorongan, dan bimbingan dari berbagai pihak. Oleh karena itu dengan segala hormat dan kerendahan hati perkenankanlah penulis mengucapkan terima kasih kepada:

1. Tuhan Yang Maha Esa atas berkat yang telah diberikan kepada penulis, sehingga dapat menyelesaikan skripsi ini dalam keadaan yang sehat dan tanpa kekurangan apapun.
2. Keluarga yang telah memberikan doa dan dukungan sepenuhnya dalam penyusunan skripsi ini.
3. Ibu Prof. Dr. Reni Desmiarti, ST., MT., selaku Dekan Fakultas Teknologi Industri Universitas Bung Hatta.
4. Bapak Ir. Arzul, MT., selaku Ketua Jurusan Teknik Elektro Universitas Bung Hatta dan sekaligus Pembimbing yang telah memberikan arahan dan pengetahuan selama penyusunan skripsi ini.
5. Bapak/ Ibu dosen Jurusan Teknik Elektro Universitas Bung Hatta yang telah memberikan ilmu dan materi di dalam perkuliahan maupun di luar perkuliahan.
6. Rekan dan teman seperjuangan dalam menyelesaikan skripsi, Teknik Elektro Kelas Mandiri angkatan 2023. Terima kasih atas dukungan dan terus memberikan semangat serta masukan kepada penulis.

Penulis menyadari akan kekurangan dari skripsi ini yang telah dibuat belum sempurna. Oleh karena itu, penulis mengharapkan saran dan kritik yang membangun. Akhir kata semoga laporan ini dapat bermanfaat bagi siapa saja yang membacanya.

Dumai, 15 Maret 2025

Hormat Saya,

Muhammad Fakhur Razi

2310017111074

ABSTRAK

Pembangkit listrik tenaga angin merupakan suatu metode untuk membangkitkan energi listrik dengan cara memutar turbin angin yang dihubungkan ke generator. Pada penelitian ini dibuat suatu prototipe generator permanent magnet sinkron 1 fasa dari motor induksi 1 fasa yang dengan merubah rotor pada motor induksi 1 fasa dengan memberikan magnet neodymium serta melilit ulang winding stator sehingga menghasilkan tegangan keluaran dengan kecepatan tertentu. Prototipe generator permanent magnet ini memiliki dua bagian utama yaitu stator dan rotor dengan kombinasi generator permanen magnet menjadi 12 slot dan 4 pole, berdasarkan persamaan dari kecepatan medan magnet kecepatan maksimal dengan 4 pole didapatkan 1500, maka penelitian ini menguji kegunaan generator yang dirancang agar dimanfaatkan sebagai pembangkit listrik tenaga bayu, dimana percepatan angin rata-rata di daerah Sumatera yaitu 2 m/s, maka hasil kecepatan terendah generator didapatkan nilai tegangan 4,36 Vdc dan hasil ini akan di stabilkan menggunakan buckconverter menjadi 13,5 Vdc agar tetap charging baterai dilakukan.

Kata kunci: *Generator, Motor Induksi, Magnet Neodymium, Energi terbarukan.*

ABSTRACT

Wind power generation is a method to generate electrical energy by rotating a wind turbine connected to a generator. In this study, a prototype of a 1-phase synchronous permanent magnet generator from a 1-phase induction motor is made by changing the rotor on a 1-phase induction motor by providing neodymium magnets and rewinding the stator winding so as to produce an output voltage at a certain speed. This permanent magnet generator prototype has two main parts, namely the stator and rotor with a combination of permanent magnet generators into 12 slots and 4 poles, based on the equation of the magnetic field speed, the maximum speed with 4 poles is found to be 1500, so this study tests the usefulness of the generator designed to be utilized as a wind power plant, where the average wind acceleration in the Sumatra area is 2 m / s, then the results of the lowest speed of the generator obtained a voltage value of 4.36 Vdc and these results will be stabilized using a buck converter to 13.5 Vdc to keep charging the battery done.

Keywords: *Generator, Induction Motor, Neodymium Magnet, Renewable energy.*

DAFTAR ISI

KATA PENGANTAR.....	i
ABSTRAK.....	iii
DAFTAR ISI.....	v
DAFTAR GAMBAR.....	viii
DAFTAR TABEL.....	x
BAB I PENDAHULUAN.....	1
1.1 Latar Belakang.....	1
1.2 Rumusan Masalah.....	3
1.3 Batasan Masalah	3
1.4 Tujuan Penelitian	3
1.5 Manfaat Penelitian	3
1.6 Metodologi Penyelesaian Masalah	4
BAB II TINJAUAN PUSTAKA.....	5
2.2 Motor Listrik.....	7
2.2.1 Motor Induksi Satu Fasa.....	8
2.2.2 Motor Kapasitor.....	9
2.3 Permanent Magnet	10
2.3.1 Sifat-Sifat Magnet.....	10
2.3.2 Jenis-Jenis Magnet.....	11
2.3.3 Magnet Neodymium Iron Boron (NdFeB)	11
2.4 Prinsip Dasar Generator.....	12
2.5 Magnet Permanen dan Eksitasi Elektromagnetik	14
2.6 Bagian-Bagian Generator	15
2.6.1 Stator.....	15
2.6.2 Rotor.....	15

2.6.3 Air Gap	15
2.7 Jenis Generator Sinkron Magnet Permanen	16
2.7.1 Berdasarkan Aliran Flux Magnetik.....	16
2.7.2 Berdasarkan Hubungan Stator dan Rotor	16
2.8 Jenis Lilitan.....	17
2.9 Kombinasi Slot Pole	18
2.10 Turbin Angin	18
2.11 Mikrokontroller.....	21
2.11.1 Arduino Nano	23
2.11.2 Sensor PZEM-004T	23
2.11.3 Sensor Anemometer	25
2.12 Solar charge controller.....	25
2.13 Akumulator (AKI).....	27
2.14 Rectifier (Penyearah)	32
2.14.1 Penyearah Setengah Gelombang.....	33
2.14.2 Penyearah Gelombang Penuh.....	34
BAB III METODE PENELITIAN	42
3.1 Persiapan Alat dan Bahan.....	42
3.2 Alur Penelitian	43
3.3 Blok Diagram Penelitian.....	45
BAB IV ANALISA DAN PEMBAHASAN	55
4.1 Deskripsi Penelitian	55
4.2 Pengujian Alat	55
4.3 Pengambilan Data.....	56
4.4 Perhitungan dan Analisa Penelitian	58

BAB V KESIMPULAN DAN SARAN	60
5.1 Kesimpulan	60
5.2 Saran	60
DAFTAR PUSTAKA	63

DAFTAR GAMBAR

Gambar 2.1. Stator	8
Gambar 2.2. Rotor sangkar tupai	9
Gambar 2.3. Rangkaian motor permanen / tetap.....	10
Gambar 2.4. Flux magnet	11
Gambar 2.5. Konduktor melalui medan magnet secara tegak lurus.....	13
Gambar 2.6. Ilustrasi gerak melingkar generator	13
Gambar 2.7. (a)Generator magnet permanen, (b) Generator eksitasi elektromagnetik	14
Gambar 2.8. Bagian – bagian generator	15
Gambar 2.9. (a) Radial flux generator, (b) Axial flux generator.....	16
Gambar 2.10. (a) <i>Inner</i> rotor (b) <i>Outer</i> rotor.....	17
Gambar 2.11. (a) Distributed winding, (b) Concentrated winding	17
Gambar 2.12. Ilustrasi konversi energi angin pada turbin angin.....	19
Gambar 2.13. Efisiensi turbin angin berdasarkan tipenya.....	19
Gambar 2.15. Arduino Nano	23
Gambar 2.16. Sensor PZEM-004 T.....	24
Gambar 2.17. Sensor Anemometer	25
Gambar 2.18. Solar Charger Controller	26
Gambar 2.19 Keadaan pada baterai.....	28
Gambar 2.20. Ion-Ion pada akumulator	28
Gambar 2.21. Rangkaian penyearah setengah gelombang.....	33
Gambar 2.22. Bentuk gelombang penyearah setengah gelombang	34
Gambar 2.23. Rangkaian penyearah gelombang penuh menggunakan 4 dioda....	34
Gambar 2.24. Bentuk gelombang penyearah gelombang penuh menggunakan 4 dioda.....	35
Gambar 2.25. Prinsip dasar inverter	36
Gambar 2.26. Bentuk gelombang tegangan	36
Gambar 2.27. Output square wave.....	37
Gambar 2.28. Output modified sine wave	38

Gambar 2.29. Output pure sine wave	38
Gambar 2.30. Inverter setengah gelombang	39
Gambar 2.31. Inverter gelombang penuh	40
Gambar 2.32. Inverter 3 phasa	41
Gambar 3.1. Flow Chart Penelitian	45
Gambar 3.2. Diagram blok alat	46
Gambar 3.3. Proses pembubutan rotor	50
Gambar 3.4. Hasil bubutan	50
Gambar 3.5. Hasil Rotor ditanami magnet	51
Gambar 3.6. Kumparan / lilitan sebelumnya	52
Gambar 3.7. Skema new rewending	53
Gambar 3.8. Hasil new rewending stator	53
Gambar 3.9. Monitoring dan control daya generator permanen magnet	54
Gambar 4.1. Pengujian modul SCC	55
Gambar 4.2 Tampilan LCD	56
Gambar 4.3. Pengambilan data generator	57
Gambar 4.4. Bentuk grafik tegangan keluaran terhadap kecepatan	59
Gambar 4.5. Tegangan keluaran DC terhadap arus	59

DAFTAR TABEL

Tabel 3.1. Alat dan Bahan.....	42
Tabel 4.1. Data pengujian tanpa beban	57
Tabel 4.2. Data pengujian berbeban	58

BAB I

PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Turbin angin pada awalnya dibuat untuk mengakomodasi kebutuhan para petani dalam melakukan penggilingan padi, keperluan irigasi, dan kegiatan yang lainnya. Turbin angin banyak dibangun di Denmark, Belanda, dan negara-negara Eropa lainnya yang lebih dikenal dengan nama Windmill. Turbin angin modern lebih banyak digunakan untuk mengakomodasi kebutuhan listrik masyarakat dengan menggunakan prinsip konversi energi dari sumber daya alam yang dapat diperbaharui, yaitu angin. Walaupun sampai saat ini pembangunan turbin angin masih belum dapat menyaingi pembangkit listrik konvensional seperti PLTD dan PLTU, turbin angin masih lebih dikembangkan oleh para ilmuwan, karena dalam waktu dekat manusia akan dihadapkan dengan masalah kekurangan sumber daya alam tak terbaharui, seperti batubara dan minyak bumi sebagai bahan dasar untuk membangkitkan listrik.

Energi di Indonesia khususnya dan di dunia pada umumnya terus mengalami peningkatan kebutuhan, karena pertambahan penduduk, pertumbuhan ekonomi, dan pola konsumsi energi itu sendiri yang senantiasa meningkat. Sedangkan energi fosil yang selama ini merupakan sumber energi utama, ketersediaannya sangat terbatas dan terus mengalami deplesi (depletion: kehabisan, menipis). Proses alam memerlukan waktu yang sangat lama untuk dapat kembali menyediakan energi fosil ini. Upaya-upaya pencarian sumber energi alternatif selain fosil menyemangati para peneliti diberbagai negara berbagai negara untuk mencari energi lain yang kita kenal sekarang dengan istilah energi terbarukan. Energi terbarukan dapat didefinisikan sebagai energi yang secara cepat dapat diproduksi kembali melalui proses alam. Energi terbarukan meliputi energi air, panas bumi, matahari, angin, biogas, bio mass, serta gelombang laut. Beberapa kelebihan energi terbarukan antaralain: sumbernya relatif mudah didapat, dapat diperoleh dengan gratis, minim limbah, tidak mempengaruhi suhu bumi secara global, dan tidak terpengaruh oleh kenaikan harga bahan bakar. Berdasarkan data blueprint Pengelolaan Energi

Nasional yang dikeluarkan oleh Departemen Energi dan Sumber Daya Mineral (DESDM) pada tahun 2005, cadangan minyak bumi di Indonesia pada tahun 2004 diperkirakan habis dalam kurun waktu 18 tahun dengan rasio cadangan/produksi pada tahun tersebut. Sedangkan gas diperkirakan akan habis dalam kurun waktu 61 tahun dan batu bara 147 tahun. Energi angin merupakan energi terbarukan yang sangat fleksibel dan merupakan salah satu energi yang berkembang pesat di dunia saat ini. Energi angin dapat dimanfaatkan untuk berbagai keperluan, misalnya: pemompaan air untuk irigasi, pembangkit listrik, pengering atau pencacah hasil panen serta untuk aerasi pada tambak ikan atau udang. Pemanfaatan energi angin dapat dilakukan di daerah landai maupun dataran tinggi, bahkan dapat diterapkan di laut, berbeda halnya dengan energi air. Penggunaan sumber energi alternatif diharapkan dapat meningkatkan efektifitas dan efisiensi sistem pertanian sehingga produktivitas masyarakat meningkat. Walaupun pemanfaatan energi angin dapat dilakukan di mana saja, daerah-daerah yang memiliki potensi energi angin yang tinggi tetap perlu diidentifikasi agar pemanfaatan energi angin ini lebih kompetitif dibandingkan dengan energi alternatif lainnya. Negara Indonesia memiliki potensi energi angin yang umumnya berkecepatan lebih dari 5 meter per detik (m/detik). Berdasarkan data LAPAN (Daryanto, 2005), angin di Indonesia memiliki kecepatan yang bervariasi, umumnya dikategorikan sebagai angin berkecepatan rendah. Hasil pemetaan Lembaga Penerbangan dan Antariksa Nasional (LAPAN) pada 120 lokasi, menunjukkan beberapa wilayah memiliki kecepatan angin di atas 5 m/detik, masing-masing yaitu: Nusa Tenggara Timur, Nusa Tenggara Barat, Sulawesi Selatan, dan Pantai Selatan Jawa.

Salah satu sumber energi pengganti diesel yang berlimpah adalah angin. Kincir angin dengan konstruksi yang sederhana dan sumber energi angin yang berlimpah dapat memberikan kontribusi pemecahan masalah peningkatan produktivitas lahan pertanian melalui sistem sirkulasi penyiraman yang ramah lingkungan.

1.2 Rumusan Masalah

Berdasarkan latar belakang yang telah dikemukakan diatas, maka dapat dirumuskan beberapa permasalahan sebagai berikut :

1. Bagaimana memanfaatkan motor induksi menjadi generator permanent magnet ?
2. Bahan magnet apa yang digunakan untuk menjadi generator permanent magnet ?
3. Berapakah tegangan, arus dan daya generator permanen magnet yang dihasilkan ?

1.3 Batasan Masalah

Dalam skripsi ini, penulisan mengambil batasan untuk menjelaskan ruang lingkup permasalahan. Pembahasan ini dikhususkan pada:

1. Menggunakan magnet pada rotor sebagai penginduksi kumparan
2. Menganalisa tegangan keluaran pada generator dengan kecepatan angin yang bertiup di udara tanpa beban
3. Tidak menghitung rugi-rugi generator.

1.4 Tujuan Penelitian

Tujuan penelitian skripsi ini adalah mengembangkan penelitian yang telah ada, dimana membuat prototipe generator permanent magnet sinkron 1 fasa dengan kombinasi 12 slot 4 pole dari memanfaatkan motor induksi 1 fasa, dimana dengan memodifikasi rotornya ditanami magnet neodinium dan rewinding stator, sehingga menjadi generator yang menghasilkan energi listrik serta bisa memanfaatkan menjadi pembangkit listrik tenaga bayu

1.5 Manfaat Penelitian

Manfaat dari perancangan penelitian ini adalah

1. Bagi penulis, mengimplementasikan sebuah motor induksi 1 fasa menjadi generator permanen magnet
2. Bagi penulis, dapat mengetahui ilmu tentang renewable energi dimana bisa kita mengembangkan tentang ilmu energi terbarukan.

1.6 Metodologi Penyelesaian Masalah

Untuk mendapatkan sistem yang baik, mencakup keberadaan penulisan Skripsi ini. Dalam penulisan ini digunakan metode penelitian antara lain :

1. Penelitian Perpustakaan (*Library Research*)

Dalam metode ini dilakukan kajian literatur untuk melakukan pendekatan terhadap konsep – konsep yang digunakan. Dan untuk lebih meningkatkan pemahaman terhadap aspek–aspek teori yang mendukung motor induksi dan generator permanent magnet.

2. Pengumpulan data

Dalam metode ini dilakukan pengumpulan data – data yang diperlukan sebagai arahan pembuatan Skripsi ini yang bersumber dari literatur dan pembimbing.

3. Perancangan atau perencanaan

Dalam metode ini dilakukan perencanaan motor induksi dan referensi yang mendukung tentang perancangan generator permanent magnet darimotor induksi 1 phasa.

4. Mengevaluasi dan menguji

Tujuan dari dilakukannya evaluasi maupun pengujian adalah agar nantinya dapat diketahui berapa besar tegangan keluaran yang dihasilkan pada saat pemutaran yang dihembuskan oleh udara/angin.

5. Pengujian dan Analisa

Jika dalam pengujian terdapat kekurangan dari hasil yang diinginkan maka selanjutnya dilakukan penganalisaan yang nantinya akan dilakukan pengidentifikasian masalah serta solusinya dan juga perbaikan pada bagian– bagian yang dirasa mengalami kendala dalam suatu pengujian.