

**RANCANG BANGUN GENERATOR MAGNET PERMANEN FLUKSI AKSIAL
KECEPATAN RENDAH UNTUK PEMBANGKIT LISTRIK TENAGA ANGIN**

TUGAS AKHIR

*Diujukan Sebagai Salah Satu Persyaratan
Untuk Menyelesaikan Program Diploma Empat (D.IV) Teknik Elektro*



Oleh :

DONA DONI

14130002

**PROGRAM STUDI TEKNIK ELEKTRO INDUSTRI
JURUSAN TEKNIK ELEKTRO
FAKULTAS TEKNIK
UNIVERSITAS NEGERI PADANG
2019**

HALAMAN PERSETUJUAN TUGAS AKHIR

Judul : RANCANG BANGUN GENERATOR MAGNET
PERMANEN FLUKS AKSIAL KECEPATAN
RENDAH UNTUK PEMBANGKIT LISTRIK
TENAGA ANGIN

Nama : Dona Doni

BP / NIM : 2014 / 14130002

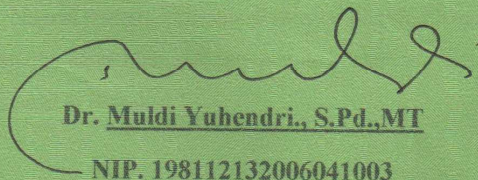
Jurusan : Teknik Elektro

Program Studi : Teknik Elektro Industri (D.IV)

Padang, Mai 2019

Disetujui Oleh

Pembimbing


Dr. Muldi Yuhendri., S.Pd.,MT
NIP. 198112132006041003

Mengetahui

Ketua Jurusan Teknik Elektro


Drs. Hambali, M.Kes
NIP. 196205081987031004

HALAMAN PENGESAHAN TUGAS AKHIR
RANCANG BANGUN GENERATOR MAGNET PERMANEN FLUKS
AKSIAL KECEPATAN RENDAH UNTUK PEMBANGKIT LISTRIK
TENAGA ANGIN



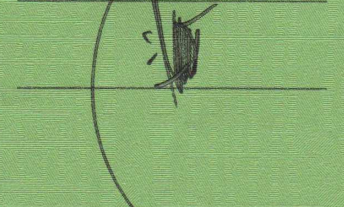
Oleh

Nama : Dona Doni
BP / NIM : 2014 / 14130002
Jurusan : Teknik Elektro
Program Studi : Teknik Elektro Industri (DIV)

Dinyatakan LULUS Setelah Dipertahankan Didepan Dewan Penguji Jurusan
Program Studi Teknik Elektro Industri Jurusan Teknik Elektro
Fakultas Teknik Universitas Negeri Padang

Padang, Mai 2019

Dewan Penguji

Nama	Tanda Tangan
Ketua : Dr. Muldi Yuhendri., S.Pd., MT	
Anggota : Dr. Hendri, M.T	
Anggota : Drs. Aswardi, M.T	



KEMENTERIAN RISET TEKNOLOGI DAN DIKTI
UNIVERSITAS NEGERI PADANG
FAKULTAS TEKNIK
JURUSAN TEKNIK ELEKTRO



Jl. Prof. Dr. Hamka, Kampus UNP Air Tawar, Padang 25171
Telp. (0751) 445998, Fax (0751) 7055644 e-mail: elo_unp@yahoo.com

SURAT PERNYATAAN TIDAK PLAGIAT

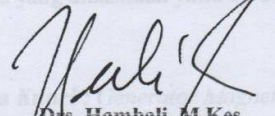
Saya yang bertanda tangan dibawah ini :

Nama : Dona Doni
NIM/TM : 14130004/2014
Program Studi : Teknik Elektro Industri (D.IV)
Jurusan : Teknik Elektro
Fakultas : Teknik

Dengan ini menyatakan bahwa Tugas Akhir saya yang berjudul "RANCANG BANGUN GENERATOR MAGNET PERMANEN FLUKS AKSIAL KECEPATAN RENDAH UNTUK PEMBANGKIT LISTRIK TENAGA ANGIN" adalah benar merupakan hasil karya saya sendiri dan bukan merupakan plagiat dari karya orang lain. Apabila suatu saat terbukti saya melakukan plagiat maka saya bersedia diproses dan menerima sanksi akademis maupun hukum sesuai dengan hukum dan ketentuan yang berlaku, baik di Institusi Universitas Negeri Padang maupun di masyarakat dan Negara.
Demikian pernyataan ini saya buat dengan penuh kesadaran dan rasa tanggung jawab sebagai anggota masyarakat ilmiah.


Diketahui Oleh,

Ketua Jurusan Teknik Elektro
Fakultas Teknik
Universitas Negeri Padang


Dis. Hambali, M.Kes
NIP. 19620508 1987 03 1004

Saya yang menyatakan,




Dona Doni
NIM/BP. 14130002/2014

ABSTRAK

Dona Doni (14130002 / 2014) : Rancang Bangun Generator Magnet Permanen Fluks Aksial Kecepatan Rendah Untuk Pembangkit Listrik Tenaga Angin

Pembimbing : Dr. Muldi Yuhendri., S.Pd.,MT

Perkembangan energi terbarukan sebagai energi alternative pada sektor pembangkit listrik tenaga angin masih sedikit. Faktor yang menyebabkan pembangkit listrik tenaga angin masih belum berkembang adalah karena kondisi kecepatan angin yang sangat rendah. Sehingga perlu dirancang bangun serta diuji generator magnet permanent fluks aksial 3 phasa dengan putaran rendah. Ada 2 tahapan utama dalam perancangan generator magnet permanent fluks aksial ini yaitu pembuatan rotor yang terdiri dari beberapa magnet permanent dan pembuatan stator yang terdiri dari beberapa lilitan yang diserikan. Setelah 2 bagian utama ini dibuat lalu dirakit, maka generator sudah bisa diuji. Dan pengujian generator magnet permanent ini dilakukan dengan mengukur beberapa parameter yaitu tegangan, arus dan kecepatan putar generator tersebut. Serta melakukan perbandingan antara pengukuran dengan perhitungan.

Berdasarkan hasil pengujian yang telah dilakukan pada kecepatan 500 rpm tegangan yang dihasilkan dengan kecepatan tersebut yaitu 4,82 Vac pada parameter pengukuran dengan kondisi beban nol. Sedangkan dengan kondisi berbeban yang dilakukan pada kecepatan 510 rpm, tegangan yang dihasilkan yaitu 5,5 Vac dan Arus yang dihasilkan yaitu 0,38 A.

Kata Kunci : Generator Magnet permanent fluks aksial, rotor, stator

KATA PENGANTAR



Dengan mengucapkan puji dan syukur kehadiran Allah SWT, karena atas ridho dan hidayahNya, sehingga penulis dapat menyelesaikan Tugas Akhir ini.

Maksud dan tujuan dari penulisan Tugas Akhir ini adalah untuk memenuhi persyaratan kelulusan program studi Diploma empat (D.IV) pada jurusan Teknik Elektro di Universitas Negeri Padang. Selain itu penulis juga dapat menerapkan dan membandingkan pengetahuan dan keterampilan yang diperoleh dibangku kuliah dengan kenyataan yang ada dilingkungan kerja.

Penulis merasa bahwa dalam menyusun laporan ini masih menemui beberapa kesulitan dan hambatan, disamping itu juga menyadari bahwa penulisan laporan ini masih jauh dari sempurna dan masih banyak kekurangan – kekurangan lainnya, maka dari itu penulis mengharapkan saran dan kritik yang membantu dari semua pihak.

Menyadari penulisan laporan ini tidak lepas dari bantuan berbagai pihak, maka pada kesempatan ini penulis menyampaikan ucapan terima kasih yang setulus-tulusnya kepada :

- 1) Kepada Allah SWT yang selalu memberikan rahmat, nikmat dan karunia-Nya kepada penulis atas izin-Nya penulis dapat menyelesaikan Tugas Akhir ini.
- 2) Kepada kedua orang tua dan seluruh keluarga tercinta yang selalu mendo'akan dan mendukung setiap langkah penulis tempuh dalam Pendidikan dan memberikan motivasi baik secara moral dan material.
- 3) Bapak Dr. Muldi Yuhendri, S.Pd, M.T selaku pembimbing yang telah yang telah banyak membantu penulis atas waktu, bimbingan, arahan, perbaikan, saran dan dorongan selama penyelesaian Tugas Akhir ini.
- 4) Bapak Dr. Hendri, M.T dan Bapak Drs. Aswardi, M.T selaku penguji pada Tugas Akhir ini.
- 5) Bapak Drs. Hambali, M.Kes selaku ketua Jurusan Teknik Elektro Universitas Negeri Padang.
- 6) Bapak Dr. Hendri, M.T selaku ketua Prodi D.IV Teknik Elektro Universitas Negeri Padang.

- 7) Bapak dan Ibu Dosen serta seluruh staff Jurusan Teknik Elektro Fakultas Teknik Universitas Negeri Padang
- 8) Rekan – rekan Mahasiswa Jurusan Teknik Elektro UNP, Terkhususnya Program Studi Teknik Elektro Industri angkatan 2014 dan semua pihak yang telah membantu penulis untuk mewujudkan dan menyelesaikan Tugas Akhir ini.
- 9) Rekan- rekan ORMAWA selingkup UNP, terkhususnya ORMAWA PPIPM (Pusat Pengembangan Ilmiah dan Penelitian Mahasiswa) UNP dan FORMIS FT UNP yang telah mambantu dan memberikan pengalaman berorganisasi kepada penulis.
- 10) Rekan – rekan Kepengurusan 78 yang telah juga membantu dan memberikan banyak pengalaman kepada penulis.

Semoga Tugas Akhir ini memberikan manfaat untuk penulis sendiri, bermanfaat untuk semua pihak, dan bernilai ibadah disisi Allah SWT. Tugas Akhir ini tidak terlepas dari kesalahan dan kekeliruan oleh sebab itu penulis mengharapkan kritik dan saran yang bersifat membangun. Akhir kata penulis ucapkan terima kasih.

Padang, Mai 2019

Penulis

DAFTAR ISI

HALAMAN SAMPUL	i
HALAMAN PERSETUJUAN TUGAS AKHIR	ii
HALAMAN PENGESAHAN	iii
ABSTRAK	iv
KATA PENGANTAR	v
DAFTAR ISI	vii
DAFTAR GAMBAR	x
DAFTAR TABEL	xii
DAFTAR LAMPIRAN	xiii
BAB I PENDAHULUAN	
A. Latar Belakang	1
B. Identifikasi Masalah	4
C. Pembatasan Masalah	4
D. Rumusan Masalah	5
E. Tujuan Penelitian	5
F. Manfaat Penelitian	6
BAB II KAJIAN PUSTAKA	
A. Pembangkit Listrik Tenaga Angin	7
B. Generator	8
1. Konstruksi Generator	9
2. Prinsip Kerja Generator	9
3. Jenis Generator	11
C. Genenerator Magnet Permanen	16
1. Konstruksi Generator AFPM	16
2. Prinsip Kerja Generator AFPM	19
3. Tipe – Tipe Generator AFPM	20
D. Magnet Permanen.....	23
E. Perancangan Generator AFPM	25
1. Menentukan Jumlah Kutup	25

2. Menentukan Jarak Antar Magnet dan Keliling rotor	25
3. Menentukan Berat Piringan Rotor	26
4. Menentukan Luas Area Magnet	26
5. Menentukan Kerapatan Fluks Maksimum	27
6. Menentukan Fluks Magnetik	27
7. Menentukan Jumlah Lilitan Stator	27
F. Rangkaian Tiga Phasa	28

BAB III PERANCANGAN DAN PEMBUATAN ALAT

A. Metode Perancangan	31
B. Proses Perancangan Alat	32
1. Perancangan Stator	32
a. Menentukan Jumlah Lilitan	32
b. Menentukan Diameter Kawat Email	34
c. Menentukan Dimensi Body Stator	34
2. Perancangan Rotor	35
a. Menentukan Jumlah Kutub	36
b. Jenis Magnet Permanen	37
c. Menentukan Jarak Antar Magnet dan Keliling	38
d. Menentukan Luas Area Magnet	39
e. Menghitung Frekuensi	41
f. Menghitung Daya Keluaran	42
C. Desain Generator AFPM	42

BAB IV HASIL DAN PEMBAHASAN

A. Hasil Perancangan dan Pembuatan Generator	43
B. Hasil Perhitungan Parameter Generator	48
C. Hasil Pengujian Generator Tanpa Beban	50
D. Hasil Simulasi	57
E. Hasil Pengukuran Berbeban	63
F. Analisis	64

BAB V PENUTUP

- A. Kesimpulan 65
- B. Saran 65

DAFTAR PUSTAKA 67

DAFTAR GAMBAR

	Halaman
Gambar 1	Sistem konversi energi pada pembangkit listrik angin 7
Gambar 2	Konstruksi generator listrik 9
Gambar 3	Prinsip Kerja Generator Listrik 10
Gambar 4	Konstruksi generator berdasarkan letak kutubnya 12
Gambar 5	Gelombang tegangan generator ac dan dc 14
Gambar 6	Skema generator sinkron tiga fasa 15
Gambar 7	Perbedaan generator radial flux dengan axial flux 16
Gambar 8	Rotor AFPM 17
Gambar 9	Stator Fluks Aksial 19
Gambar 10	Generator Axial Cakram Tunggal 20
Gambar 11	Generator AFPM tipe rotor tunggal stator ganda 21
Gambar 12	Generator AFPM tipe stator dan rotor banyak 22
Gambar 13	Dua kutub magnet 23
Gambar 14	Magnet Permanen Neodymium 24
Gambar 15	Gelombang 3 Fasa 29
Gambar 16	Hubungan Bintang / Star (Y) 30
Gambar 17	Diagram alir Metode Perancangan Generator AFMP 31
Gambar 18	Bentuk Perancangan Kumparan 33
Gambar 19	Lilitan Stator 33
Gambar 20	Bodi Stator dan Kumparan Stator 34
Gambar 21	Konstruksi generator fluks aksial 1 rotor 1 stator 35
Gambar 22	Urutan Kutub Magnet 36
Gambar 23	Magnet pemanen 30 x 20 x 4 mm berbentuk balok 38
Gambar 24	Piringan rotor dan kutub magnet 38
Gambar 25	Tata letak Magnet 40
Gambar 26	Desain Konstruksi dalam Generator AFPM 42
Gambar 27	Rotor 43

Gambar 28	Piringan Rotor	44
Gambar 29	Pemberian Resin Pada Rotor	45
Gambar 30	<i>Frame</i> Generator	45
Gambar 31	Hasil Pembuatan Stator	46
Gambar 32	Desain Cetakan Stator	46
Gambar 33	Penyusunan Kumputan	47
Gambar 34	Generator Fluks Aksial <i>Single Rotor Single Stator</i>	47
Gambar 35	Pengujian Generator	50
Gambar 36	Mengatur / menentukan jarak antara <i>rotor</i> dengan <i>stator</i> .	51
Gambar 37	Grafik Tegangan Fasa – fasa celah Udara 2 mm	52
Gambar 38	Grafik Tegangan Fasa – Netral celah Udara 2 mm	53
Gambar 39	Grafik Tegangan Fasa – Fasa celah Udara 5 mm	54
Gambar 40	Grafik Tegangan Fasa – Netral celah Udara 5 mm	55
Gambar 41	Hasil Gelombang Generator pada kecepatan 200 Rpm ...	57
Gambar 42	<i>Magnetic Flux Density</i> (Tesla)	57
Gambar 43	(a) Gelombang 3 Fasa (b) Tegnagn <i>rms</i> dengan Kecepatan 150 rpm	58
Gambar 44	(a) Gelombang 3 Fasa (b) Tegnagn <i>rms</i> dengan Kecepatan 200 rpm	59
Gambar 45	(a) Gelombang 3 Fasa (b) Tegnagn <i>rms</i> dengan Kecepatan 300 rpm	60
Gambar 46	(a) Gelombang 3 Fasa (b) Tegnagn <i>rms</i> dengan Kecepatan 400 rpm	61
Gambar 47	(a) Gelombang 3 Fasa (b) Tegnagn <i>rms</i> dengan Kecepatan 500 rpm	62
Gambar 48	Pengukuran dengan berbeban	63

DAFTAR TABEL

	Halaman
Tabel 1 Spesifikasi dari magnet NdFeB	38
Tabel 2 Spesifikasi Magnet Pada Rotor	48
Tabel 3 Spesifikasi Kumparan Stator	49
Tabel 4 <i>Data pengujian Fasa – Natral dengan jarak antara rotor dengan stator 2 mm</i>	51
Tabel 5 <i>Data pengujian Fasa – Fasa dengan jarak antara rotor dengan stator 2 mm</i>	52
Tabel 6 <i>Data pengujian Fasa – Fasa dengan jarak antara rotor dengan stator 5 mm</i>	53
Tabel 7 <i>Data pengujian Fasa – Fasa dengan jarak antara rotor dengan stator 5 mm</i>	54
Tabel 8 Hasil Tegangan Simulasi	63
Tabel 9 Hasil Pengukuran Berbeban	64

DAFTAR LAMPIRAN

LAMPIRAN 1. Dokumentasi Pembuatan Stator	69
LAMPIRAN 2. Dokumentasi Pembuatan Rotor	70
LAMPIRAN 3. Dokumentasi Pembuatan Kerangka Body	71
LAMPIRAN 4. Perakitan	72
LAMPIRAN 5. Desain Stator	73
LAMPIRAN 6. Desai Rotor	74
LAMPIRAN 7. Desain ALAT	75

BAB I

PENDAHULUAN

A. Latar Belakang

Pembangkit listrik tenaga angin adalah salah satu jenis pembangkit listrik dari energi terbarukan yang mulai berkembang di Indonesia. Sampai tahun 2011, kapasitas terpasang pembangkit listrik tenaga angin baru mencapai 0.00093 GW, sedangkan potensi energi angin di Indonesia mencapai 61.97 GW (Wargadalam, 2014). Faktor yang menyebabkan pembangkit listrik tenaga angin belum berkembang adalah karena kondisi kecepatan angin yang sangat rendah yaitu 3 – 6 m/s. Berdasarkan kondisi kecepatan angin ini, maka pembangkit listrik tenaga angin yang cocok dikembangkan di Indonesia hanyalah pembangkit listrik tenaga angin yang memiliki turbin angin kecepatan rendah.

Untuk membangun pembangkit listrik tenaga angin dengan turbin angin kecepatan rendah ini dibutuhkan generator yang memiliki rating kecepatan rendah pula atau bisa juga dengan menggunakan generator putaran tinggi dengan menambahkan gearbox. Tetapi penggunaan gearbox ini akan meningkatkan rugi daya mekanik, sehingga mengurangi daya input generator. Untuk pembangkit yang tidak menggunakan gearbox maka dibutuhkan generator yang memiliki kecepatan putaran rendah. Generator kecepatan putaran rendah ini masih sangat langka di pasaran. Berdasarkan masalah ini, penulis berinisiatif membuat generator kecepatan rendah yang dapat digunakan untuk pembangkit listrik tenaga angin tanpa gearbox.

Jenis generator yang banyak digunakan untuk pembangkit listrik tenaga angin adalah generator sinkron tipe magnet permanen (*Permanent Magnet Synchronous Generator*), generator asinkron tipe rotor lilit atau disebut juga dengan *Double Fed Induction Generator* (DFIG) dan generator asinkron rotor sangkar atau disebut juga dengan *Squirrel Cage Induction Generator* (SCIG) (Patil, 2013).

Setiap tipe generator memiliki kelebihan dan kekurangan. SCIG memiliki keuntungan antara lain konstruksi sederhana, harga murah dan biaya pemeliharaan lebih murah, sedangkan kelemahannya adalah menggunakan full konverter dan membutuhkan gearbox, sehingga tidak cocok untuk pembangkit listrik tenaga angin kecepatan rendah (Baroudi, 2007). Kelebihan DFIG adalah kapasitas konverter dapat direduksi sampai 25% dari rating daya generator, sehingga biaya konverter lebih murah dan cocok untuk aplikasi daya besar, sedangkan kelemahannya adalah membutuhkan gearbox, rentan terhadap gangguan dari jaringan, karena stator terhubung langsung dengan jaringan dan biaya pemeliharaan besar, karena butuh pemeliharaan berkala untuk sikat (Baroudi, 2007). *Permanent Magnet Synchronous Generator* (PMSG) memiliki keunggulan antara lain kapasitas daya lebih besar dengan ukuran yang sama, dapat dioperasikan pada kecepatan rendah tanpa gearbox, efisiensi lebih tinggi karena tidak ada kumpran jangkar yang dapat menimbulkan rugi daya, tidak membutuhkan eksitasi eksternal karena menggunakan magnet permanen dan biaya pemeliharaannya lebih murah dari

DFIG. Sedangkan kelemahannya harga mahal, menggunakan full konverter dan temperatur tinggi dapat menimbulkan demagnetisasi magnet permanen (Baroudi, 2007). Berdasarkan kelebihan dan kekurangan masing-masing generator, maka dipilih generator tipe PMSG untuk dibuat dalam Tugas Akhir ini, karena cocok diaplikasikan untuk pembangkit listrik tenaga angin.

Tegangan yang dihasilkan oleh generator ditentukan oleh besarnya fluksi yang dihasilkan oleh medan magnet. Fluksi adalah jumlah medan magnet yang melewati luas penampang tertentu (Gierass, 2008). Medan magnet pada generator diperoleh dari kumparan medan atau dari magnet permanen. Pada PMSG, medan magnet ini diperoleh dari magnet permanen. Berdasarkan arah fluksinya, PMSG dapat dikategorikan atas dua jenis, yaitu fluksi radial (*radial flux permanent magnet*) dan fluksi aksial (*Axial Flux Permanent Magnet*). *Radial Flux Permanent Magnet* (RFPM) memiliki arah fluksi tegak lurus terhadap sumbu, sedangkan *Axial Flux Permanent Magnet* (AFPM) memiliki arah fluksi sejajar dengan sumbu (Gierass, 2008). Dalam Tugas Akhir ini, PMSG dirancang untuk jenis AFPM yang memiliki arah fluksi sejajar dengan sumbu. Jenis ini dipilih karena konstruksinya lebih sederhana dan mudah diaplikasikan. Pada generator jenis ini, magnet permanen ditempatkan pada rotor, sedangkan statornya dipasang kumparan yang akan menghasilkan tegangan. Ada tiga jenis stator generator AFPM, yaitu stator yang memiliki slot sebagai tempat kumparan (*slotted stator*), stator tanpa slot (*slotless stator*) dan stator kutub menonjol (*salient pole stator*) (Gierass, 2008). Dalam Tugas Akhir ini, stator AFPM dirancang

dalam bentuk tanpa slot (*slotless stator*). Konstruksi stator ini dipilih karena lebih sederhana dan mudah diaplikasikan. Berdasarkan jumlah stator dan rotor yang digunakan, AFPM dapat dikelompokkan atas rotor tunggal stator tunggal, rotor tunggal stator ganda, rotor ganda stator tunggal dan stator rotor banyak. Untuk pembangkit listrik tenaga angin berdaya kecil, generator AFPM rotor tunggal stator tunggal sudah cukup memadai digunakan.

Dalam Tugas Akhir ini, generator dirancang untuk sistem tiga fasa menggunakan rotor dan stator tunggal dengan rating daya 5,5 watt, kecepatan 500 rpm, tegangan 5 volt dan frekuensi 50 Hz. Generator dirancang menggunakan magnet permanen jenis Neodymium NdFeB N52.

B. Identifikasi Masalah

Dari latar belakang yang telah ditulis dapat diidentifikasi masalah yang akan dijadikan bahan penelitian sebagai berikut:

1. Kecepatan angin rata-rata Indonesia yang rendah hanya cocok untuk pembangkit listrik tenaga angin kecepatan rendah.
2. Pembangkit listrik tenaga angin kecepatan rendah membutuhkan generator kecepatan rendah.
3. Generator kecepatan rendah umumnya menggunakan magnet permanen, dimana generator jenis ini masih langka di pasaran.

C. Pembatasan Masalah

Dalam tugas akhir ini dibuat batasan masalah sebagai berikut :

1. Jenis generator yang dibuat adalah generator AFPM tiga fasa dengan rating kecepatan 500 rpm
2. Generator AFPM dirancang menggunakan stator tunggal tanpa slot dan rotor tunggal
3. Generator AFPM dirancang menggunakan magnet permanen jenis NdFeB N52 sejumlah 12 buah
4. Jumlah kumparan stator dirancang sebanyak 9 buah dengan tiga kumparan perfasa.

D. Rumusan Masalah

Dari uraian latar belakang di atas maka penulis merumuskan masalah penelitian ini sebagai berikut : Bagaimana merancang dan membuat generator magnet permanen fluksi aksial kecepatan rendah untuk pembangkit listrik tenaga angin?

E. Tujuan Penelitian

Tujuan penelitian pada tugas akhir ini adalah

1. Merancang dan membuat generator magnet permanen fluks aksial putaran rendah.
2. Mengamati karakteristik generator, antara lain : tegangan, arus dan daya yang dihasilkan.

F. Manfaat Penelitian

Manfaat yang dapat dihasilkan dari penelitian ini adalah rancangan ini dapat diterapkan pada Pembangkit Listrik Tenaga Angin di Indonesia yang memiliki kecepatan angin rendah.

BAB V

PENUTUP

A. Kesimpulan

Kesimpulan yang dapat diambil dari perancangan dan pengujian yang telah dilakukan, generator magnet permanent yang menggunakan magnet permanent Nedyum N52 dengan Panjang 3 cm , lebar 2 cm dan tebalnya 4mm ini dapat menghasilkan tegangan induksi (V_{rms}) sebesar 4,82 Vac pada kecepatan 500 Rpm dengan jarak celah udaranya 2 mm. tegangan yang dihasilkan oleh generator ini saling tegak lurus, artinya setiap kecepatan generator meningkat maka tegangan yang dihasilkan juga akan meningkat. Dan bukan hanya kecepatan putar (rpm) generator yang biasa mempengaruhi tegangan yang akan dihasilkannya meningkat, tetapi jarak celah udara antara rotor (magnet) dengan stator (kumparan) juga dapat mempengaruhi nilai tegangan yang akan dihasilkan. Sebab semakin rendah nilai jarak celah udara antara rotor dengan stator maka semakin besar juga tegangan yang dihasilkan oleh generator ini.

B. Saran

1. Dalam perancangan generator ini harus teliti dalam perhitungan, apabila salah sedikitpun pada perhitungan maka semua perancangan akan berubah dan hasil yang diharapkan tidak akan sama dengan hasil yang diperhitungkan

2. Dalam proses melilit stator, sebaiknya menggunakan penggulung lilitan otomatis. Sebab nilai hambatan pada lilitan tersebut dapat memengaruhi nilai tegangan yang dihasilkan. Secara manual dapat menyebabkan tumpukan lilitan pada fasa stator tidak beraturan sehingga lilitan antara fasa berbeda yang dapat menyebabkan tegangan antar fasa tidak seimbang dan tegangan pun lebih kecil.

DAFTAR PUSTAKA

- Akbar, Maulana. 2012. "Rancang Bangun Generator Turbin Angin Axial Tiga Fasa untuk Kecepatan Agin Rendah". *SKRIPSI* FT Universitas Indonesia.
- Akmal, Dayat. 2017. "Prinsip Kerja dan Konstruksi Generator Sinkron". <https://ayat-akmal.blogspot.com> diakses 14 April 2018
- Alibaba, 2015."Neodymium arc magnets N52 for motor". <https://indonesian.alibaba.com/>, diakses 20 April 2018.
- Baroudi, J A., Dinavahi V dan Knight, A. M., 2007. "A review of power converter topologies for wind generators", *Renewable Energy*, vol. 32, hal. 2369–2385.
- Boldea, Ion. 2006. *The Electric Generator Handbook : Synchronous Generator*, New York : Taylor and Francis Group.
- Davis, Sam. 2018. *Axial Flux Motor and Generators Shrink Size Weight*. www.magnax.com diakses 14 April 2018
- Fajar, Abdul. 2014. "Rancang Bangun Generator Sinkron Axial Flux Permanent Magnet 1500 Watt". www.researchgate.net, diakses 25 maret 2018.
- Gierass, Jacek F., *et al.* 2008. *Axial Flux Permanent Magnet Brushkess Machine*, Second Edition, New York : Springer.
-, 2010. *Permanent Magnet Motor Technology : Design and Application*, Third Edition. New York : Taylor and Francis Group
-, 2014. *Synchronos generator* . www.alternative-energy-tutorial/wind-energy/synchroneuse-generator.html diakses 20 April 2018
- Kadir, Abdul. 1996. *Pembangkit Tenaga Listrik*. Depok : UI-Press
- Liang, Kalvin. 2015. "Tabel Ukuran Diameter Kawat Terhadap Ampere Arus" www.Kalvinliang.com, diakses 14 April 2018
- Marselindo, Rendy. 2014. " Generator DC dan Generator AC ". <https://rendymars.blogspot.com> diakses 14 april 2018
- Maslatip. 2016. " Jenis – Jenis Magnet ". www.maslap.com , diakses tanggal 25 maret 2018