



Institut Teknologi Nasional Malang

SKRIPSI – ENERGI LISTRIK

**RANCANG BANGUN PEMBANGKIT LISTRIK TENAGA HYBRID
PHOTOVOLTAIC DAN TURBIN ANGIN SUMBU VERTIKAL
MENGUNAKAN GENERATOR MAGNET PERMANEN FLUKS
AKSIAL TIGA FASA PUTARAN RENDAH**

**Edy Surahman
15.12.007**

**Dosen pembimbing
Ir. Yusuf Ismail Nakhoda, MT.**

**PROGRAM STUDI TEKNIK ELEKTRO S-1
Fakultas Teknologi Industri
Institute Teknologi Nasional Malang
September 2019**



INSTITUT TEKNOLOGI NASIONAL MALANG

SKRIPSI – ENERGI LISTRIK

RANCANG BANGUN PEMBANGKIT LISTRIK

TENAGA HYBRID PHOTOVOLTAIC DAN TURBIN

ANGIN SUMBU VERTIKAL MENGGUNAKAN

GENERATOR MAGNET PERMANEN FLUKS AKSIAL

TIGA FASA PUTARAN RENDAH

Edy Surahman
15.12.007

Dosen pembimbing
Ir. Yusuf Ismail Nakhoda, MT.

PROGRAM STUDI TEKNIK ELEKTRO S-1
Fakultas Teknologi Industri
Institute Teknologi Nasional Malang
September 2019



PT. BNI (PERSERO) MALANG
BANK NIAGA MALANG

PERKUMPULAN PENGELOLA PENDIDIKAN UMUM DAN TEKNOLOGI NASIONAL MALANG
INSTITUT TEKNOLOGI NASIONAL MALANG

FAKULTAS TEKNOLOGI INDUSTRI
FAKULTAS TEKNIK SIPIL DAN PERENCANAAN
PROGRAM PASCASARJANA MAGISTER TEKNIK

Kampus I : Jl. Bendungan Sigura-gura No. 2 Telp. (0341) 551431 (Hunting) Fax. (0341) 553015 Malang 65145
Kampus II : Jl. Raya Karanglo Km. 2 Telp. (0341) 417636 Fax. (0341) 417634 Malang

**BERITA ACARA UJIAN SKRIPSI
FAKULTAS TEKNOLOGI INDUSTRI**

Nama : Edy Surahman
NIM : 15.12.007
Program Studi : Teknik Elektro S-1
Peminatan : Teknik Energi Listrik
Masa Bimbingan : Semester Genap 2018-2019
Judul Skripsi : RANCANG BANGUN PEMBANGKIT
LISTRIK TENAGA HYBRID
PHOTOVOLTAIC DAN TURBIN ANGIN
SUMBU VERTIKAL MENGGUNAKAN
GENERATOR MAGNET PERMANEN
FLUKS AKSIAL TIGA FASA PUTARAN
RENDAH

Diperlihatkan dihadapan Majelis Penguji Skripsi Jenjang Strata Satu
(S-1) pada:

Hari : Kamis
Tanggal : 8 Agustus 2019
Nilai : 85,25(A)

Panitia Ujian Skripsi

Majelis Ketua Penguji

Dr. Irrine Budi Sulistiawati, ST., MT.
NIP. 1977061520005012002

Sekretaris Majelis Penguji

Dr. Eng. I Komang Somawirata, ST., MT.
NIP.P. 1030100361

Anggota Penguji

Dosen Penguji I

Prof. Dr.-Ir. Abraham Lomi, MSEE.
NIP.Y. 1018500108

Dosen Penguji II

Ir. Ni Putu Agustini, MT.
NIP. Y. 1030100371



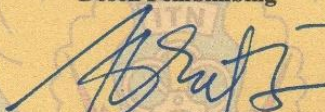
LEMBAR PENGESAHAN
RANCANG BANGUN PEMBANGKIT LISTRIK
TENAGA HYBRID *PHOTOVOLTAIC* DAN TURBIN
ANGIN SUMBU VERTIKAL MENGGUNAKAN
GENERATOR MAGNET PERMANEN FLUKS
AKSIAL TIGA FASA PUTARAN RENDAH
SKRIPSI

*Disusun dan diajukan untuk melengkapi dan memenuhi persyaratan
guna mencapai gelar Sarjana Teknik*

Disusun oleh:

Edy Surahman
NIM : 1512007

Diperiksa dan Disetujui:
Dosen Pembimbing


Ir. Yusuf Ismail Nakhoda, MT.
NIP.Y. 1018800189

Mengetahui:
Ketua Program Studi Teknik Elektro S-1


Dr. Eng. I Komang Somawirata, ST, MT.
NIP. P. 1030100361

PROGRAM STUDI TEKNIK ELEKTRO S-1
PEMINATAN TEKNIK ENERGI LISTRIK
FAKULTAS TEKNOLOGI INDUSTRI
INSTITUT TEKNOLOGI NASIONAL MALANG
2019

SURAT PERNYATAAN ORIGINALITAS

Yang Bertanda Tangan Di Bawah Ini:

NAMA : Edy Surahman
NIM : 15.12.007
PROGRAM STUDI : Teknik Elektro S-1
PEMINATAN : Teknik Energi Listrik S-1

Dengan ini menyatakan bahwa skripsi yang berjudul "RANCANG BANGUN PEMBANGKIT LISTRIK TENAGA HYBRID PHOTOVOLTAIC DAN TURBIN ANGIN SUMBU VERTIKAL MENGGUNAKAN GENERATOR MAGNET PERMANEN FLUKS AKSIAL TIGA FASA PUTARAN RENDAH " adalah hasil karya sendiri, tidak merupakan plagiasi dari karya orang lain. Dalam Skripsi ini tidak memuat karya orang lain, kecuali dicantumkan sumbernya sesuai dengan ketentuan yang berlaku.

Demikian surat pernyataan ini saya buat, dan apabila di kemudian hari ada pelanggaran atas surat pernyataan ini, saya bersedia menerima sanksinya.

Malang, September 2019
Yang Membuat Pernyataan



Edy Surahman
NIM 15.12.007

Rancang Bangun Pembangkit Listrik Tenaga Hybrid Photovoltaic dan Turbin Angin Sumbu Vertikal Menggunakan Generator Magnet Permanen Fluks Aksial Tiga Fasa Putaran Rendah

Edy Surahman

15.12.007

Peminatan Teknik Energi Listrik, Program Studi Teknik Elektro S-1
Fakultas Teknologi Industri, Institut Teknologi Nasional Malang
Jl. Raya Karanglo Km.2 Malang Jawa Timur
E-mail : edy1902ln@gmail.com

ABSTRAK

Abstrak – Kebutuhan energi di dunia semakin lama semakin meningkat. Energi fosil yang digunakan terus menerus akan menipis, jadi dibutuhkan energi alternatif untuk mencukupi kebutuhan energi di dunia. Pada skripsi ini merancang dan membangun pembangkit listrik tenaga hybrid photovoltaic dan turbin angin sumbu vertical generator magnet permanen fluks aksial tiga fasa putaran rendah. Photovoltaic (panel surya) suatu alat terdiri dari sel-sel surya yang mampu merubah energy cahaya menjadi energy listrik. Generator suatu mesin listrik berfungsi merubah energy mekani (gerak) menjadi energi listrik. Axial Fluks Permanen Magnet Generator (AFPMG) merupakan generator putaran rendah yang memanfaatkan magnet permanen sebagai sumber medan magnet. Energi penggerak generator menggunakan turbin angin sumbu vertical (pembangkit listrik tenaga bayu) skala kecil.. Photovoltaic yang dipakai mempunyai kapasitas daya sebesar 100 Wp. Sistem hybrid menggunakan sistem kontrol yang mampu menggabungkan dua buah output sumber menjadi satu. Sistem kontrol menggunakan penyatuan tegangan DC pada sistem hybrid photovoltaic dan turbin angin agar pengisian baterai dapat dilakukan. Kedua sumber tegangan di turunkan menjadi ± 12 Volt menggunakan rangkaian penyearah (rectifier) agar keluaran dari kedua sumber itu sama dan dapat digabungkan. Sehingga bisa dibuat pengecasan baterai.

Kata Kunci : AFPMG, Photovoltaic, Turbin Angin Sumbu Vertikal, Penyatuan.

Design of Hybrid Photovoltaic Power Plants and Vertical Axis Wind Turbines Using Axial Flux Permanent Magnetic Three Phase Generators

Edy Surahman

15.12.007

Specialization in Electrical Energy Engineering, Electrical Engineering Undergraduate Study Program

Faculty of Industrial Technology, Malang National Institute of Technology

Jl. Raya Karanglo Km.2 Malang Jawa Timur

E-mail : edy1902ln@gmail.com

ABSTRACT

Abstract - The need for energy in the world is increasing. Fossil energy which is used continuously will run low, therefore alternative energy is needed to suffice the world's energy needs. In this thesis, designing and building a hybrid photovoltaic power generator and vertical axis wind turbine axis generator, a low-speed, three-phase, axial flux permanent magnet. Photovoltaic (solar panel) a device consisting of solar cells that are able to convert light energy into electrical energy. An electric engine generator functions to change mechanical energy (motion) into electrical energy. Axial Permanent Flux Magnet Generator (AFPMG) is a low speed generator that utilizes permanent magnets as a source of magnetic fields. The driving energy of the generator uses a small scale vertical axis wind turbine (wind power generator). Photovoltaic power is used has a capacity of 100 Wp. Hybrid systems use a control system that is able to combine two source outputs into one. The control system uses DC voltage unification in hybrid photovoltaic systems and wind turbines in order the battery charging can be done. The two voltage sources are reduced to ± 12 Volts using a rectifier circuit in order the output from the two sources is same and can be combined. As the result the battery can be made charging

Keywords: AFPMG, Photovoltaic, Vertical Axis Wind Turbine, Integratio

DAFTAR ISI

ABSTRAK	ii
ABSTRACT	iii
KATA PENGANTAR	iv
DAFTAR ISI	v
DAFTAR GAMBAR	vii
DAFTAR TABEL.....	ix
BAB I	1
PENDAHULUAN	1
1.1 Latar Belakang	1
1.2 Rumusan Masalah.....	2
1.3 Tujuan dan Manfaat Penelitian.....	2
1.4 Batasan Masalah	3
1.5 Sistematika Penulisan	3
BAB II.....	5
LANDASAN TEORI.....	5
2.1 Teori Dasar	5
2.2 Pembangkit Listrik Tenaga Hybrid	5
2.3 Generator Fluks <i>Axial</i> Magnet Permanen	6
2.3.1 Prinsip Kerja Generator Aksial	7
2.3.2 Rangkaian Tiga Fasa	8
2.3.3 Bagian-Bagian Generator Fluks Aksial.	9
2.3.4 Kontruksi Generator Fluks Aksial Tiga Fasa.	10
2.3.5 Perencanaan Generator.....	11
2.4 Pembangkit Listrik Tenaga Bayu (PLTB)	15
2.4.1 Perencanaan Turbin Angin.....	16
2.4.2 Rumus Perhitungan Turbin	17
2.5 <i>Photovoltaic</i>	18
2.6 Penyearah Tiga Fasa	19
BAB III.....	21
METODOLOGI PENELITIAN	21
3.1 Pendahuluan	21
3.2 Perencanaan Pembangkit Listrik Tenaga Hybrid	21

3.3	Perencanaan Generator Aksial	22
3.3.1	Perencanaan Kecepatan Putar.....	23
3.3.2	Perencanaan Rotor Magnet Permanen	23
3.4	Perencanaan Turbin Angin Darrieus Tipe H.....	29
3.5	Perencanaan <i>Photovoltaic</i>	29
3.6	Perencanaan Pembangkit Listrik Tenaga Hybrid	30
3.6.1	Perancangan Kombinasi PLTB dengan PV	30
3.6.2	Peforma Turbin.....	32
3.7	Peralatan Penunjang.....	33
3.7.1	Penyearah dan Sistem Peyatuan Sumber Tegangan DC... ..	33
3.7.2	Baterai	38
3.7.3	Multimeter.....	39
3.7.4	Tachometer.....	39
3.7.5	<i>Boost Converter</i>	40
BAB IV		41
PENGUJIAN DAN ANALISA ALAT		41
4.1	Pendahuluan	41
4.2	Prosedur Pengujian	41
4.2.1	Pengujian Parameter Generator	41
4.2.2	Pengujian Pembangkit Listrik Tenaga Hyrid	42
4.3	Pengujian.....	43
4.3.1	Pengujian Tanpa Beban	43
4.3.2	Pengujian Generator Antar Fasa.....	45
4.3.3	Pengujian Gelombang Generator pada Osiloskop	46
4.3.4	Pengujian Pembangkit Listrik Tenaga Hybrid	48
BAB V		51
PENUTUP		51
A.	Kesimpulan	51
B.	Saran	52
DAFTAR PUSTAKA		53

DAFTAR GAMBAR

Gambar 2.1 Desain PLTH (PLTS-PLTB).....	6
Gambar 2.2 Generator Aksial Dua Rotor Satu Stator.....	7
Gambar 2.3 Hubungan Bintang (Y)	8
Gambar 2.4 Hubungan Delta.	9
Gambar 2.5 Desain Stator Generator.	10
Gambar 2.6 Desain Rotor Generator	11
Gambar 2.7 Kutub Magnet.....	12
Gambar 2.8 Desain PLTB dengan Turbin Angin Darrieus Type H.	16
Gambar 2.9 Panel Surya.....	19
Gambar 2.10 Rangkaian Penyearah Tiga Fasa.....	19
Gambar 3.1 Flowchart Perencanaan dan Pembuatan.....	21
Gambar 3.2 Blok Diagram Pembangkit Listrik Tenaga Hybrid.....	22
Gambar 3.3 Magnet Permanen Neodymium	23
Gambar 3.4 Rotor dan Stator Generator	24
Gambar 3.5 Rotor Generator Magnet Permanen	25
Gambar 3.6 Kumparan Stator.....	26
Gambar 3.7 Tempat Kumparan	27
Gambar 3.8 Jumlah Lilitan Generator.....	27
Gambar 3.9 Generator Fluks Aksial Tiga Fasa.	28
Gambar 3.10 Konstruksi Kombinasi PLTB - PV	32
Gambar 3.11 Rangkaian Penyearah Setelah Generator.	34
Gambar 3.12 Gambar Gelombang Tegangan AC Sebelum Penyearah.	35
Gambar 3.13 Gambar Gelombang DC Setelah Penyearah	35
Gambar 3.14 Gambar Gelombang DC Setelah Filter Kapasitor.	35
Gambar 3.15 Rangkaian Penurun Tegangan pada Generator Setelah Penyearah.	37
Gambar 3.16 Rangkaian penurun Tegangan pada Photovoltaic	37
Gambar 3.17 Gambar Rangkaian Penggabungan Sumber DC.....	38
Gambar 3.18 Baterai	38
Gambar 3.19 Multimeter Digital	39
Gambar 3.20 Tachometer.....	39
Gambar 3.21 Boost Converter.....	40
Gambar 4.1 Blok Diagram Pengujian Generator.....	41
Gambar 4.2 Blok Diagram Pengujian Pembangkit Listrik Tenaga Hybrid	42
Gambar 4.3 Grafik Tegangan AC Terhadap Rpm Generator Tanpa Beban	44

Gambar 4.4 Grafik Tegangan Ac Antar Fasa Generator.....	46
Gambar 4.5 Tampilan Gelombang AC pada Generator.....	47
Gambar 4.6 Tampilan Gelombang DC Generator Menggunakan Dioda	47
Gambar 4.7 Tampilan Gelombang DC Setelah Penambahan Capacitor Setelah Dioda.....	48
Gambar 4.8 Grafik Tegangan DC ke Baterai	50

DAFTAR TABEL

Tabel 3.1 Spesifikasi Generator.....	30
Tabel 4.1 Hasil Pengujian Generator Tanpa Beban.....	43
Tabel 4.2 Tegangan Antar Fasa pada Generator	45
Tabel 4.3 Hasil Pengujian Pengisian Baterai Pembangkit Listrik Tenaga Hybrid	48