



**Institut Teknologi Nasional Malang**

**SKRIPSI – ENERGI LISTRIK**

**RANCANG BANGUN PEMBANGKIT LISTRIK PORTABLE SKALA  
PIKOHIDRO MENGGUNAKAN GENERATOR FLUKS RADIAL SATU  
FASA**

**Imam Machfudz Afandy  
1612203**

**Dosen pembimbing  
Dr. Ir. Widodo Pudji Muljanto., MT**

**PROGRAM STUDI TEKNIK ELEKTRO S-1  
Fakultas Teknologi Industri  
Institut Teknologi Nasional Malang  
September 2020**



**INSTITUT TEKNOLOGI NASIONAL MALANG**

**SKRIPSI – TEKNIK ENERGI LISTRIK**

**RANCANG BANGUN PEMBANGKIT LISTRIK  
PORTABLE SKALA PIKOHIDRO MENGGUNAKAN  
GENERATOR FLUKS RADIAL SATU FASA**

Imam Machfudz Afandy  
1612203

Dosen pembimbing

Dr. Ir. Widodo Pudji Muljanto., MT

**PROGRAM STUDI TEKNIK ELEKTRO S-1  
Fakultas Teknologi Industri  
Institut Teknologi Nasional Malang  
September 2020**

**LEMBAR PENGESAHAN**

**“RANCANG BANGUN PEMBANGKIT LISTRIK PORTABLE  
SKALA PIKOHIDRO MENGGUNAKAN GENERATOR FLUKS  
RADIAL SATU FASA”**

**SKRIPSI**

**IMAM MACHFUDZ AFANDY**

**1612203**

Diajukan Guna Memenuhi Sebagai Persyaratan  
Untuk Memperoleh Gelar Sarjana Teknik

Pada

Program Studi Teknik Elektro S-1  
Peminatan Energi Listrik  
Institut Teknologi Nasional Malang

Diperiksa Dan Disetujui:

**Dosen Pembimbing**



**Dr. Ir. Widodo Pudji Mulianto, MT**

**NIP. Y. 1028700171**

**Mengetahui**

**Ketua Program Studi Teknik Elektro S-1**



**Dr. Eng. I Komang Somawirata, ST., MT.**

**NIP. P. 1030100361**

**MALANG**

**September, 2020**



# **RANCANG BANGUN PEMBANGKIT LISTRIK PORTABLE SKALA PIKOHIDRO MENGGUNAKAN GENERATOR FLUKS RADIAL SATU FASA**

**Imam Machfudz Afandy, Widodo Pudji Muljanto**  
[Imam90machfudz@gmail.com](mailto:Imam90machfudz@gmail.com)

## **ABSTRAK**

Radial Fluks Permanen Magnet Generator (RFPMG) satu fasa merupakan generator magnet permanen yang memiliki arah fluks radial terhadap sumbu putar sehingga arah fluks searah dengan arah putaran rotor. Magnet permanen yang digunakan untuk menghasilkan fluks magnet adalah magnet batang jenis rare-earth, neodymium-iron-boron NdFeB dengan tipe N35. Dalam pengujian Prototype Generator yang direncanakan menghasilkan tegangan 35.1 Volt pada putaran 500 Rpm. Pikohidro adalah pembangkit listrik tenaga air yang mempunyai daya kurang dari 5 kilo watt. Secara teknis, pikohidro mempunyai tiga komponen utama yaitu, turbin air dan generator. Turbin crossflow terdiri dari tiga bagian utama yaitu sudu, alat pengarah dan rumah turbin. Dalam aplikasinya turbin crossflow baik digunakan untuk pembangkit listrik tenaga air skala kecil dengan daya kurang dari 750 kw.

Kata kunci – RFPMG, *Neodymium*, Pikohidro, Turbin *Crossflow*.



# **Picohydro Scale Portable Power Plant Design Using a Single-Phase Radial Flux Generator**

**Imam Machfudz Afandy, Widodo Pudji Muljanto**

**[Imam90machfudz@gmail.com](mailto:Imam90machfudz@gmail.com)**

## **ABSTRACT**

Abstract- Radial Flux Permanent Magnet Generator (RFPMG) is a permanent magnet generator that has a radial flux direction towards the rotary axis so that the flux direction is in the direction of the rotor rotation. Permanent magnets that are used to produce magnetic flux are rare-earth, NdFeB neodymium-iron-boron type bar magnets with N35 type. In testing the planned Prototype Generator produces a voltage of 35.1 Volts at 500 rpm. Picohydro is a hydroelectric power plant that has a power of less than 5 kilo watt. Technically, Picohydro has three main component, namely water turbines and generators. Crossflow turbines consist of three main parts, namely blades, steering devices and turbine housings. In its application, a crossflow turbine is effective for developing small-scale hydroelectric power with less than 750 kw of power.

Keywords — RFPMG, Neodymium, Picohydro, Crossflow Turbine





## KATA PENGANTAR

Puji syukur atas Berkah dan Rahmat Allah SWT karena atas ridho-Nya lah penyusunan Skripsi ini dapat selesai tepat pada waktunya. Tujuan dari penyusunan Skripsi ini adalah sebagai salah satu syarat untuk mendapatkan gelar Sarjana Teknik Elektro di Institut Teknologi Nasional Malang pada tahun 2019-2020. Proses pelaksanaan dan pembuatan Skripsi ini tidak lepas dari dukungan, bantuan, serta banyak saran dari berbagai pihak. Untuk itu pada kesempatan kali ini penulis ingin mengucapkan terima kasih yang sebesar-besarnya kepada:

1. Allah SWT yang telah memberikan kesehatan dan kekuatan, kesabaran serta kemudahan sehingga dapat menyelesaikan Skripsi ini dengan baik.
2. Orang Tua dan Keluarga yang selalu memberikan dukungan moral, doa serta semangat dalam menyelesaikan Skripsi.
3. Bapak Dr. Eng. I Komang Somawirata, ST., MT. selaku Ketua Program Studi Teknik Elektro S-1 ITN Malang.
4. Bapak Dr. Ir. Widodo Pudji Muljanto.,MT. selaku Dosen pembimbing .
5. Seluruh teman –teman di kampus ITN Teknik Elektro angkatan 2016.

Dan semua pihak yang telah membantu dalam penulisan skripsi ini, namun tidak dapat disebutkan satu persatu. Akhir kata, penulis berharap skripsi ini dapat memberikan manfaat yang seluas-luasnya bagi perkembangan ilmu pengetahuan.

Malang, September 2020

Penulis



## DAFTAR ISI

LEMBAR PENGESAHAN .....	i
ABSTRAK... ..	iii
ABSTRACT .....	v
KATA PENGANTAR.....	vii
DAFTAR ISI .....	ix
DAFTAR GAMBAR.....	xii
DAFTAR TABEL .....	xv
BAB I PENDAHULUAN .....	1
1.1 Latar Belakang.....	1
1.2 Rumusan Masalah.....	2
1.3 Tujuan Penelitian Dan Manfaat Penelitian .....	2
1.4 Batasan Masalah .....	3
1.5 Metodologi Penyelesaian Masalah .....	3
1.6.Sistematika Penulisan .....	3
BAB II LANDASAN TEORI.....	5
2.1. Teori Dasar .....	5
2.2. Generator Satu Fasa.....	5
2.3. Generator Fluks Radial Magnet Permanen .....	6
2.4. Magnet Permanen.....	7
2.5. Kecepatan Putar Generator .....	8
2.6. Densitas Fluks Maksimum .....	8
2.7. Luasan Medan Magnet .....	9
2.8. Fluks Maksimal .....	9
2.9. Jumlah Kumputan Stator .....	9
2.10.Jumlah Lilitan Stator.....	10
2.11.Tegangan Induksi .....	11
2.12. Daya Generator Satu Fasa .....	11
2.13. Pembangkit Listrik Tenaga Air.....	11

2.13.1	Komponen Pembangkit Listrik Pikohidro .....	12
2.13.2	Turbin Air .....	13
2.13.3	Turbin Impuls .....	13
2.13.4	Performa Turbin Impulse .....	14
2.14.	Cara Kerja Pembangkit Listrik Pikohidro .....	15
2.15.	Performa Pembangkit Listrik Pikohidro .....	15
2.15.1.	Debit Air .....	15
2.15.2.	Ketinggian Jatuh Air .....	16
2.15.3.	Kecepatan Spesifik Turbin.....	16
2.15.4.	Diameter Runner Turbin .....	16
2.15.5.	Diameter Hub Turbin.....	17
2.16.	Penggunaan Belt dan Pulley .....	17
2.17.	Penyearah Satu Fasa .....	18
<b>BAB III</b>	<b>METODOLOGI PENELITIAN .....</b>	<b>21</b>
3.1	Pendahuluan.....	21
3.2	Perencanaan Pembangkit Listrik Tenaga Air.....	21
3.3	Blok Diagram.....	22
3.4	Perencanaan Generator Radial.....	23
3.4.1	Perencanaan Kecepatan Putar .....	23
3.4.2	Perencanaan Rotor Magnet Permanen .....	24
3.4.1.1	<i>Menentukan Nilai Kerapatan Fluks Magnet...</i>	24
3.4.1.2	<i>Menentukan Medan Luasan Magnet Permanen</i> .....	24
3.4.1.3	<i>Menentukan Fluks Maksimum Magnet .....</i>	25
3.4.3	Perencanaan Kumputan Stator .....	26
3.4.4	Perencanaan Jumlah Lilitan .....	27
3.4.5	Perencanaan Tegangan Keluaran.....	28
3.4.6	Perencanaan Daya Generator Satu Fasa.....	29
3.5	Perencanaan Turbin Air Crossflow.....	29
3.5.1	Perencanaan Pembangkit Listrik Skala Pikohidro ..	30
3.5.2	Debit Air .....	30
3.5.3	Ketinggian Efektif Jatuh Air .....	31
3.5.4	Menentukan Kecepatan Spesifik Turbin.....	32
3.5.5	Menentukan Diameter Luar Turbin .....	32
3.5.6	Menentukan Diameter Dalam Turbin .....	33
3.6	Penggunaan Belt dan Pully .....	33
3.7	Peralatan Penunjang.....	34

3.7.1 Multimeter .....	34
3.7.2 Tachometer .....	35
3.7.3 Batera.....	36
3.7.4 Dioda Bridge .....	36
3.7.5 Variable Speed Drive.....	37
BAB IV PENGUJIAN ALAT .....	39
4.1 Pendahuluan .....	39
4.2 Prosedur Pengujian.....	39
4.3 Pengujian Generator .....	40
4.4 Pengujian Generator tanpa Beban .....	41
4.5 Pengujian Generator Dengan Beban.....	42
4.6 Regulasi Tegangan .....	44
4.7 Pengujian Turbin Air .....	44
4.8 Pengujian Turbin Air Dengan Generator.....	46
BAB V PENUTUP .....	49
5.1 Kesimpulan.....	49
5.2 Saran.....	49
DAFTAR PUSTAKA	
LAMPIRAN	



## DAFTAR GAMBAR

Gambar 2.1 Generator Fluks Radial .....	5
Gambar 2.2 Rangkaian Kumputan Stator Generator Fluks Radial ..	6
Gambar 2.3 Magnet Permanen Neodymium .....	8
Gambar 2.4 Kawat Tembaga .....	10
Gambar 2.5 Pembangkit Listrik Pikohidro .....	12
Gambar 2.6 Turbin Air Tipe Crossflow .....	14
Gambar 2.7 Rangkaian Penyearah .....	18
Gambar 3.1 Flowchart Perencanaan dan Pembuatan .....	21
Gambar 3.2 Blok Diagram Pembangkit Listrik Skala Pikohidro ....	22
Gambar 3.3 Rotor Magnet Permanen .....	25
Gambar 3.4 Kumputan Stator .....	26
Gambar 3.5 Inti Besi/ Stator Generator .....	27
Gambar 3.6 Lilitan Generator .....	28
Gambar 3.7 Generator Fluks Radial Magnet Permanen Satu Fasa ..	28
Gambar 3.8 Perencanaan Konstruksi Pembangkit Listrik Skala Pikohidro .....	30
Gambar 3.9 Desain Pipa Pesat Menggunakan Saluran Pipa Air ....	30
Gambar 3.10 Desain Ketinggian Jatuh Air .....	31
Gambar 3.11 Sudu Turbin .....	32
Gambar 3.12 Penggunaan Belt dan Pully .....	34
Gambar 3.13 Multimeter .....	35
Gambar 3.14 Tachometer .....	35
Gambar 3.15 Baterai .....	36
Gambar 3.16 Dioda Bridge .....	36
Gambar 3.17 Variable Speed Drive .....	37
Gambar 4.1 Blok Diagram Pengujian Generator .....	40
Gambar 4.2 Grafik Tegangan AC .....	42
Gambar 4.3 Grafik Tegangan AC Berbeban .....	43
Gambar 4.4 Grafik Arus .....	43
Gambar 4.5 Blok Diagram Pengujian Pembangkit Listrik Pikohidro .....	45
Gambar 4.6 Pengujian Turbin Air .....	46





## DAFTAR TABEL

Tabel 4.1 Hasil Pengujian Generator Tanpa Beban.....	41
Tabel 4.2 Hasil Pengujian Geneator Berbeban.....	42
Tabel 4.3 Penujian Turbin .....	43
Tabel 4.4 Pembangkit Listrik Skala Pikohidro.....	47