

**LAPORAN TAHUNAN  
PENELITIAN HIBAH BERSAING**



**PERANCANGAN GENERATOR INDUKSI 1 FASE TEREKSITASI DIRI SEBAGAI  
PEMBANGKIT LISTRIK TENAGA MIKROHIDRO DI DAERAH TERPENCIL  
Tahun ke 1 dari rencana 2 tahun**

**Ketua/Anggota Tim**

**Agus Supardi, ST.MT (NIDN : 0629107601)**

**Dr. Heru Supriyono, ST. MSc (NIDN : 0619047704)**

**Dedy Ari Prasetyo, ST (NIDN : 0615117504)**

Dibiayai oleh Koordinasi Perguruan Tinggi Swasta Wilayah VI,  
Kementerian Pendidikan dan Kebudayaan,  
sesuai dengan Surat Perjanjian Pelaksanaan Hibah Penelitian  
Nomor : 007/K6/KL/SP/PENELITIAN/2014, tanggal 8 Mei 2014

**UNIVERSITAS MUHAMMADIYAH SURAKARTA**

**NOVEMBER 2014**

## HALAMAN PENGESAHAN

Judul Kegiatan : Perancangan Generator Induksi 1 Fase Tereksitasi Diri Sebagai Pembangkit Listrik Tenaga Mikrohidro di Daerah Terpencil

Peneliti / Pelaksana

Nama Lengkap : AGUS SUPARDI ST, MT

NIDN : 0629107601

Jabatan Fungsional :

Program Studi : Teknik Elektro

Nomor HP : 08122978976

Surel (e-mail) : Agus.Supardi@ums.ac.id

Anggota Peneliti (1)

Nama Lengkap : Dr. HERU SUPRIYONO ST, M.Sc

NIDN : 0619047704

Perguruan Tinggi : Universitas Muhammadiyah Surakarta

Anggota Peneliti (2)

Nama Lengkap : DEDY ARI PRASETYO

NIDN : 0615117504

Perguruan Tinggi : Universitas Muhammadiyah Surakarta

Institusi Mitra (jika ada)

Nama Institusi Mitra :

Alamat :

Penanggung Jawab :

Tahun Pelaksanaan : Tahun ke 1 dari rencana 2 tahun

Biaya Tahun Berjalan : Rp. 50.000.000,00

Biaya Keseluruhan : Rp. 150.000.000,00

Mengetahui  
a.n. Dekan Fakultas Teknik




Heru Purnama, MT. PhD  
NIP/NIK 664

Surakarta, 1 - 11 - 2014,  
Ketua Peneliti,



(AGUS SUPARDI ST, MT)  
NIP/NIK883

Menyetujui,  
Ketua Lembaga Penelitian



(Agus Ulinuha, ST. MT. PhD)  
NIP/NIK 656

## RINGKASAN

Persoalan krisis energi listrik merupakan salah satu persoalan besar yang dihadapi oleh negara Indonesia. Ketidakseimbangan antara peningkatan kebutuhan daya listrik dengan peningkatan kapasitas pembangkit mengakibatkan adanya defisit energi listrik. Selain itu, masih banyak daerah-daerah terpencil yang belum tersentuh oleh program elektrifikasi akibat tidak terjangkaunya daerah tersebut oleh infrastruktur kelistrikan yang ada. Di sisi lain, daerah-daerah terpencil tersebut sebenarnya menyimpan potensi tenaga air yang dapat dimanfaatkan untuk membangkitkan listrik. Di daerah seperti itu lebih cocok dibangun pembangkit listrik berkapasitas kecil tetapi jumlah unitnya banyak, menyesuaikan dengan persebaran rumah penduduk. Oleh karena itu perlu dilakukan penelitian untuk mengembangkan suatu pembangkit listrik skala kecil yang mudah pembuatannya, mudah pengoperasiannya, mudah perawatannya dan harganya juga murah.

Dalam penelitian ini akan dikembangkan suatu prototipe pembangkit listrik skala kecil yang memanfaatkan tenaga air. Pembangkit tersebut didesain menggunakan generator induksi tereksitasi diri dan tidak terhubung dengan jala-jala listrik (*stand alone*). Untuk menjaga kestabilan tegangan dan frekuensi pembangkit maka diusulkan pemakaian suatu kontroler yang akan mengatur pembebanan generator induksi. Beban yang diatur oleh kontroler berupa beban komplemen. Beban komplemen tersebut diatur dayanya oleh kontroler sehingga beban total yang dipikul oleh generator induksi diharapkan akan selalu konstan walaupun sesungguhnya beban di sisi konsumen berubah-ubah nilainya. Dengan demikian diharapkan diperoleh suatu prototipe sistem pembangkit listrik skala kecil yang dapat menghasilkan listrik yang berkualitas walaupun dibangun di daerah-daerah terpencil dengan memanfaatkan potensi tenaga air yang ada.

Untuk mencapai tujuan tersebut kegiatan penelitian pada tahun pertama akan diawali dengan melakukan pengujian parameter mesin induksi 1 fase berdaya kecil yang akan difungsikan sebagai generator induksi tereksitasi diri. Setelah itu dilakukan pemodelan matematis berdasarkan hasil pengujian parameter tersebut. Simulasi terhadap model tersebut dilakukan dengan memvariasi kecepatan mesin, nilai kapasitor eksitasi, dan besar beban dengan harapan akan diketahui hubungannya terhadap tegangan dan frekuensi generator induksi. Setelah itu akan dilakukan perancangan seperangkat kontroler yang mengatur variabel-variabel kontrol agar diperoleh output generator yang berkualitas baik. Untuk mengamati unjuk kerja hasil perancangan kontroler maka ditahap awal akan dilakukan pengujian berbasis simulasi terlebih dahulu. Setelah diperoleh konfigurasi kontroler yang terbaik, baru ditindaklanjuti dengan pembuatan hardware dari kontroler tersebut. Setelah itu dilakukan pengujian unjuk kerja kontroler secara riil dengan cara menghubungkannya ke generator induksi dan dilakukan berbagai variasi. Penyempurnaan terus dilakukan sampai diperoleh hasil sesuai dengan harapan.

Hasil penelitian menunjukkan bahwa ukuran kapasitor akan mempengaruhi besarnya tegangan yang dibangkitkan oleh generator induksi. Semakin besar kapasitornya maka semakin besar juga tegangan yang dibangkitkan. Agar dapat menghidupkan beban listrik rumah tangga berdaya sampai 440 watt dibutuhkan kapasitor sebesar 32  $\mu$ F. Frekuensi generator induksi sangat ditentukan oleh kecepatan putar generator. Untuk menghasilkan frekuensi  $\pm 50$  Hz, generator induksinya harus diputar  $\pm 1500$  rpm. Tegangan dan frekuensi generator induksi dipengaruhi oleh besar dan jenis beban listrik yang disuplainya. Semakin besar daya beban yang dihubungkan maka tegangan dan frekuensinya akan semakin turun. Untuk mengendalikan tegangan dan frekuensi generator induksi digunakan kontroler berbasis PLC Zelio. Kontroler tersebut dapat mempertahankan tegangan dan frekuensi generator induksi dalam batas – batas kualitas yang ditetapkan dalam standar.

**Kata kunci :** Generator induksi 1 fase, tereksitasi diri, kontroler

## **PRAKATA**

Puji syukur ke hadirat Allah SWT yang telah melimpahkan rahmat, hidayah serta karunia-Nya sehingga penulis dapat menyusun dan menyelesaikan laporan tahunan penelitian hibah bersaing yang berjudul “Perancangan Generator Induksi 1 Fase Tereksitasi Diri Sebagai Pembangkit Listrik Tenaga Mikrohidro Di Daerah Terpencil”.

Selama penyusunan laporan penelitian ini penulis mendapat dukungan dari berbagai pihak baik yang terlibat secara langsung maupun tidak langsung. Oleh karena itu, penulis mengucapkan terima kasih kepada:

1. Bapak Agus Ulinuha, ST.MT.PhD selaku Ketua Lembaga Penelitian dan Pengabdian Masyarakat Universitas Muhammadiyah Surakarta.
2. Bapak Umar, ST. MT selaku Ketua Jurusan Teknik Elektro Fakultas Teknik Universitas Muhammadiyah Surakarta.
3. Seluruh anggota tim penelitian
4. Bapak dan ibu dosen Teknik Elektro Fakultas Teknik Universitas Muhammadiyah Surakarta.

Penulis menyadari bahwa laporan tahunan penelitian ini belum sempurna karena keterbatasan kemampuan penulis. Oleh karena itu saran dan kritik yang bersifat membangun akan selalu penulis terima untuk kesempurnaan diwaktu mendatang.

Semoga laporan tahunan penelitian ini dapat bermanfaat bagi penulis pada khususnya serta bermanfaat bagi pembaca pada umumnya dan dapat dijadikan

referensi untuk menambah pengetahuan di bidang elektro dan untuk penelitian serupa diwaktu mendatang, Amin.

Surakarta, November 2014

Penulis

## DAFTAR ISI

HALAMAN SAMPUL .....	i
HALAMAN PENGESAHAN .....	ii
RINGKASAN .....	iii
PRAKATA .....	v
DAFTAR ISI.....	vii
DAFTAR TABEL.....	ix
DAFTAR GAMBAR .....	x
DAFTAR LAMPIRAN.....	xii
BAB 1. PENDAHULUAN .....	1
1.1 Latar Belakang.....	1
1.2 Perumusan Masalah.....	3
BAB 2. TINJAUAN PUSTAKA .....	4
2.1 Telaah Penelitian .....	4
2.2 Landasan Teori .....	8
BAB 3. TUJUAN DAN MANFAAT PENELITIAN .....	19
3.1 Tujuan Penelian .....	19
3.2 Manfaat Penelitian.....	19
BAB 4. METODE PENELITIAN.....	20
4.1 Tempat Penelitian .....	20
4.2 Alat dan Bahan .....	20
4.3 Diagram Alir Penelitian.....	21

4.4	Detail Perlakuan dan Rancangan Percobaan .....	22
BAB 5. HASIL DAN PEMBAHASAN.....		29
5.1	Hasil Penelitian Generator Induksi Tanpa Beban.....	29
5.2	Hasil Penelitian Untuk Generator Berbeban Resistif .....	33
5.3	Hasil Penelitian Untuk Generator Berbeban Induktif.....	39
5.4	Hasil Penelitian Untuk Generator Berbeban Resistif Induktif .....	42
5.5	Kontroler Generator Induksi.....	45
BAB 6. RENCANA TAHAPAN BERIKUTNYA .....		50
6.1	Peta Jalan Penelitian .....	50
6.2	Metode Penelitian Tahun Kedua .....	51
6.3	Detail Perlakuan dan Rancangan Percobaan Pada Tahun Kedua .....	53
BAB 7. KESIMPULAN DAN SARAN .....		58
5.1	Kesimpulan.....	58
5.2	Saran .....	59
DAFTAR PUSTAKA .....		60
LAMPIRAN		
Lampiran Prototipe generator induksi		



## DAFTAR TABEL

Tabel 5.1 Hasil pengukuran generator induksi pada saat tanpa beban .....	29
Tabel 5.2 Hasil pengukuran generator induksi berbeban resistif berupa lampu pijar .....	33
Tabel 5.3 Hasil pengukuran generator induksi berbeban induktif berupa lampu TL.....	39
Tabel 5.4 Hasil pengukuran generator induksi berbeban resistif – induktif .....	42
Tabel 5.5 Hasil pengujian kontroler generator induksi.....	48

## DAFTAR GAMBAR

Gambar 2.1 Rangkaian ekuivalen motor induksi saat pengujian beban nol .....	17
Gambar 4.1 Diagram alir penelitian.....	22
Gambar 4.2 Rangkaian pengujian resistansi belitan stator .....	23
Gambar 4.3 Rangkaian motor induksi yang dikopel motor DC .....	24
Gambar 4.4 Rangkaian Uji Generator induksi.....	24
Gambar 4.5 Diagram Alir Pengujian Karakteristik Motor Induksi 1 Fase Sebagai Generator .....	25
Gambar 4.6 Diagram blok kontroler tegangan dan frekuensi generator induksi ...	26
Gambar 5.1 Hubungan antara ukuran kapasitor dengan tegangan generator.....	30
Gambar 5.2 Hubungan antara ukuran kapasitor dengan frekuensi generator .....	31
Gambar 5.3 Hubungan antara daya beban resistif dengan kecepatan putar.....	34
Gambar 5.4 Hubungan antara daya beban resistif dengan frekuensi .....	35
Gambar 5.5 Hubungan antara daya beban resistif dengan tegangan generator .....	36
Gambar 5.6 Hubungan antara daya beban resistif dengan arus generator .....	37
Gambar 5.7 Hubungan kecepatan putar dengan frekuensi generator .....	38
Gambar 5.8 Hubungan antara kecepatan putar dengan tegangan generator .....	38
Gambar 5.9 Hubungan antara kecepatan putar dengan daya beban induktif.....	39
Gambar 5.10 Hubungan antara frekuensi dengan daya beban induktif .....	40
Gambar 5.11 Hubungan antara tegangan dengan daya beban induktif.....	41
Gambar 5.12 Hubungan antara kecepatan putar dengan daya beban resistif induktif .....	42

Gambar 5.13 Hubungan antara frekuensi dengan daya beban resistif induktif .....	43
Gambar 5.14 Hubungan antara tegangan dengan daya beban resistif induktif.....	43
Gambar 5.15 Hubungan antara jenis beban dengan tegangan generator .....	44
Gambar 5.16 Hubungan antara jenis beban dengan frekuensi generator.....	44
Gambar 5.17 Diagram tangga PLC.....	46
Gambar 5.18 Hasil simulasi program PLC .....	47
Gambar 5.19 Hasil pengujian kontroler generator induksi .....	49
Gambar 6.1 Peta Jalan Penelitian.....	51
Gambar 6.2 Diagram alir penelitian pada tahun kedua.....	52
Gambar 6.3 Rangkaian Uji Generator induksi.....	55
Gambar 6.4 Diagram Alir Perancangan Sistem Penggerak Mula Generator.....	56
Gambar 6.5 Diagram Alir Perancangan Turbin Dan Nozel.....	57
Gambar 6.6 Diagram Alir Perancangan Transmisi .....	57

## **DAFTAR LAMPIRAN**

Lampiran 1 Prototipe generator induksi