



UNIVERSITAS INDONESIA

**ANALISIS KINERJA
SIMULATOR PLTB PADA MODEL JARINGAN LISTRIK
MIKRO ARUS SEARAH**

TESIS

**ISMUJIANTO
08 06 42 44 91**

**FAKULTAS TEKNIK
PROGRAM MAGISTER TEKNIK ELEKTRO
DEPOK
JUNI 2010**



UNIVERSITAS INDONESIA

**ANALISIS KINERJA
SIMULATOR PLTB PADA MODEL JARINGAN LISTRIK
MIKRO ARUS SEARAH**

TESIS

**Diajukan sebagai salah satu syarat untuk memperoleh gelar Magister Bidang
Ilmu Teknik Program Studi Teknik Elektro**

**ISMUJIANTO
08 06 42 44 91**

**FAKULTAS TEKNIK
PROGRAM MAGISTER TEKNIK ELEKTRO
KEKHUSUSAN TENAGA LISTRIK
DEPOK
JUNI 2010**

HALAMAN PERNYATAAN ORISINALITAS

**Tesis ini adalah hasil karya sendiri,
dan semua sumber baik yang dikutip maupun dirujuk
telah saya nyatakan dengan benar.**

Nama : Ismujiyanto

NPM : 0806424491

Tanda Tangan :

Tanggal : 15 juni 2010




HALAMAN PENGESAHAN

Tesis ini diajukan oleh :
Nama : Ismujiyanto
NPM : 0806424491
Program Studi : Teknik Elektro
Judul tesis : **Analisis Kinerja Simulator PLTB Pada Model Jaringan Listrik Mikro Arus Searah**

Telah berhasil dipertahankan di hadapan Dewan Penguji dan diterima sebagai bagian persyaratan yang diperlukan untuk memperoleh gelar Magister Teknik pada Program Studi Teknik Elektro Fakultas Teknik, Universitas Indonesia

DEWAN PENGUJI

Pembimbing : Dr. Ir. Uno Bintang Sudibyo, DEA, IPM. ()

Pembimbing : Dr.-Ing Eko Adhi Setiawan, S.T., M.T. ()

Penguji : Dr. Ir. Ridwan Gunawan, M.T. ()

Penguji : Ir. Amien Rahardjo, M.T. ()

Ditetapkan di : Depok

Tanggal : 8 juli 2010

**HALAMAN PEGESAHAN PERSETUJUAN PUBLIKASI
TUGAS AKHIR UNTUK KEPENTINGAN AKADEMIS**

Sebagai sivitas akademika Universitas Indonesia, saya yang bertanda tangan dibawah in :

Nama : **Ismujianto**
NPM : **0806424491**
Program Studi : **Teknik Tenaga Listrik**
Departemen : **Teknik Elektro**
Fakultas : **Teknik**
Karya : **Tesis**

Demi penembangan ilmu pengetahuan, menyetujui untuk memberikan kepada Universitas Indonesia **Hak Bebas Royalti Noneklusif** (*non-exclusive Royalty-Free Right*) atas karya ilmiah saya yang berjudul :

**ANALISIS KINERJA
SIMULATOR PLTB PADA MODEL JARINGAN LISTRIK
MIKRO ARUS SEARAH**

Dengan Hak Bebas Royalti Noneklusif ini Universitas Indonesia berhak menyimpan, mengalih media / formatkan, mengelola dalam bentuk pangkalan data (data base), merawat dan mempublikasikan tugas akhir saya selama tetap mencantumkan nama saya sebagai penulis/ pencipta dan sebagai pemilik Hak Cipta.

Demikian pernyataan ini saya buat dengan sebenarnya.

Dibuat di :Depok
Pada tanggal :15 juni 2010
Yang menyatakan

(Ismujianto)

KATA PENGANTAR

Dengan memanjatkan puji dan syukur ke hadirat Allah SWT, karena atas berkat dan rahmat-Nya, saya dapat menyelesaikan laporan tesis ini. Penulisan tesis ini dilakukan dalam rangka memenuhi salah satu syarat untuk mencapai gelar Magister Teknik Jurusan Teknik Elektro pada Fakultas Teknik Universitas Indonesia. Saya menyadari bahwa, tanpa bantuan dan bimbingan dari berbagai pihak, sangatlah sulit bagi saya untuk menyelesaikan tesis ini. Oleh karena itu, saya mengucapkan terima kasih kepada:

- (1) Dr. Ir. Uno Bintang Sudiby, DEA, I P M, selaku pembimbing pertama dan Dr-Ing. Eko Adi Setiawan, ST, MT, selaku dosen pembimbing kedua, yang telah menyediakan waktu, tenaga, dan pikiran untuk mengarahkan saya dalam penyusunan theses ini;
- (2) Prof.Dr. Ir. Rudy Setiabudy, DEA, selaku pembimbing akademis yang telah menyediakan waktu, tenaga, dan pikiran untuk mengarahkan saya dalam studi ini
- (3) Pimpinan serta rekan-rekan kerja di Politeknik Negeri Jakarta yang telah banyak membantu dalam usaha memperoleh data yang saya perlukan;
- (4) Teman-teman GATRIK 2008 yang telah banyak mendukung dan memberi semangat;
- (5) Orang tua dan keluarga saya yang telah memberikan bantuan dukungan material dan moril

Akhir kata, saya berharap Tuhan Yang Maha Esa berkenan membalas segala kebaikan semua pihak yang telah membantu. Semoga tesis ini membawa manfaat bagi pengembangan ilmu.

Depok, juni 2010

Penulis

Universitas Indonesia

ABSTRAK

Nama : Ismujiyanto
Program Studi : Teknik Elektro
Judul : Analisis Kinerja Simulator PLTB pada Model Jaringan Listrik Mikro Arus Searah

Penggunaan sumber energi terbarukan seperti solar sel dan energi angin, menjadi suatu sumber energi listrik alternatif, khususnya dalam memenuhi kebutuhan energi dalam sistem energi kecil yang terletak di daerah terisolasi

Perkembangan penggunaan sumber energi terbarukan akan meningkat dengan cepat bila dipengaruhi oleh dukungan masyarakat, terutama menyangkut masalah lingkungan hidup yang mengarah pada kebijakan politik pemerintah yang diimplementasikan untuk mempromosikan energi terbarukan.

Dengan meningkatnya penggunaan sumber energi terbarukan, menjadi semakin penting untuk membuat keputusan mengenai penerapannya sebagai bahan evaluasi.

Makalah ini menyajikan analisis kinerja simulator generator turbin angin pada jaringan listrik mikro arus searah, dimana kecepatan angin disimulasikan dengan menggunakan motor arus searah 2,2 kW yang dikendalikan kecepatannya dan pembangkit turbin angin berupa generator 3 fasa 1,5 kW.

Kata kunci :

Sumber energi terbarukan, Simulasi, PLTB, jaringan mikro arus searah.

ABSTRACT

Name : Ismujiyanto
Study Program : *Electrical Engineering Department*
Theme : *Performance Analysis of a Wind Turbine Generator Simulator in DC micro grid model*

The application of renewable energy sources, such as photovoltaic and wind energy sources, is rapidly increasing, specially in insuring energy demands in small isolated power systems located in remote areas.

The rapid growth of renewable energy sources utilization is mainly influenced by public support due to environmental concerns, leading to governmental policies implemented to promote renewable energy.

With increasing utilization of renewable energy sources, it becomes increasingly important to make decisions on their application as evaluation.

This paper presents analyses of wind a turbine generator simulator conected to a DC micro grid, where the wind speed is simulated by a 2,2 kW controlled speed DC Motor and the wind plant is a 3 phase 1,5 kW generator.

Keywords:

Renewable energy sources, Simulation, Wind Power Plant, DC bush

DAFTAR ISI

HALAMAN JUDUL	i
HALAMAN PERNYATAAN ORISINALITAS	ii
HALAMAN PENGESAHAN	iii
KATA PENGANTAR	iv
ABSTRAK	v
DAFTAR ISI	vi
DAFTAR GAMBAR	ix
DAFTAR TABEL	xi
DAFTAR LAMPIRAN	xii
1. PENDAHULUAN	1
1.1 Latar Belakang	1
1.2 Perumusan Masalah	1
1.3 Tujuan Penulisan	1
1.4 Batasan Masalah	2
1.5 Metodologi	2
1.6 Sistematika Penulisan	2
2. TEORI DASAR	3
2.1 Jaringan Listrik Mikro	3
2.2 Pembangkit Listrik Tenaga Bayu	4
2.2.1 Sistem operasi turbin angin	4
2.2.1.1 Turbin angin dengan kecepatan konstan	4
2.2.1.2 Turbin angin dengan kecepatan bervariasi	5
2.2.1.3 Perhitungan daya yang dihasilkan dari turbin angin	6
2.2.1.4 Pengaruh tinggi turbin angin pada kecepatan angin	7
2.3 Simulasi Perangkat Penggerak Turbin Angin	8
2.4 Generator	9
2.4.1 Catu medan penguat	10
2.5 Pencatu baterai	11
2.5.1 Penyearah 3 fasa gelombang penuh setengah terkendali	12
2.6 Invertor	13

3. SUDI IMPLEMENTASI

PENGENDALIAN TEGANGAN PENCATU BATERAI PADA SIMULASI PLTB	15
3.1 Bentuk Jaringan AS Mikro	15
3.2 Simulasi Penggerak turbin Angin	15
3.3 Pengendali Tegangan Generator	16
3.3.1 Cara kerja rangkaian pengendali	17
3.3.2 Rangkaian pengendali penguat medan	17
3.4 Pengendali Tegangan Pencatu Baterai	19
3.4.1 Cara kerja rangkaian	20
3.4.2 Rangkaian daya pencatu baterai	20

4. ANALISIS DATA DAN PEMBAHASAN

22

4.1 Pengujian pencatu baterai	22
4.1.1 Pengujian generator sebagai pencatu daya penyearah terkendali dengan beban resistip	22
4.1.2 Pengujian generator dengan putaran berubah dan arus penguat medan generator tetap tanpa mencatu baterai	23
4.1.3 Pengujian generator dengan putaran berubah sedang arus penguat medan tetap dengan mencatu baterai	24
4.1.4 Pengujian generator dengan putaran maupun arus penguat medan generator tetap dan arus pengisian baterai dijaga konstan.	26
4.2 Pengujian PLTB disambungkan dengan jaringan AS	29
4.3 Analisa Data	31
4.3.1 Pengujian generator sebagai pencatu daya penyearah terkendali saat tegangan jangkar tetap	31
4.3.2 Pengujian generator sebagai pencatu daya penyearah terkendali saat arus penguat medan tetap.	31
4.3.3 Penentuan arus pengisian baterai	32
4.3.4 Pengujian PLTB disambungkan dengan jaringan AS mikro	36

5. KESIMPULAN

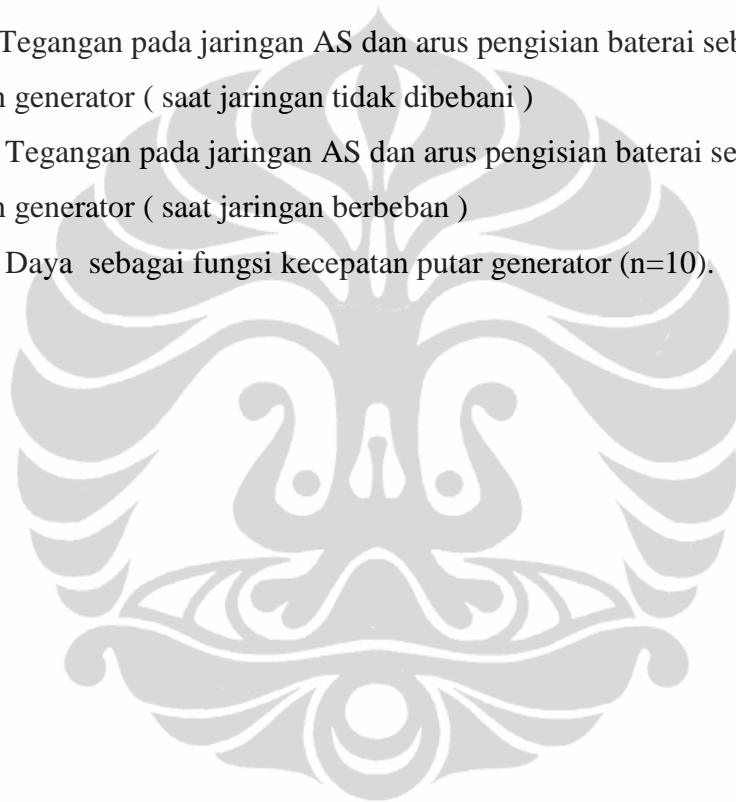
39



DAFTAR GAMBAR

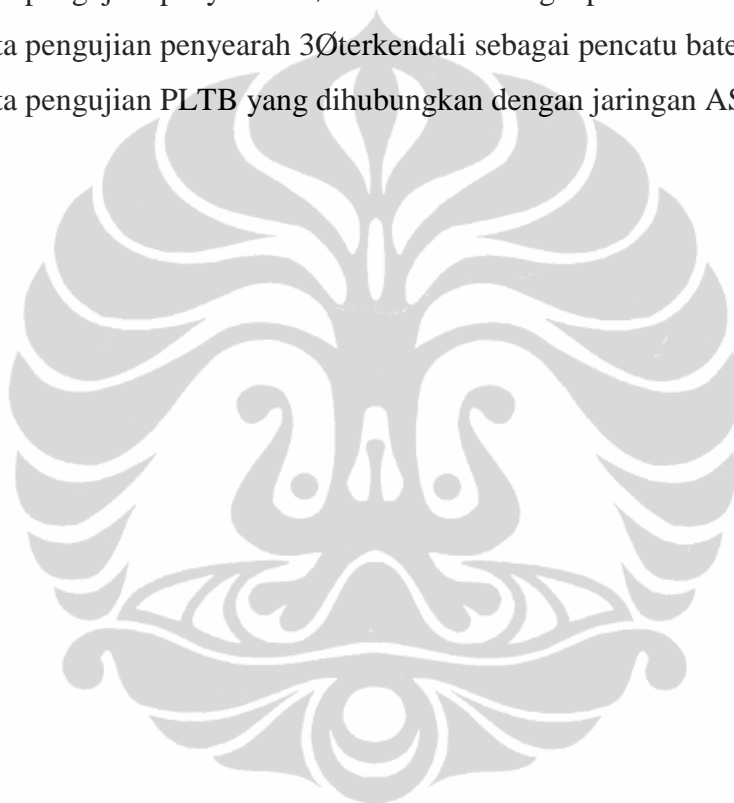
Gambar 2.1a Model jaringan mikro AS digunakan untuk mencatu beban AS.	3.
Gambar 2.1b Model jaringan mikro AS digunakan untuk mencatu beban ABB.	3.
Gambar 2.2 Konversi energi angin menjadi energi listrik	4.
Gambar 2.3 Turbin angin	7.
Gambar 2.4 Kecepatan angin relative fungsi ketinggian	8
Gambar 2.5 Daya sebagai fungsi kecepatan putar	9
Gambar 2.6 Kontruksi generator dengan sikat	10.
Gambar 2.7 Kontruksi generator tapa sikat	11.
Gambar 2.8 Penyearah gelombang penuh setengah terkendali	12.
Gambar 2.9 Bentuk gelombang hasil penyearahan	12.
Gambar 2.10 Konstruksi inverter metoda push pull	14.
Gambar 3.1 Jaringan mikro Arus searah	15
Gambar 3.2 Rangkaian pengendali motor AS	16
Gambar 3.3 Rangkaian pengendali tegangan generator	16
Gambar 3.4 Rangkaian pengendali tegangan dan arus	18
Gambar 3.5 Rangkaian catu penguat medan	18
Gambar 3.6 Rangkaian pencatu baterai	19
Gambar 3.7 Rangkaian penyearah gelombang penuh setengah terkendali	20
Gambar 3.8 Bentuk gelombang hasil penyearahan	21.
Gambar 4.1 Rangkaian pengujian penyearah terkendali dengan beban resistip	22
Gambar 4.2 Rangkaian pengujian pencatu baterai	24
Gambar 4.3 Rangkaian pengujian pencatu baterai	25
Gambar 4.4 Rangkaian pengujian pencatu baterai	27
Gambar 4.5 Rangkaian PLTB dan PV yang dihubung pada jaringan AS mikro	29
Gambar 4.6 Arus penguat medan fungsi putaran generator	31
Gambar 4.7 Tegangan jangkar fungsi putaran generator	32
Gambar 4.8 Tegangan penyearahan, tegangan pencatu baterai dan arus pengisian baterai sebagai fungsi putaran generator	32
Gambar 4.9 Arus penguat medan, tegangan jangkar , sebagai fungsi putaran generator	33

Gambar 4.10 Arus pencatu baterai, tegangan penyearahan dan tegangan baterai sebagai fungsi putaran generator	34
Gambar 4.11 Arus penguat medan, arus pencatu baterai, dan tegangan penyearahan 12 Volt sebagai fungsi putaran generator	35
Gambar 4.12 Arus penguat medan, arus pencatu baterai, dan tegangan penyearahan 24 Volt sebagai fungsi putaran generator	35
Gambar 4.13 Tegangan dan arus pengisian baterai sebagai fungsi putaran generator	37
Gambar 4.14 Tegangan pada jaringan AS dan arus pengisian baterai sebagai fungsi putaran generator (saat jaringan tidak dibebani)	37
Gambar 4.15 Tegangan pada jaringan AS dan arus pengisian baterai sebagai fungsi putaran generator (saat jaringan berbeban)	37
Gambar 4.16 Daya sebagai fungsi kecepatan putar generator (n=10).	38



DAFTAR TABEL

Tabel 4.1	Data pengujian generator	23
Tabel 4.2	Data pengujian generator sebagai pencatu daya	24
Tabel 4.3	Data pengujian pencatu baterai 12V	25
Tabel 4.4	Data pengujian pencatu baterai 24V	26
Tabel 4.5	Data pengujian penyearah 3 \emptyset terkendali sebagai pencatu baterai	27
Tabel 4.6	Data pengujian penyearah 3 \emptyset terkendali sebagai pencatu baterai	28
Tabel 4.7	Data pengujian PLTB yang dihubungkan dengan jaringan AS.	30



DAFTAR LAMPIRAN

Lampiran 1 Data pengujian tegangan yang dicatukan pada jaringan	43
Lampiran 2 Data olahan pengaruh ketinggian turbin angin terhadap kecepatan dan daya turbin	44
Lampiran 3 Data olahan pengaruh putaran turbin angin terhadap daya turbin	52

