

**IMPLEMENTASI KONTROLER LOGIKA FUZZY BERBASIS  
MIKROKONTROLER MCS-51 UNTUK KENDALI EKSTASISASI  
GENERATOR INDUKSI PENGUATAN SENDIRI**

**TUGAS AKHIR**

**Diajukan sebagai salah satu syarat untuk menyelesaikan  
program strata-1 pada Jurusan Teknik Elektro  
Fakultas Teknik, Universitas Andalas**

**Oleh**

**ILHAM WAHYUDI  
02 175 025**

**Pembimbing**

**M. IMRAN HAMID, M.T.**



**JURUSAN TEKNIK ELEKTRO  
FAKULTAS TEKNIK  
UNIVERSITAS ANDALAS  
2007**

## ABSTRAK

Karakteristik yang dimiliki oleh pembangkit non konvensional antara lain daya yang dihasilkan relatif kecil, putaran turbin tidak konstan dan umumnya sistem pembangkitan dioperasikan secara terisolasi. Jika dalam sistem tersebut digunakan generator induksi, maka sumber daya reaktif sebagai eksitasi generator harus disediakan sendiri. Permasalahannya adalah bagaimana menentukan dan mengendalikan tingkat eksitasi disuatu kondisi operasi yang bervariasi agar tegangan terminalnya tetap sesuai dengan yang diinginkan.

Suatu metoda yang dikemukakan untuk mengatasi permasalahan tersebut adalah implementasi sistem kendali menggunakan kontroler logika fuzzy berbasis mikrokontroler MCS-51 dan menerapkan mekanisme switching saklar untuk menyalurkan eksitasi dari sumbernya sesuai dengan kebutuhan. Kelebihan sistem kendali ini yaitu tidak memerlukan model matematis dari plant (objek yang dikontrol) secara detail sehingga memudahkan dalam perancangan sistem kendali. Pengujian terhadap sistem kendali dilakukan dengan memberi gangguan berupa perubahan kecepatan penggerak mula dan perubahan beban.

Hasil pengujian menunjukkan bahwa kendali logika fuzzy yang diterapkan pada sistem kendali eksitasi mampu meminimalisir penyimpangan tegangan terminal yang disebabkan oleh gangguan tersebut, walaupun didapatkan bahwa kinerja sistem ini belum begitu optimal. Dari keseluruhan pengujian, persentase penyimpangan tegangan yang dihasilkan berada dalam rentang standar penyimpangan yang diperbolehkan yaitu -10% hingga +5% dari nilai nominal tegangan (standar di Indonesia).

**Kata kunci:** generator induksi, kendali logika fuzzy, mikrokontroler MCS-51, switching saklar

# BAB I

## PENDAHULUAN

### 1.1 Latar Belakang

Generator induksi merupakan salah satu jenis peralatan konversi elektromekanikal yang dengan berbagai kelebihanannya banyak digunakan untuk mengkonversikan sumber energi primer menjadi energi listrik pada sistem pembangkitan non konvensional. Kelebihan tersebut antara lain: kekokohan konstruksi, harga yang relatif murah, fleksibilitas untuk bekerja pada berbagai tingkat putaran penggerak mula dan kemampuan swa-proteksi terhadap berbagai gangguan kelistrikan. Pembangkitan non konvensional ditemui antara lain pada sistem konversi tenaga angin (SKEA) ataupun pembangkit listrik tenaga mikro hidro (PLTMH).

Ciri khas sumber energi bagi pembangkitan non konvensional adalah besarnya yang relatif kecil namun tersebar secara luas diberbagai tempat. Pemanfaatan sumber-sumber ini dengan teknologi yang tepat merupakan salah satu alternatif dalam pemecahan masalah kekurangan dan ketidak-merataan suplai tenaga listrik.

Dalam memanfaatkan sumber-sumber energi non konvensional melalui pembangkit tenaga listrik, pada umumnya sistem pembangkitan dioperasikan secara terisolasi. Jika dalam sistem tersebut digunakan generator induksi, maka sumber daya reaktif sebagai eksitasi generator harus disediakan tersendiri. Sumber eksitasi yang umum dipergunakan berupa bank kapasitor yang dihubungkan ke rangkaian generator melalui saklar-saklar magnetis. Dengan eksitasi yang

mencukupi, akan diperoleh kondisi optimal pengoperasian pembangkit dalam bentuk faktor daya dan efisiensi yang tinggi, regulasi tegangan yang rendah dan pada gilirannya akan memperbaiki keseluruhan performansi sistem. Sebaliknya kekurangan eksitasi akan mengakibatkan generator induksi dapat kehilangan tegangan (*voltage collapse*) dan ketidak-stabilan sistem.

Sehubungan dengan eksitasi, permasalahan yang dihadapi dalam penggunaan generator induksi yang dioperasikan secara terisolasi adalah menyangkut (1) penentuan dan pengendalian tingkat eksitasi (besar kapasitor) yang memberikan tingkat regulasi tegangan terminal serendah mungkin dalam kondisi beban yang berubah (berbeda) pada suatu tingkat kecepatan penggerak mula generator; (2) penentuan dan pengendalian tingkat eksitasi yang memberikan regulasi tegangan terminal serendah mungkin pada suatu tingkat pembebanan dalam kondisi putaran penggerak mula yang berbeda, hal ini perlu diperhatikan mengingat penggunaan peralatan pengaturan kecepatan untuk mendapatkan tingkat putaran yang terjaga konstan membutuhkan investasi yang relatif mahal yang dapat menyebabkan pemanfaatan sumber energi non konvensional skala kecil tidak layak secara ekonomis.

Sejauh ini, penentuan tingkat eksitasi generator induksi dilakukan dengan cara terlebih dahulu memodelkan sistem kelistrikan pembangkitan dalam suatu model matematis pada tingkat pembebanan dan kecepatan putaran tertentu yang kemudian diselesaikan secara analitis ataupun iterasi, hal yang sama dilakukan untuk tingkat pembebanan dan kecepatan yang lain, (Muljadi dan Butterfield, 2005). Sedangkan pengendaliannya menggunakan sistem pengendalian klasik yang perancangannya berbasiskan pemodelan matematis sistem tersebut. Cara ini

## BAB V

### PENUTUP

#### 5.1 Simpulan

Dari hasil pengujian dan analisa dapat diambil beberapa kesimpulan sebagai berikut :

1. Dalam tugas akhir ini telah berhasil dirancang dan dibuat sebuah prototipe alat pengendali eksitasi generator induksi yang didasarkan pada mekanisme switching saklar dan menerapkan kontroler logika fuzzy berbasis mikrokontroler MCS-51 dalam proses pengendaliannya.
2. Kontroler Logika Fuzzy yang diimplementasikan pada alat kendali eksitasi generator induksi telah mampu meminimalisir penyimpangan tegangan yang terjadi akibat perubahan putaran penggerak mula dan perubahan beban walaupun kinerjanya belum begitu optimal. Berdasarkan data hasil pengujian pada tegangan set 380 volt (*line-to-line*), untuk variasi putaran penggerak mula 1350-1650 rpm dengan beban konstan, *error* tegangan maksimum yang terjadi adalah -35,2 volt (9,26 %) dibawah nominal dan 13 volt (3,42%) di atas nominal. Sedangkan pada berbagai variasi beban (6,6% - 10,4%) dengan setting awal putaran penggerak mula konstan, *error* tegangan maksimum yang terjadi sebesar -8,3 volt (3,42 %) dibawah nominal dan 2,6 volt (0,68%) di atas nominal.
3. Mekanisme switching saklar menggunakan komponen relay dengan komponen pendukungnya pada penelitian ini dinilai kurang baik karena dari hasil pengujian ditemukan adanya beberapa kekurangan, salah satunya

## DAFTAR KEPUSTAKAAN

- Budioko, Totok. 2005. *Belajar dengan Mudah dan Cepat Pemrograman Bahasa C dengan SDCC pada Mikrokontroler AT89X051/AT89C51/52 Teori, Simulasi dan Aplikasi*. Cetakan Pertama, Yogyakarta: Penerbit Gava Media.
- Bansal, R.C. 2005. "Three-Phase Self-Excited Induction Generators: An Overview". *IEEE Transaction on Energy Conversion*. 20(2): 292 – 299.
- Bose, B.K. 1996. *Power Electronic & AC Drives*. Prantice Hall.
- Chapman, S.J. 1998. *Electric Machinery Fundamentals*, 3rd ed. Singapore: McGraw-Hill.
- Hasan, Abul R. dan A.H.M. Sadrul Ula. 1994. *Design and Implementation of a Fuzzy Controller Based Automatic Voltage Regulator for a Synchronous Generator*. *IEEE Transactions on Energy Conversion*.
- Hazmi, Ridya. 2002. "Efek Frekuensi Terhadap Karakteristik Kerja Motor Induksi Rotor Sangkar". Tugas Akhir tidak dipublikasikan. Jurusan Teknik Elektro, Fakultas Teknik, Universitas Andalas Padang.
- <http://www.innovativeelectronics.com/Application/ANI6.pdf>
- <http://www.toko-elektronika.com/tutorial/uc2.html>
- Khusuma, Andre. 2003. "Perancangan dan pembuatan Alat Kompensasi Seri Generator Induksi dengan Metoda Modulasi Lebar Pulsa". Tugas Akhir tidak dipublikasikan. Jurusan Teknik Elektro, Fakultas Teknik, Universitas Andalas Padang.
- Kuperman, Alon and Raul Rabinovici. "A Capacitor Emulating Solid-State Voltage Regulator For Autonomous Inductions Generators". Department of Electrical and Computer Engineering Ben-Guiron University of Negev, Beer-Sheva, Israel.
- Rey, J.P. 2002. *Lecture Notes Principles of Fuzzy Logic*. Leeuwarden: Noordelijke Hogeschool.
- Muljadi and C.P. Butterfield. 2005. "Self Excitation and Harmonics in Wind Power Generation". National Renewable Energy Laboratory, Golden, Colorado, U.S.A.
- Nalwan, Paulus Andi. 2003. *Panduan Praktis Teknik Antarmuka dan Pemrograman Mikrokontroler AT89C51*. Jakarta: Penerbit PT. Elex Media Komputindo.