

**PENGENDALIAN TEGANGAN GENERATOR SINKRON
MENGUNAKAN KENDALI BERBASIS
LOGIKA FUZZY**

TUGAS AKHIR

Sebagai salah satu syarat untuk menyelesaikan program strata-I pada
Jurusan Teknik Elektro Universitas Andalas

Oleh:

EDI SAPUTRA
02175036

Pembimbing I:
MUH. IMRAN HAMID, MT

Pembimbing II:
ZAINI, MSc



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

ABSTRAK

Kendali logika fuzzy merupakan salah satu metode pengontrolan yang bekerja berdasarkan kebiasaan-kebiasaan atau pengalaman yang diwujudkan dalam aturan-aturan yang dinamakan if-then rules. Sistem kendali logika fuzzy mulai banyak dikembangkan oleh para engineer sebagai alternatif pengganti sistem kendali konvensional karena kendali logika fuzzy tidak memerlukan model matematis dari plant (objek yang dikendalikan) secara detail sehingga memudahkan dalam perancangan sistem kendali.

Dalam tugas akhir ini dibahas permasalahan desain dan aplikasi kendali logika fuzzy untuk diterapkan pada regulasi tegangan generator sinkron secara otomatis. Sistem kendali tegangan otomatis berbasis logika fuzzy yang dibuat merupakan sistem kendali loop tertutup yang diimplementasikan menggunakan bahasa pemrograman Visual Basic. Nilai tegangan keluaran generator digunakan sebagai sinyal umpanbalik ke kontroler berupa komputer dan perangkat lunak pengendalian yang bekerja berdasarkan prinsip logika fuzzy. Tegangan keluaran generator sinkron dikompensasi oleh kontroler dengan pengaturan eksitasi menggunakan teknik modulasi lebar pulsa (Pulse Width Modulation). Prototipe sistem kendali tegangan dibuat dalam skala laboratorium dan selanjutnya diuji untuk melihat respon pengaturan tegangan terhadap perubahan putaran penggerak mula maupun besar beban.

Dari hasil pengujian terhadap prototipe, diperoleh tegangan keluaran generator sinkron (V_{LN}) yang terkendali (stabil) walaupun kecepatan putar rotor dan tingkat beban generator berubah-ubah. Pada variasi arus beban 33% hingga 55% dan kecepatan putar rotor 1400-1600 rpm, error tegangan maksimal yang terjadi untuk generator yang terkendali adalah 1,18% atau 2,6 Volt.

Kata Kunci : Sistem Kendali Logika Fuzzy, if-then rules, regulasi tegangan, sistem kendali loop tertutup, modulasi lebar pulsa.

BAB I

PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Dewasa ini kebutuhan akan energi listrik kian meningkat. Oleh karena itu diperlukan usaha-usaha untuk memenuhi kebutuhan energi listrik, yakni dengan membangun pembangkit-pembangkit listrik yang baru dengan memanfaatkan sumber energi non-konvensional seperti mikrohidro, tenaga angin, dan lain-lain. Pada sumber-sumber energi ini, proses konversi elektro-mekanikal dapat dilakukan dengan menggunakan dua macam generator yaitu generator sinkron dan generator asinkron (generator induksi). Kedua generator ini memiliki kelebihan dan kekurangan masing-masing dalam operasinya.

Penggunaan generator sinkron sebagai pengkonversi elektro-mekanikal mempunyai kelebihan diantaranya adalah bahwa generator sinkron sangat sesuai untuk aplikasi operasi independen dan sangat cocok diterapkan pada pembangkit listrik dengan sumber energi non-konvensional yang biasanya memiliki kecepatan penggerak mula yang variabel. Kelebihan generator sinkron tersebut didukung oleh kemudahan dalam penyediaan daya reaktif melalui eksitasi, sehingga proses pengendalian tegangan generator menjadi lebih mudah. Dengan demikian diharapkan dapat diperoleh tegangan keluaran generator yang stabil meskipun kecepatan putar rotor dan tingkat beban generator berubah-ubah. Atas dasar inilah pada penelitian digunakan generator sinkron sebagai pembangkit energi listrik. Sebagai penggerak mula dengan kecepatan variabel digunakan motor DC shunt.

Untuk menjaga tegangan keluaran generator agar tetap pada kondisi operasi yang nominal walaupun dengan tingkat beban dan kecepatan penggerak mula yang bervariasi, generator sinkron dilengkapi dengan *Automatic Voltage Regulator (AVR)*. Pengontrolan yang digunakan pada AVR umumnya masih menggunakan komponen analog dengan aksi kontrol konvensional seperti kontrol *proporsional*, kontrol *integral* dan kontrol *derivatif*. [1]

Sementara itu, saat ini telah berkembang suatu teknologi dimana kita tidak lagi menggunakan cara konvensional dalam melakukan pengontrolan. Tetapi kita dapat menerapkan suatu sistem kendali yang meniru pola pikir manusia dalam melakukan pengontrolan. Sistem kendali ini disebut dengan sistem kendali logika *fuzzy (fuzzy logic control)*. Sistem kendali logika *fuzzy* merupakan suatu metoda pengontrolan dimana dalam melakukan pengontrolan, sistem kendali ini bekerja berdasarkan kebiasaan-kebiasaan atau pengalaman yang diwujudkan dalam aturan-aturan yang dinamakan *if-then rules*.

Menurut Abul R. Hasan, metode pengontrolan logika *fuzzy* memiliki beberapa kelebihan jika dibandingkan dengan metode pengontrolan konvensional, yaitu kendali logika *fuzzy* tidak memerlukan model matematis dari *plant* (objek yang dikontrol) secara detail sehingga cocok untuk diterapkan pada sistem yang sulit untuk dimodelkan secara matematis. Sistem kendali logika *fuzzy* juga cenderung meminimalkan *overshoot* dan kecenderungan ini dapat memperhalus operasi dan meningkatkan efisiensi secara keseluruhan.

Ketersediaan mikroprosesor yang cukup murah saat ini juga mendorong para *engineer* untuk mulai menerapkan pengontrolan secara digital dengan

BAB V

PENUTUP

5.1 Kesimpulan

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

1. Dalam tugas akhir ini telah berhasil dirancang dan dibuat sebuah prototipe sistem kendali tegangan generator sinkron berbasis logika *fuzzy* yang menggunakan metode *Pulse Width Modulation* (PWM) untuk pengendalian sumber arus eksitasi generator sinkron.
2. Sistem kendali ini mampu menjaga tegangan keluaran generator sinkron agar tetap pada nilai yang diinginkan meskipun parameter-parameter yang mempengaruhinya berubah-ubah. Tegangan terkendali yang dihasilkan memiliki *error* tegangan yang kecil terhadap tegangan set. Dari hasil pengujian, untuk variasi arus beban 33% hingga 55% dan kecepatan putar rotor 1400-1600 rpm, *error* tegangan maksimal yang terjadi untuk generator yang terkendali adalah 1,18% atau 2,6 Volt.
3. Respon tegangan generator sinkron dalam mencapai kestabilan membutuhkan waktu hingga 2 detik. Waktu respon tegangan ini dinilai masih kurang baik. Hal ini disebabkan banyaknya prosedur sistem kendali di luar program utama yang dijalankan oleh komputer pada satu interval waktu tertentu sehingga program utama proses kendali tegangan itu sendiri berjalan lambat. Karena itu perlu dilakukan beberapa penyempurnaan pada

DAFTAR KEPUSTAKAAN

- [1] Abul R. hasan, A.H.M. Sadrul Ula, *Design and Implementation of a Fuzzy Controller Based Automatic Voltage Regulator for a Synchronous Generator*, *IEEE Transactions on Energy Conversion*, Vol.9, N0.3, September 1994.
- [2] Stephen J. Chapman, *Electric Machinery Fundamentals*, 3rd ed, McGraw-Hill, Singapore, 1999.
- [3] Zuhail, *Dasar Teknik Tenaga Listrik dan Elektronika Daya*, PT Gramedia Pustaka Utama, Jakarta, 1995.
- [4] R. Panjaitan, *Mesin Listrik Arus Bolak-Balik*, Tarsito, Bandung, 2000.
- [5] Andri Khusuma, *Perancangan dan Pembuatan Penyearah Arus Besar Terkendali dengan Metode PWM*, Tugas Sarjana, Jurusan Teknik Elektro Universitas Andalas, Padang, 2003.
- [6] J.P.Rey, *Lecture Notes Principles of Fuzzy Logic*, Noordelijke Hogeschool Leeuwarden, 2002.
- [7] Zulhamdi, *Simulasi Hybrid PI-Fuzzy Kontroler pada Sistem Weight Feeder Conveyor*, Tugas Sarjana, Jurusan Teknik Elektro Universitas Andalas, Padang, 2006.
- [8] Muhammad H Rashid, *Elektronika Daya : Rangkaian, Devais, dan Aplikasinya*, Prenhallindo, Jakarta, 1999.
- [9] Fauzan Nurmatias, *Perancangan sistem akuisisi data dalam sistem tenaga listrik*, Tugas Sarjana, Jurusan Teknik Elektro Universitas Andalas, Padang, 2004.
- [10] Harso Adjie, *Aplikasi Mikroprosesor untuk Mengontrol Lampu Penerangan*, Elex Media Komputindo, Jakarta, 2004.
- [11] Michael Halvorson, *Microsoft Visual Basic 6.0 Professional. Step by Step* . terj. Adi Kurniadi, PT.Elex Media Komputindo, Jakarta, 1999.
- [12] Panduan untuk Pembangunan Pembangkit Listrik Mikro Hidro.