

**PERANCANGAN DAN PEMBUATAN  
PROTOTYPE ALAT PENGONTROL TEGANGAN TERMINAL  
GENERATOR SINKRON DENGAN MENGGUNAKAN  
SUMBER EKSITASI KONVERTER *BUCK-BOOST***

**TUGAS AKHIR**

**Sebagai salah satu syarat untuk menyelesaikan  
Program Stratum-1 pada Jurusan Teknik Elektro  
Fakultas Teknik Universitas Andalas**

Oleh :

**PIERY TOGAP P. B.**  
02 175 002

Pembimbing Tugas Akhir :

**M. IMRAN HAMID, M. T.**  
NIP. 132 240 212



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

## ABSTRAK

*Dewasa ini banyak dikembangkan pembangkit listrik dengan daya skala kecil. Nilai tegangan terminal generator yang digunakan akan mengalami perubahan seiring dengan perubahan putaran turbin dan pemakaian beban. Untuk itu diperlukan pengontrolan tegangan terminal generator yang digunakan.*

*Pada penelitian ini digunakan generator sinkron sebagai pembangkit energi listriknya. Pengontrolan tegangan keluaran terminalnya dilakukan dengan menggunakan sumber eksitasi berupa konverter buck-boost yang dikontrol dengan kontroler analog menggunakan aksi kontrol proporsional integrator (PI). Untuk menguji kerja dari konverter buck-boost tersebut dilakukan pengujian dengan memvariasikan putaran prime mover (dalam kisaran  $\pm 10\%$  dari putaran nominalnya, yaitu 1500 rpm) dan generator tanpa beban serta generator sinkron berbeban konstan dan juga dilakukan pengujian dengan cara memvariasikan beban generator sinkron (dalam kisaran antara 27,07% s.d. 54,02% dari beban nominalnya, yaitu 0,43 A) dan putaran prime mover dijaga konstan.*

*Dari data hasil pengujian yang dilakukan, jika tanpa menggunakan konverter buck-boost sebagai sumber eksitasinya, secara keseluruhan penyimpangan tegangan yang terjadi yaitu antara -10,91% s.d. +9,09% dan setelah menggunakan konverter buck-boost penyimpangan tegangannya dapat diperbaiki sehingga nilainya berkisar antara -3,18% s.d. +2,27%.*



# BAB I

## PENDAHULUAN

### 1.1 LATAR BELAKANG

Dewasa ini banyak dikembangkan pembangkit listrik dengan daya dalam skala kecil dan mempunyai kecepatan putaran turbin yang bervariasi, antara lain dapat berasal dari energi angin, air, dan lain-lain. Untuk membangkitkan energi listriknya dapat digunakan generator induksi maupun generator sinkron. Namun, kedua-duanya akan mempunyai kendala yang sama yaitu keluaran tegangan dan frekuensi listriknya akan berubah-ubah seiring dengan perubahan pada putaran turbin dan pemakaian beban. Oleh karena itu diperlukan peralatan pengaturan tegangan dan frekuensi listrik keluaran sehingga generator menghasilkan tegangan dan frekuensi keluaran dengan besar yang dikehendaki.

Untuk melakukan pengaturan terhadap tegangan keluaran generator sinkron dapat dilakukan dengan mengatur tegangan eksitasinya. Pengaturan tegangan keluaran generator sinkron dengan melakukan pengaturan pada eksitasinya juga dilakukan pada pembangkit-pembangkit skala besar milik PLN. Seperti untuk pengaturan eksitasi pada generator di PLTU Ombilin, dimana sumber eksitasi untuk pertama kalinya diperoleh dari baterai, kemudian ketika putaran rotor telah mencapai 40% dari putaran nominalnya, maka sumber eksitasi akan diperoleh dari generator sinkron bantu. Keluaran generator sinkron bantu ini akan disearahkan dan akan menjadi sumber tegangan eksitasi pada generator sinkron utama. Untuk mengontrol tegangan eksitasi pada generator sinkron utama dapat dilakukan pengontrolan terhadap tegangan eksitasi pada generator bantu. Tegangan eksitasi pada generator bantu ini akan sama dengan penjumlahan dari tegangan penyearahan dari dioda dengan tegangan penyearahan dari thyristor. Tegangan penyearahan dari dioda diperoleh dari trafo arus yang terhubung dengan keluaran generator sinkron utama, sedangkan keluaran thyristor diperoleh dari trafo tegangan yang terhubung dengan terminal generator sinkron utama. Pulsa pada thyristor inilah yang diatur sedemikian rupa supaya dapat dibangkitkan arus eksitasi pada generator sinkron utama sesuai dengan yang diinginkan. Untuk mengatur pulsa pada thyristor ini, diperlukan sensor terhadap tegangan pada

terminal generator sinkron utama, sensor terhadap arus yang mengalir keluar dari generator sinkron utama, sensor terhadap tegangan pada terminal eksitasi generator sinkron bantu dan sensor terhadap arus yang mengalir pada eksitasi generator sinkron bantu.

Pada penelitian ini akan dilakukan pengontrolan eksitasi generator sinkron yang akan diterapkan pada pembangkit-pembangkit skala kecil untuk mengontrol tegangan keluarannya. Untuk melakukan pengontrolan generator sinkron pada pembangkit skala kecil ini digunakan konverter *buck-boost* sebagai sumber eksitasinya. Konverter *buck-boost* ini dalam pengontrolannya akan menyensor tegangan keluaran generator sinkron untuk dibandingkan dengan tegangan referensi, hasil perbandingan ini akan menjadi parameter terhadap kerja penyaklaran dari mosfet pada rangkaian daya. Penyaklaran dari mosfet ini akan mempengaruhi keluaran dari konverter *buck-boost*, dimana tegangan eksiter dapat dibuat lebih tinggi atau lebih rendah, sesuai dengan yang diinginkan.

Perancangan dan pembuatan konverter *buck-boost* ini juga telah pernah dilakukan sebelumnya oleh Budi Setiawan pada tahun 2004 (Setiawan, 2004). Dalam penelitiannya, suatu konverter *buck-boost* dirancang dan direalisasikan selanjutnya diterapkan mekanisme pengendalian tegangan sehingga untuk berbagai tingkat tegangan masukan maupun tingkat pembebanan, tegangan terminal cenderung konstan. Pengontrolan tegangan eksitasi dengan konverter *buck-boost* ini diharapkan lebih cocok diterapkan pada generator sinkron di pembangkit-pembangkit skala kecil jika dibandingkan dengan pengontrolan tegangan eksitasi sebagaimana pada generator pembangkit skala besar yang telah diuraikan diatas.

## 1.2 PERMASALAHAN

Permasalahan yang diangkat dalam penelitian ini adalah bagaimana mendesain suatu prototipe alat pengontrol tegangan keluaran generator sinkron pada pembangkit listrik skala kecil, misalnya untuk suatu konsumen tunggal, dengan tingkat kecepatan yang tidak konstan atau beban yang tidak konstan, tetapi dapat dihasilkan suatu daya listrik dengan tegangan yang cenderung konstan



## BAB V

### PENUTUP

#### 5.1 SIMPULAN

Dari keseluruhan perancangan dan perakitan terhadap rangkaian konverter *buck-boost* maka dapat disimpulkan bahwa telah dapat dirancang dan dibuat suatu prototipe konverter *buck-boost* sebagai sumber eksitasi pada generator sinkron. Pada keseluruhan percobaan yang dilakukan, daerah persentase penyimpangan tegangan keluaran generator sinkron tertinggi yang terjadi yaitu antara -10,91% s.d. +9,09% dan setelah menggunakan konverter *buck-boost* sebagai sumber eksitasinya daerah penyimpangan tegangannya dapat diperkecil menjadi -3,18% s.d. +2,27%.

Pada kondisi putaran *prime mover* bervariasi ( $\pm 10\%$  dari putaran nominalnya) dan generator dalam kondisi tanpa beban serta berbeban terhubung Y seimbang dan konstan, penyimpangan tegangan keluaran terminal generator sinkron dari nilai nominalnya dapat diperbaiki dengan menggunakan sumber eksitasi konverter *buck-boost* sehingga nilai tegangan cenderung konstan dan tetap berada pada batas toleransinya. Begitu juga halnya pada kondisi beban generator bervariasi (27,70% s.d. 54,02% dari beban nominalnya) dan *prime mover* dijaga berputar konstan, penyimpangan tegangan keluaran terminal generator sinkron juga dapat diperbaiki dengan menggunakan sumber eksitasi konverter *buck-boost* sehingga nilai tegangan terminal generator sinkron cenderung konstan dan tetap berada pada batas toleransinya.

## DAFTAR KEPUSTAKAAN

- [1] Ahmed, A., 1999, Power Electronics For Technology, *Prentice-Hall*, London. 1999
- [2] Chapman, S. J., 1999, Electric Machinery Fundamentals, 3<sup>rd</sup> Edition, *Mc.Graw-Hill. Inc*, New York. 1999
- [3] Guru, B. S., 2006, Buck-Boost, [www.kettering.edu/~bguru/pedc2dc/buckboost.pdf](http://www.kettering.edu/~bguru/pedc2dc/buckboost.pdf). 2006
- [4] Hayt, W.H., Kemmerly, J.E., 1994, Rangkaian Listrik Jilid 1, Edisi Keempat, *Penerbit Erlangga*, Jakarta. 1994
- [5] Hughes, F. W., 1994. Panduan Op-Amp, *PT. Elex Media Komputindo*, Jakarta. 1994
- [6] Mohan, N., Undeland, T. M., Robbins, W. P., 1995, Power Electronics. 2<sup>nd</sup> Edition, *Mc. Graw-Hill, Inc*, New York. 1995
- [7] Ogata, K., 1996, Teknik Kontrol Automatik, *PT. Gelora Aksara Pratama*, Jakarta. 1996
- [8] Palm III, W. J., Modelling, Analysis and Control of Dynamic System, 2<sup>nd</sup> Edition, *John Wiley & Sons, Inc*.
- [9] Rashid, H. M., 1993, Power Electronics, 2<sup>nd</sup> Editions, *Prentice-Hall. Inc*, London. 1993.
- [10] Setiawan, B., 2004, Perancangan dan Pembuatan Regulator DC Menggunakan Konverter Buck-Boost, Tugas Sarjana, *Jurusan Teknik Elektro Universitas Andalas*, Padang. 2004