

PENGONTROLAN TEGANGAN LISTRIK TENAGA MIKROHIDRO (PLTM)

Refdinal Nazir

ABSTRACT

The use of induction machine as a stand-alone Self-Excited Induction Generator (SEIG) have many advantages over conventional synchronous generator due to its low maintenance, low cost, absence of d.c source, inherent overload protection, good transient performance and simple operation. However, this generator has poor quality in the voltage regulation when it is used for electric power generation driven by mycrohidro energy sources under varying load and speed conditions.

To improve the SEIG voltage regulation at desired voltage, the adjustable reactive power generator is equipped in the SEIG to maintain reactive power during variation of speed and load. The SEIG with fixed and variable capacitors connected in parallel to the stator terminal is better than other modes to regulate the terminal voltage of the SEIG. The proposed SEIG model with proposed voltage regulator could be carried out to solve its poor voltage regulation during variation of load and speed.

PENDAHULUAN

Latar Belakang Masalah

Sumatera Barat kaya dengan sumber tenaga air baik dalam skala besar maupun skala kecil. Pemamfaatan sumber energi air dalam skala besar dilakukan dengan pembangunan Pembangkit Listrik Tenaga Air (PLTA), seperti PLTA Maninjau, PLTA Singkarak dan PLTA Rantau Panjang. Sedangkan pemamfaatan sumber energi air dalam skala kecil dilakukan dengan pembangunan Pembangkit Listrik Tenaga Mikrohidro (PLTM).

Salah satu komponen utama dari PLTM adalah generator listrik. Pada awalnya generator yang digunakan adalah generator sinkron. Pada akhir-akhir ini digunakan generator induksi. Generator induksi memiliki banyak keuntungan jika dibandingkan generator sinkron, diantaranya adalah harga yang murah, struktur yang kokoh, serta mudahnya biaya perawatan. Akan tetapi generator ini mempunyai regulasi tegangan dan frekuensi yang buruk selama pembebanan atau perubahan kecepatan. Hal ini akan menyebabkan kualitas daya listrik yang rendah, sehingga dapat merugikan pihak konsumen PLTM.

Berlantar belakang permasalahan di atas, maka dalam penelitian ini akan dilakukan suatu usaha untuk memperbaiki regulasi yang buruk dari generator induksi. Sehingga pemamfaatan generator induksi pada PLTM dapat dijamin kualitas dari daya listrik yang dihasilkan.

Tujuan Penelitian

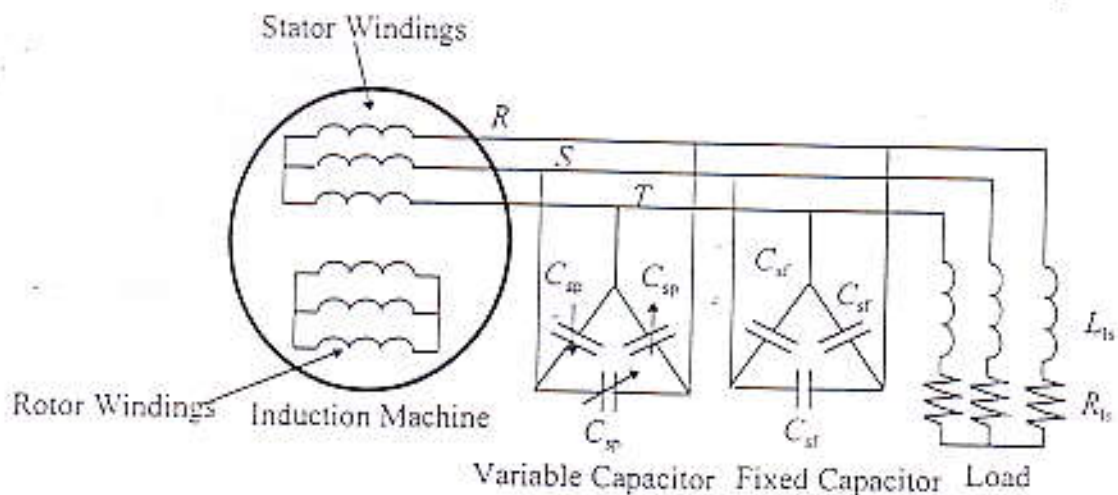
Penelitian ini bertujuan untuk merancang peralatan kontrol tegangan yang dapat memperbaiki regulasi tegangan generator induksi sebagai generator PLTM.

Manfaat Penelitian

Manfaat dari penelitian ini adalah untuk meningkatkan kualitas daya listrik yang dibangkitkan oleh PLTM, sehingga energi listriknya dapat diperluas untuk memasok keperluan industri.

Tinjauan Pustaka

Pada tahun 70'an ketika dunia mengalami krisis minyak masyarakat internasional mulai meningkatkan penggunaan energi non-konvensional sebagai energi alternatif. Generator Induksi Penguatan Sendiri (GIPS) mempunyai banyak kelebihan dibandingkan generator (konvensional) sinkron. Diantara kelebihan tersebut adalah biaya perawatan dan pembuatan yang murah, tidak memerlukan sumber daya d.c., sistem proteksi yang sederhana, pengoperasian yang mudah dan perilaku peralihan yang baik. Oleh karena itu, penggunaan GIPS pada pembangkit tenaga listrik yang digerakkan oleh tenaga non-konvensional, seperti tenaga angin, mikro hidro, gelombang laut dan biomass perlu mendapat perhatian dimasa mendatang.



Gbr. 1 Sistem pengontrolan tegangan GIPS dengan menggunakan kapasitor variabel

Walaupun GIPS mempunyai banyak kelebihan, namun generator ini mempunyai regulasi tegangan yang buruk, terutama bila dioperasikan dalam keadaan berbeban dan variasi kecepatan. Untuk mengatasi keadaan ini maka diperlukan peralatan kontrol tegangan. Peralatan ini berfungsi untuk mempertahankan keseimbangan daya reaktif selama variasi beban dan kecepatan generator. Suatu peralatan alternatif yang dapat digunakan sebagai peralatan kontrol tegangan adalah sistem pengontrolan nilai kapasitor. Dengan pengaturan besarnya nilainya kapasitor, keseimbangan daya reaktif dapat dipertahankan, sehingga tegangan generator dapat dipertahankan konstan. Pada gambar 1 diperlihatkan mesin induksi dilengkapi dengan kapasitor tetap dan kapasitor variabel. Kapasitor tetap digunakan untuk mensupply daya reaktif yang diperlukan oleh generator pada keadaan beban nol dan kecepatan nominal. Sedangkan kapasitor variabel digunakan untuk mengkompensasi kekurangan/kelebihan daya reaktif selama variasi beban atau kecepatan.

METODA PENELITIAN

Untuk menyelesaikan permasalahan dalam penelitian ini dilakukan dengan langkah-langkah berikut ini

i. Mengobservasi karakteristik kerja GIPS

Pada tahap ini dilakukan pensimulasian dan pengujian labor terhadap efek pembebanan dan perubahan kecepatan rotor pada tegangan keluaran generator. Pensimulasian menggunakan komputer dalam bahasa MATLAB.

ii. Perancangan alat kontrol tegangan

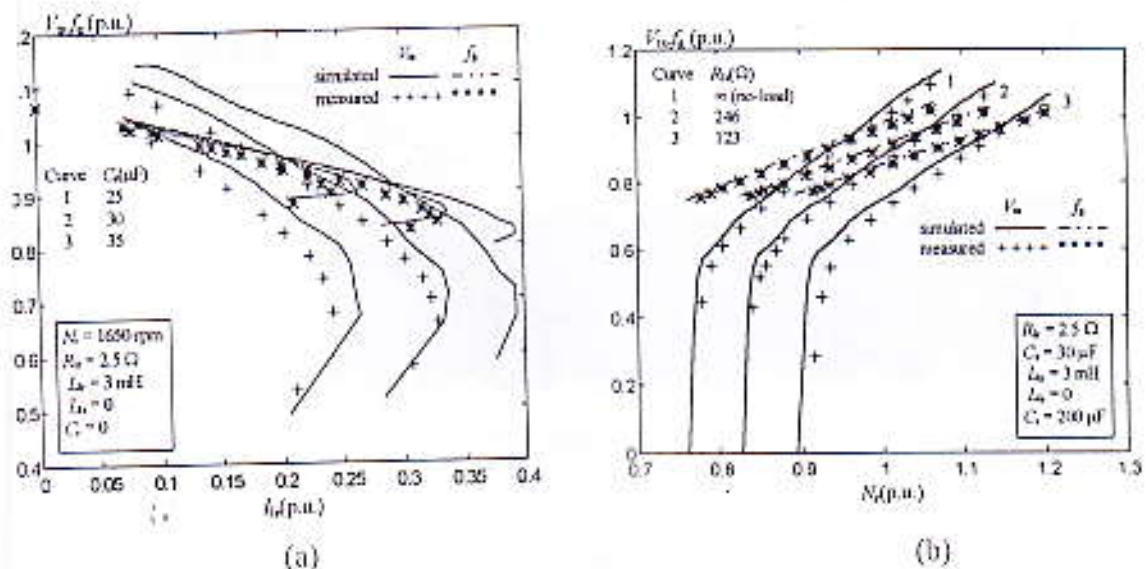
Pada tahap ini dilakukan perancangan alat kontrol tegangan GIPS didasarkan data mesin dan karakteristik kerja GIPS. Hasil rancangan ini diuji di laboratorium dengan menggunakan mesin yang telah diketahui karakteristik kerjanya.

HASIL PENELITIAN

Dalam penelitian ini, sebagai objek yang digunakan adalah GIPS 3-fasa, 4 kutub, 10.2 Amper, 3,7 kW, hubungan delta. Pengujian dilakukan dalam 2 tahap, yaitu pengujian karakteristik kerja dan pengontrolan tegangan.

Karakteristik Kerja GIPS

Hasil pengujian karakteristik kerja GIPS diperlihatkan oleh Gbr. 2. Pada gambar 2a ditunjuk efek variasi kecepatan rotor terhadap tegangan keluaran generator. Seperti diperlihatkan oleh Gbr. 2a, Penurunan kecepatan rotor akan menyebabkan penurunan tegangan keluaran GIPS. Jika pengurangan kecepatan diteruskan, maka pada satu nilai kecepatan tertentu tegangan keluaran generator akan mengalami penurunan yang cepat dan menuju nol. Nilai kecepatan ini disebut dengan kecepatan kritis.

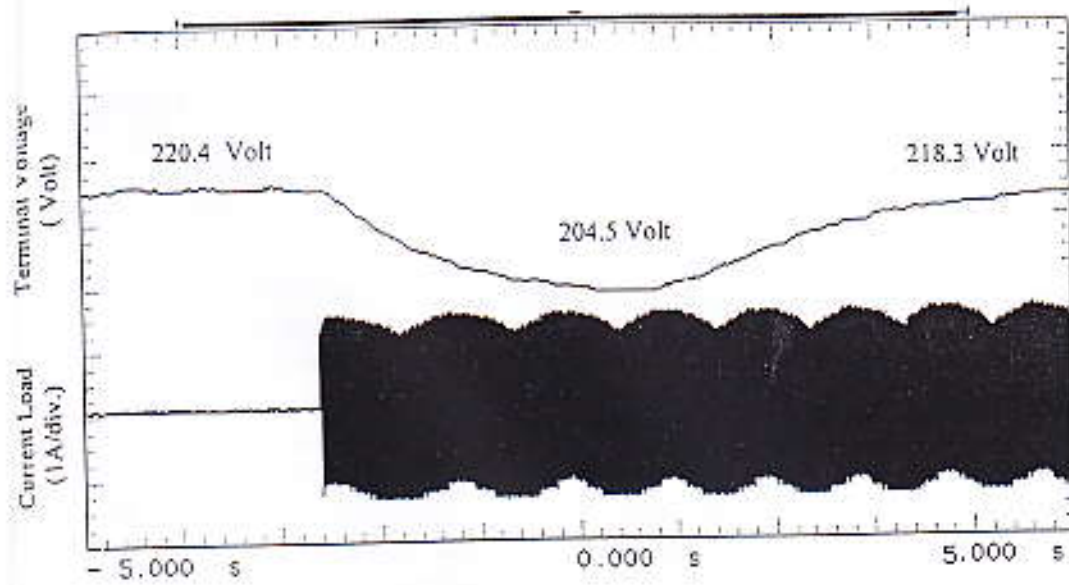


Gbr. 2 Karakteristik kerja GIPS sebagai variasi kecepatan rotor & beban
 (a) variasi kecepatan rotor
 (b) variasi beban

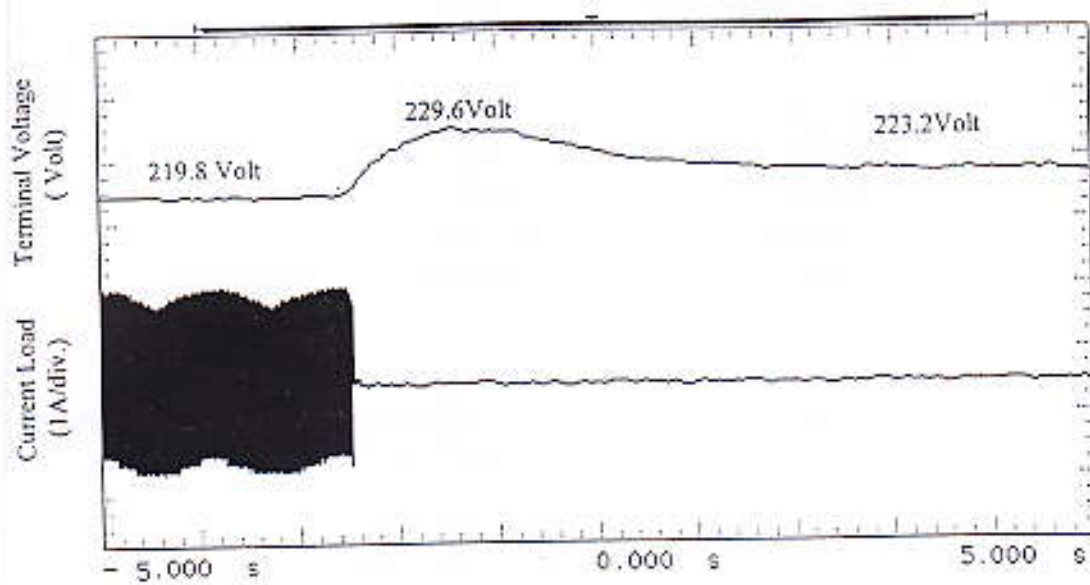
Efek variasi beban terhadap tegangan keluaran generator diperlihatkan oleh Gbr. 2b. Peningkatan beban akan menyebabkan penurunan tegangan keluaran generator, seperti diperlihatkan oleh Gbr. 2b. Jika peningkatan beban diteruskan, maka generator akan mengalami kehilangan eksitasinya pada suatu nilai beban tertentu. Nilai beban ini disebut dengan nilai beban kritis.

Karakteristik GIPS Dengan Alat Kontrol Tegangan

Gbr. 3 menunjukkan karakteristik GIPS dengan alat kontrol tegangan untuk perubahan beban dari 0 ke 0,25 p.u. atau sebaliknya. Respons alat kontrol tegangan terhadap perubahan mendadak dari beban dari 0 ke 0,25 p.u. diperlihatkan oleh Gbr. 3a. Seperti diperlihatkan oleh Gbr. 3a, Generator membutuhkan waktu 3,5 detik untuk dapat kembali ke kondisi stabil setelah terjadi pembebanan mendadak. Sedangkan pada Gbr. 3b ditunjukkan bahwa generator membutuhkan waktu 5,5 detik untuk dapat kembali ke kondisi stabil setelah terjadi pelepasan beban generator.



(a)



(b)

Gbr. 3 Respons tegangan keluaran GIPS dengan alat kontrol tegangan selama perubahan beban

- perubahan dari 0 ke 0,25 p.u. beban
- perubahan dari 0,25 p.u. ke 0 beban

KESIMPULAN

Berdasarkan analisa dan hasil penelitian dapat dibuat kesimpulan sebagai berikut :

1. Pembebanan generator akan menyebabkan penurunan tegangan keluaran generator. Penurunan tegangan keluaran semakin cepat dengan peningkatan beban. Hal ini disebabkan karena penurunan tegangan pada GIPS bukan hanya disebabkan oleh tegangan jatuh akan tetapi juga disebabkan karena berkurangnya arus eksitasi selama pembebanan.
2. Penurunan kecepatan rotor akan menyebabkan penurunan tegangan keluaran generator. Hal ini dapat dipahami bahwa penurunan kecepatan akan menyebabkan penurunan frekuensi dan selanjutnya menyebabkan penurunan arus eksitasi.
3. Untuk memperbaiki regulasi tegangan keluaran pada GIPS digunakan variabel kapasitor. Variabel kapasitor ini akan berfungsi mengkompensasi kekurangan/kelebihan daya reaktif pada sistem, sehingga kestabilan daya reaktif pada sistem dapat dipertahankan dan tegangan keluaran dapat pula dipertahankan konstan.
4. GIPS dengan variabel kapasitor dapat menyelesaikan persoalan regulasi tegangan keluaran yang buruk dalam penggunaannya sebagai generator PLTM.

SARAN

Didasarkan banyaknya keuntungan yang dapat diperoleh dari GIPS, seperti biaya pembuatan dan perawatan yang murah, sistem proteksi yang sederhana dan sistem pengoperasian yang sederhana, serta dapat diatasinya persoalan regulasi tegangan keluaran yang buruk dengan variabel kapasitor, maka disaran untuk mengganti penggunaan generator sinkron pada PLTM dengan GIPS.

Kepustakaan

- Nazir Refdinal, '*Analisa Perilaku Mantap dari GIPS dengan Model yang Digeneralisasi*' Jurnal Teknik No. 13 April 2000.
- Rashid Muhammad, '*Power Electronics, Circuit Devices and Applications*' Prentice Hall 1993.
- Nazir Refdinal, '*Developmet of SEIG for Variable Speed and Load Conditions*' Disertasi Ph. D UTM Oktober 1999.