

Analisis Dan Pemodelan Generator Induksi Satu Fasa Penguatan Sendiri Dengan Rangkaian Ekuivalen Invers Γ

Amir Hamzah, Suwitno, Feranita

Fakultas Teknik
Universitas Riau Pekanbaru, Indonesia.
hamzah5775@yahoo.com

ABSTRACT

Characteristics of single phase induction generator are obtained with used an equivalent circuit. Modeling and analysis of self-excited single phase induction generator have been done in this paper. Core saturation effect is included in this analysis. An accurate equivalent circuit is required in order to obtain good analysis. Equivalent circuit type Γ inverse is derived in this paper from standard equivalent circuit. This equivalent circuit is simple and the reactance stator leakage equal to the reactance rotor leakage assumption is not required to determine the parameters. Thus, determining the parameters can be done more accurate and we can obtain core saturation characteristic similar to the actual condition. The experiment results of induction generator are presented in this paper. The rms voltage of induction generator at no loaded at speed constant 1560 rpm is 220 V with frequency 52 Hz and at loaded 240 W is 198 V.

Keywords: single phase induction generator, core saturation, equivalent circuit type Γ invers.

ABSTRAK

Karakteristik generator induksi satu fasa dapat diperoleh dengan menggunakan suatu rangkaian ekuivalen dari generator tersebut. Pada tulisan ini telah dilakukan pemodelan dan analisis transient karakteristik generator induksi satu fasa penguatan sendiri. Pemodelan generator induksi satu fasa dilakukan dengan memasukkan pengaruh kejenuhan inti. Untuk bisa melakukan analisis yang akurat dibutuhkan model rangkaian ekuivalen yang akurat juga. Pada tulisan ini diturunkan rangkaian ekuivalen bentuk invers Γ dari rangkaian ekuivalen standard. Rangkaian ekuivalen ini lebih sederhana dan dalam menentukan parameternya tidak membutuhkan asumsi reaktansi bocor stator sama dengan reaktansi bocor rotor. Sehingga penentuan parameter dapat dilakukan lebih teliti dan memperoleh karakteristik kejenuhan inti yang mendekati keadaan sebenarnya. Beberapa hasil eksperimen ditunjukkan untuk memverifikasi analisis. Tegangan beban nol generator induksi pada kecepatan konstan 1560 rpm adalah 220 V_{rms} dengan frekuensi 52 Hz dan saat dibebani sebesar 240 W tegangan adalah 198 V_{rms}.

Kata kunci: Generator Induksi Satu Fasa, Kejenuhan Inti, Rangkaian Ekuivalen Bentuk Invers Γ

PENDAHULUAN

Penggunaan generator induksi semakin meningkat dalam sistem pembangkitan tenaga listrik yang menggunakan energi nonkonvensional (Olorunfemi Ojo, 1995, 1996). Energi nonkonvensional yang dapat digunakan meliputi energi angin, mikro/mini hidro dan lain-lain. Pada daerah yang terisolasi, generator induksi rotor sangkar dengan eksitasi kapasitor sangat banyak digunakan. Generator induksi lebih unggul dibanding dengan generator sinkron. Kelebihan generator induksi adalah harga lebih murah, andal, tanpa sikat, tidak membutuhkan sumber dc terpisah, perawatan mudah dan proteksi sendiri bila terjadi beban lebih dan hubung singkat.

Beberapa studi sebelumnya telah membahas kinerja generator induksi satu fasa kondisi transient dan mantap dengan menggunakan rangkaian ekuivalen kerangka referensi d-q konvensional dengan memasukkan pengaruh kejenuhan inti dan rugi-rugi inti (Olorunfemi Ojo 1995). Dalam tulisan ini dilakukan penyederhanaan rangkaian ekuivalen generator induksi satu fasa yang telah ada sebelumnya, dengan menggunakan metode penyederhanaan rangkaian ekuivalen yang telah dilakukan pada motor induksi tiga fasa (Pekik Argo Dahono, 2008).

METODE PENELITIAN

Analisis dan pemodelan generator induksi satu fasa dalam tulisan ini dilakukan untuk mengetahui performansi yang lebih akurat yang dihasilkan generator. Analisis dan pemodelan dilakukan dengan persamaan metoda kerangka referensi tetap dan membuat rangkaian ekivalen generator induksi satu fasa dengan saturasi dan rugi-rugi inti. Parameter rangkaian ekivalen mesin yang digunakan dalam tulisan ini diperoleh dengan melakukan pengujian *stand-still* dan *synchronous* (E. R. Collins et al, 1993, C van der Merwe, et al, 1995, Olorunfemi Ojo et al, 2001) dengan pendekatan menggunakan persamaan yang diperoleh dari transformasi.

Rangkaian ekivalen mesin induksi satu fasa diturunkan dari persamaan tegangan stator dan rotor (1)-(4) (Ojo, 1995) sebagai berikut:

$$v_{qs} = r_{qs} i_{qs} + p \lambda_{qs} \quad (1)$$

$$v_{ds} = r_{ds} i_{ds} + p \lambda_{ds} \quad (2)$$

$$0 = r_{qr}' i_{qr}' - N_{qd} \omega_r \lambda_{dr}' + p \lambda_{qr}' \quad (3)$$

$$0 = r_{dr}' i_{dr}' + N_{dq} \omega_r \lambda_{qr}' + p \lambda_{dr}' \quad (4)$$

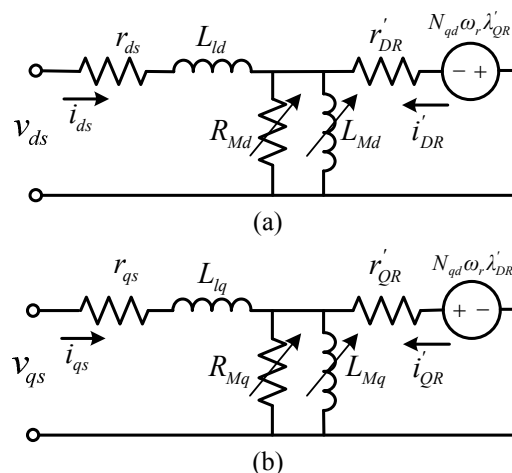
Dengan menggunakan persamaan daya rugi-rugi rotor, dapat dilakukan manipulasi persamaan dalam persamaan generator di atas. Selama besaran yang terukur tidak berubah, yaitu besaran resistansi belitan utama dan bantu stator, maka dapat diubah besaran rotor dengan bebas. Hasil manipulasi persamaan rangkaian ekivalen invers Γ dapat dilihat pada persamaan (5)-(8) dan rangkaian ekivalen dapat dilihat pada gambar 1.

$$v_{qs} = r_{qs} i_{qs} + p \lambda_{QS} \quad (5)$$

$$v_{ds} = r_{ds} i_{ds} + p \lambda_{DS} \quad (6)$$

$$0 = r_{QR}' i_{QR}' - N_{qd} \omega_r \frac{k_q}{k_d} \lambda_{Mq} + p \lambda_{Mq} \quad (7)$$

$$0 = r_{DR}' i_{DR}' + N_{dq} \omega_r \frac{k_d}{k_q} \lambda_{Mq} + p \lambda_{Mq} \quad (8)$$

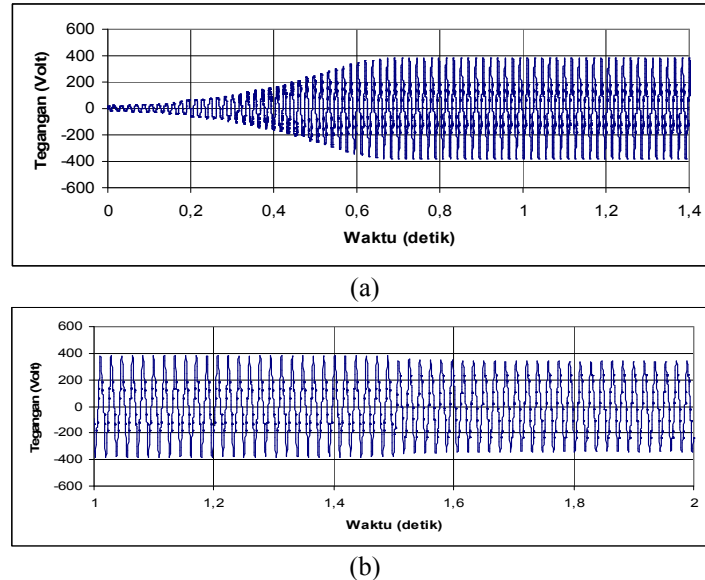


Gambar 1. Rangkaian ekivalen generator induksi satu fasa bentuk invers Γ .
(a) sumbu q, (b) sumbu d.

HASIL DAN PEMBAHASAN

Mesin induksi satu fasa dapat dioperasikan sebagai generator dengan menghubungkan kapasitor di dua belitan yang ada pada stator. Analisis dilakukan dengan bantuan simulator. Kapasitor dihubungkan pada belitan utama serta generator dalam kondisi tanpa beban. Dengan menggunakan simulator Matlab dan memasukkan parameter nilai kecepatan konstan sama dengan 1560 rpm,

nilai C_q sama dengan $40 \mu\text{F}$, diperoleh proses pembangkitan dari generator induksi satu fasa seperti pada gambar 2. Dari gambar terlihat bahwa tegangan mulai stabil pada saat waktu 0,7 detik, tegangan beban nol generator induksi adalah $220 V_{\text{rms}}$ dengan frekuensi 52 Hz. Analisis selanjutnya dilakukan dengan kondisi generator dibebani sebesar 240 W, dengan kecepatan konstan 1560 rpm, diperoleh tegangan adalah $198 V_{\text{rms}}$.



Gambar 2. a. Hasil simulasi proses pembangkitan tegangan generator induksi satu fasa,
b. Hasil simulasi perubahan tegangan saat pembebanan.

KESIMPULAN

Model rangkaian ekivalen bentuk invers Γ memiliki jumlah parameter yang lebih sedikit, sehingga dalam penentuan parameter rangkaian ekivalennya tidak membutuhkan asumsi reaktansi bocor stator sama dengan reaktansi bocor rotor. Hasil pengujian tegangan beban nol generator induksi satu fasa pada kecepatan konstan 1560 rpm adalah $220 V_{\text{rms}}$ dengan frekuensi 52 Hz dan saat dibebani sebesar 240 W tegangan adalah $198 V_{\text{rms}}$.

DAFTAR PUSTAKA

- C van der Merwe, F S van der Merwe. 1995. *A Study of Methods to Measure the Parameters of Single Phase Induction Motors*, IEEE Transactions on Energy Conversion, Vol. 10, No.
- E. R. Collins, Jr, P. B. Boyd. 1993. *Improved Methods for Determining the Equivalent Circuit Parameters for Single-Phase Induction Motor Models*, IEEE Transaction on Energy Conversion, 0-7803-1462-x/93.
- Olorunfemi Ojo. 1995. *The Transient and Qualitative Performance of a Self-Excited Single-Phase Induction Generator*, IEEE Transaction on Energy Conversion, Vol. 10, No. 3, 493-501.
- Olorunfemi Ojo. 1995. *Minimum Airgap Flux Linkage Requirement for Self Excitation in Stand Alone Induction Generators*, IEEE Transaction on Energy Conversion, Vol. 10, No. 3, 484-492.
- Olorunfemi Ojo. 1996. *Performance of Self Excited Single-Phase Induction Generator with Shunt, Short-Shunt and Long-Shunt Excitation Connection*, IEEE Transaction on Energy Conversion, Vol. 10, No. 3, 477-482.
- Olorunfemi Ojo, Obasohan Omozusi, Michael Omoigui, A. A. Jimoh. 2001. *Parameter Estimation of Single-phase Induction Machines*, IEEE Transaction on Energy Conversion, 0-7803-7116-X/01/ 2280-2287.
- Pekik Argo Dahono. 2008, *Kinerja Motor Arus Bolak-Balik yang Dipasok Inverter*, Sekolah Teknik Elektro dan Informatika, ITB.