PENGATURAN TEGANGAN PADA MOTOR INDUKSI TIGA FASA 1 HP SEBAGAI GENERATOR INDUKSI SATU FASA UNTUK PEMBANGKIT LISTRIK TENAGA PIKOHIDRO

Muhadi [1)], Efrita Arfah Z [2)], Ali Khomsah[3)]
Jurusan Teknik Elektro, Institut Teknologi Adhi Tama Surabaya[(1)(2)]
Jurusan Teknik Mesin, Institut Teknologi Adhi Tama Surabaya[(3)]
email : muhadi.adira@gmail.com

ABSTRACT

In general, 3 phases induction motor is used as load motor in industrial fields. One alternative to fulfill the requirement of electrical energy, particularly for low power less than 3 kw, is by utilizing 3 phases induction motor as an induction generator for pikohydro small power plants with illumination load (resistive). Changes on the load on the generator may result in changes of voltage and output frequency. The greater the power load is, the lower the rotational speed, the frequency and the voltage of induction generator. The capacitor size are 5 and 10 µF; the optimal power load to be connected to the induction generator on the pikohydro power plant system is 140 Watt. The voltage of the induction generator will vary in the range of 199 250 volt and the frequency varies between 75 - 79 Hz when the load is varied from 0 to 165 watt. The 3 phases induction motor used is l HP; 2,3 A; pf 0,84; 50 Hz; 910 r/pm as induction generator for pikohydro power plant with a capacitor variation connection for Star connection, C-2C for resistive load.

***Keywords**: induction motor, induction generator, star connection,capacitor, C-2C, three phases*

ABSTRAK

Motor induksi 3 fasa pada umumnya digunakan sebagai motor penggerak beban dalam bidang industri. Salah satu alternatif untuk pemenuhan kebutuhan energi listrik, terutama untuk daya rendah kurang dari 3 kw adalah dengan pemanfaatan motor induksi 3 fasa sebagai generator induksi untuk Pembangkit Listrik Tenaga Pikohidro kecil dengan beban penerangan (resistif). Perubahan beban pada generator dapat menyebabkan perubahan pada tegangan dan frekuensi keluaran. Semakin besar daya beban maka semakin rendah kecepatan putar, frekuensi dan tegangan generator induksinya. Ukuran kapasitor adalah 5 dan 10 µF daya beban yang optimal untuk dihubungkan pada generator induksi pada sistem pembangkit listrik pikohidro 140 Watt. Tegangan generator induksi akan bervariasi antara 199 –250Volt dan frekuensinya bervariasi antara 75 – 79 Hz ketika bebannya divariasi antara 0 -165 Watt.Menggunakan motor induksi tiga fasa 1 HP ; 2,3 A ; pf 0,84 ; 50 Hz ; 910 r/pm sebagai generator induksi untuk pembangkit listrik tenaga pikohidro dengan variasi hubungan kapasitor untuk hubungan Bintang, Delta, C-2C untuk beban resistif.

Kata Kunci :Motor induksi, generator induksi, kapasitor,hubungan C-2C, tiga fasa

PENDAHULUAN

Pembangkit Listrik Tenaga Pikohidro merupakan salah satu sumber energi terbarukan (renewable energy) yang masih belum banyak dimanfaatkan di wilayah Indonesia. Teknologi Pembangkit Listrik Tenaga Pikohidro cocok diterapkan di daerah terpencil karena selain ekonomis, teknologi Pikohidro juga ramah lingkungan bila dibandingkan dengan pembangkit listrik tenaga diesel (PLTD). Untuk pembangkit listrik tenaga pikohidro dengan skala kecil, penggunaan generator induksi sangat tepat karena harga unitnya murah, kontruksinya kuat dan sederhana, mudah dalam pengoperasiannya dan memerlukan sedikit perawatan. Di sisi lain penggunaan generator induksi sebagai pembangkit listrik dapat mengakibatkan resiko terhadap kestabilan sistem pembangkit, khususnya kestabilan tegangan dan frekuensi. Hal ini sesuai dengan karakteristik dari generator induksi dimana apabila terjadi perubahan beban dan putaran maka akan

diikuti oleh perubahan tegangan dan frekuensi, sehingga sistem pembangkit dikatakan tidak stabil. Salah satu komponen Pikohidro adalah generator sebagai alat untuk mengubah energi mekanis poros turbin menjadi energi listrik. Salah satu cara untuk mendapatkan generator induksi adalah mengubah motor induksi menjadi generator induksi dengan cara memberikan suplai daya reaktif kedalam motor induksi. Suplai daya reaktif dapat berasal dari kapasitor atau dari PLN.Dalam penelitian ini,menggunakan motor induksi tiga fasa 1 HP ; 2,3 A ; pf 0,84 ; 50 Hz ; 910 r/pm sebagai generator induksi untuk pembangkit listrik tenaga pikohidro dengan variasi hubungan kapasitor untuk hubunganBintang, Delta, C-2C untuk beban resistif.

TINJAUAN PUSTAKA

Generator induksi merupakan mesin induksi yang dioperasikan sebagai generator. Oleh karena itu, mesin induksi mempunyai persamaan dan konstruksi yang sama untuk generator maupun untuk motor. Dalam pengimplementasian generator induksi sebagai pembangkit listrik terisolasi (*stand-alone*) juga tidak dapat dilepaskan dari kendala di lapangan. Generator induksi yang diterapkanpada suatu sistem pembangkit listrik di daerah terpencil akan dihadapkan pada kenyataan bahwa potensi tenaga penggerak mula yang digunakan untuk memutar generator adalah tidak konstan. Pada sistem pembangkit listrik pikohidro, debit airnya seringkali berubah-ubah akibat pengaruh musim. Besarnya beban listrik yang akan disuplai oleh sistem pembangkit juga tidak konstan. Kondisi tersebut akan berdampak terhadap tegangan dan frekuensi pembangkit. Oleh karena itu, perlu dilakukan suatu penelitian untuk mengetahui karakteristik tegangan dan frekuensi generator induksi 1 fase yang diterapkan pada daerah – daerah tersebut.

Motor induksi adalah suatu mesin listrik yang merubah energi listrik menjadi energi gerak dengan menggunakan gandengan medan listrik dan mempunyai slip antara medan stator dan medan rotor. Motor induksi merupakan motor yang paling banyak kita jumpai dalam industri.Stator adalah bagian dari mesin yang tidak berputar dan terletak pada bagian luar. Dibuat dari besi bundar berlaminasi dan mempunyai alur – alur sebagai tempat meletakkan kumparan. Rotor sangkar adalah bagian dari mesin yang berputar bebas dan letaknya bagian dalam. Terbuat dari besi laminasi yang mempunayi slot dengan batang alumunium / tembaga yang dihubungkan singkat pada ujungnya.Rotor kumparan (wound rotor), Kumparan dihubungkan bintang dibagian dalam dan ujung yang lain dihubungkan dengan slipring ke tahanan luar. Kumparan dapat dikembangkan menjadi pengaturan kecepatan putaran motor. Pada kerja normal slipring hubung singkat secara otomatis, sehingga rotor bekerja seperti rotor sangkar.

Prinsip kerja generator induksi adalah kebalikan daripada kerja motor induksi. Dimana motor berfungsi sebagai motor, kumparan stator diberi tegangan tiga fasa maka akan timbul medan putar dengan kecepatan sinkron. Dan jika motor digunakan sebagai generator maka rotor diputar dengan kecepatan yang lebih besar dari kecepatan sinkronnya. Dengan kecepatan rotor yang melebihi kecepatan sinkron dapat dikatakan generator induksi bekerja pada slip negatif. Pada saat motor induksi digunakan sebagai generator induksi maka diperlukan daya reaktif atau daya magnetisasi untuk menghasilkan tegangan pada terminal keluarannya. Dan yang berfungsi sebagai penyedia daya reaktif adalah kapasitor yang besarnya disesuaikan dengan kebutuhan daya reaktif.Kebutuhan daya reaktif dapat dipenuhi dengan memasang satu unit kapasitor pada terminal keluaran, dimana kapasitor menarik daya reaktif kapasitif atau dengan kata lainkapasitor memberikan daya reaktif induktif padamesin induksi, dan proses ini disebut dengan sistem penguat(eksitasi). Sehingga generator induksi disebut juga generator induksi penguatan sendiri.

Pembangkit Listrik Tenaga Pikohidro adalah pembangkit listrik tenaga air skala piko yang menghasilkan keluaran daya listrik tidak lebih dari 5 KW yang menggunakan tenaga air sebagai penggeraknya, misalnya saluran irigasi, sungai atau air terjun alam, dengan cara memanfaatkan tinggi terjunnya (head, dalam meter) dan jumlah debit airnya (m3 /detik).Pikohidro termasuk sumber energi terbarukan dan layak disebut dengan clean energi karena ramah lingkungan. Dari segi teknologi, pikohidro memiliki konstruksi yang masih sederhana dan mudah dioperasikan serta mudah dalam perawatan dan penyediaan suku cadang. Dari segi ekonomi, biaya operasi dan perawatannya relatih murah sedangkan investasinya cukup bersaing dengan pembangki listrik lainnya. Secara sosial, Pikohidro lebih mudah diterima masyarakat luas dibandingkan dengan

pembangkit listrik lainnya seperti PLTN.Pembangkitan tenaga air adalah suatu bentuk perubahan tenaga dari tenaga air dengan ketinggian dan debit tertentu menjadi tenaga listrik, dengan menggunakan turbin air dan generator.Pembangkitlistrik tenaga air skala piko pada prinsipnya memanfaatkan beda ketinggian.dan jumlah debit air per detik yang ada pada aliran air saluran irigasi, sungai atau air terjun. Aliran air ini akan memutar poros turbin sehingga menghasilkan energi mekanik. Energi ini selanjutnya menggerakkan generator dan generator menghasilkan listrik.

METODE

Lokasi dan Waktu Penilitian

Lokasi penelitian dilaksanakan di Laboratorium Mesin Institut Adhi Tama Surabaya Pada Tanggal 1 Mei – 30 September 2016

Tahapan Penelitian

Penelitian ini dilakukan melalui eksperimen dengan tahapan kegiatan-kegiatan sebagai berikut: Pengambilan data, Pengujian generator tanpa beban, Pengujian generator berbeban, Analisa data hasil penelitian, Penulisan dan laporan hasil penilitian.

Peralatan dan Alat ukur

Peralatan-peralatan yang digunakan pada pengujian ini untuk pengambilan data adalah sebagai berikut:Pompa,Turbin *Crossflow*,Generator induksi,Beban listrik, berupa lampu pijar,Sabuk (*v belt*),*Pully* dan *gearbox*,Tachometer,Multimeter,Kapasitor.

Teknik Pengujian dan Pengambilan Data

Penelitian diawali dengan menghubungkan generator induksi 1 fase dengan turbin air sebagai penggerak mulanya. Pintu air pada saluran pelimpah ditutup sehingga semua air akan mengalir ke turbin dan memutar generator. Setelah debit airnya konstan, kapasitor dan beban dihubungkan pada terminal generator dan dilakukan pengukuran kecepatan putar, tegangan dan frekuensi generator induksi. Pengujian dilanjutkan dengan menghubungkan dua kapasitor dan beban listrik pada terminal generator induksi. Ukuran kapasitor 5 dan 10 µF, sedangkan daya beban divariasi dari 0 – 165 W,pada setiap pengujian dilakukan pengukuran besaran listrik disetiap penambahan beban yang terpasang. Penelitian ini menggunakan generator induksi 3 fasa dengan output satu fasa, yang terhubung bintang dengan rangkaian kapasitor C-2C.

HASIL DAN PEMBAHASAN

Pengujian Generator Tanpa Beban

Pada pengujian ini dilakukan pengukuran pada rangkaian generator tanpa diberi beban apapun,pengukuran generator tanpabebanmenghasilkantegangandarinolsampai 256 volt, arustidakdapatdiketahuikarena generator tidakterhubungkebeban,sehingga diperoleh data pada tabel 4.1 dibawah ini :

Tabel 1 Data Pengujian Generator Tanpa Beban

No	Beban (Watt)	Tegangan (Volt)	Rpm (Generator)	Rpm (Turbin)	Tekanan (kg/cm)	Debit	Frek. (Hz)
1	0	256	1110	730	0,58	5	80

Pengujian Generator Berbeban

Pada pengujian ini dilakukan pengukuran rangkaian generator dengan beban lampu pijar (resistif),pengukuranmenggunakanlampupijardilakukansebanyakenam kali denganbeban mulaidari5 watt sampai 165 watt. Sehingga diperoleh data pada tabel 2 dibawah ini :

Tabel 2 Data pengujian Generator dengan beban

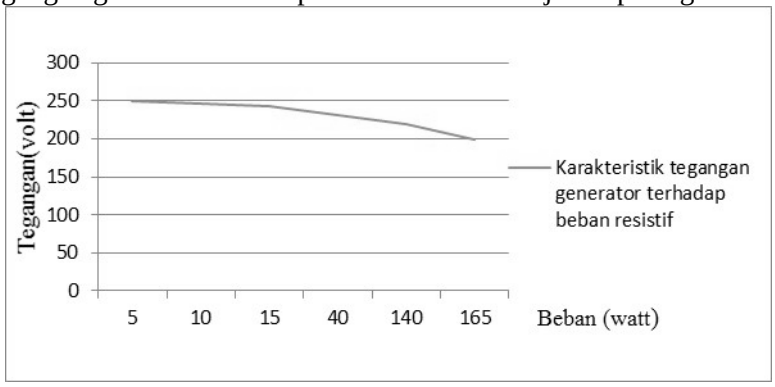
No	Beban (Watt)	Tegangan (Volt)	Rpm (Generator)	Rpm (Turbin)	Tekanan (kg/cm)	Debit	Frek. (Hz)
1	5	250	1150	728	0,58	5	79
2	10	247	1142	722	0,58	5	79
3	15	244	1127	713	0,58	5	78
4	40	232	1228	755	0,58	5	78
5	140	220	1215	754	0,58	5	77
6	165	199	1208	745	0,58	5	75

Dari hasil pengujiangenerator dengan beban didapatkan besarnya arus yang ditunjukan pada tabel 3
Tegangan = 250 Volt
Beban = 5 Watt
Maka arus yang dihasilkan :
P $= V \times I \times Cos\varphi$
5 $= 250 \times I \times 0{,}84$
I $= 0{,}02$ Ampere

Tabel 3 Tabel data arus hasil pengujian generator berbeban

No	Beban (Watt)	Tegangan (Volt)	Arus (A)
1	5	250	0,02
2	10	247	0,04
3	15	244	0,07
4	40	232	0,2
5	140	220	0,75
6	165	199	0,99

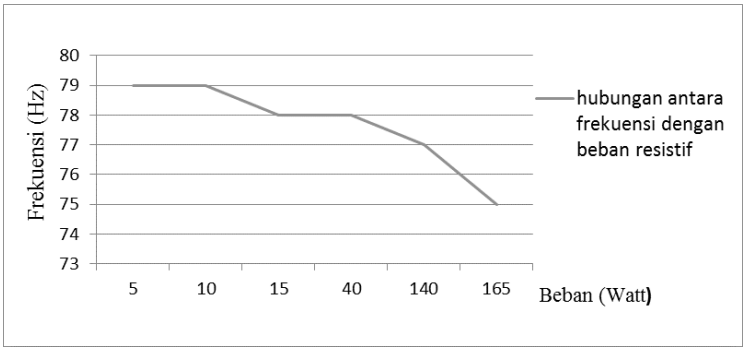
Hubungan tegangan generator terhadap beban resistif ditunjukan pada gambar dibawah ini :



Gambar 1 Grafik hubungan tegangan generator terhadap beban resistif

Gambar 1 menunjukan bahwa nilai tegangan tertinggi terdapat pada beban 5 Watt yaitu 250 Volt atau + 13,6 % dari 220 Volt, sedangkan nilai tegangan terendah pada beban 165 Watt yaitu 199 Volt atau – 9,5 % dari 220 Volt. Semakin tinggi beban maka semakin besar arus yang mengalir pada belitan generator,s ehingga mengakibatkan semakin tinggi pula susut tegangan yang terjadi pada belitan generatornya. Kenaikan beban yang cukup besar tersebut dapat mengakibatkan penurunan tegangan yang cukup besar sehingga generator induksi akan kehilangan eksitasinya. Dampaknya tegangan generator akan turun mendekati nol. Pada saat hal tersebut terjadi, maka kecepatan generatornya akan naik. Oleh karena itu, dalam pengoperasiannya beban yang

dihubungkan pada generator induksi maksimal 165 Watt untuk menjaga tegangan generator induksi tetap stabil.
Hubungan antara frekuensi dengan beban resistif ditunjukan pada gambar dibawah ini :



Gambar 2 Grafik hubungan antara frekuensi dengan beban resistif

Gambar 2 menunjukan bahwa nilai frekuensi tertinggi terdapat pada beban 5Watt yaitu 79 Hz dan nilai frekuensi terendah pada beban 165Watty aitu 75 Hz. Artinya bahwa beban berbanding terbalik dengan frekuensi, semakin besar beban yang terpasang maka nilaif rekuensi akan turun.

KESIMPULAN

Dari hasil percobaan dan perhitungan yang di lakukan dapat di tarik kesimpulan sebagai berikut:

1. Dari penelitian yang dilakukan diperoleh datauntuk tegangan stabil 220 Volt,beban maksimal yang dapat terpasang sebesar 140Watt.
2. Drop tegangan terjadi saat beban 165Watt dan tegangan yang dihasilkan 199 Volt atau – 9,5 % dari tegangan stabil 220 Volt.
3. Penggunaan beban diterapkan untuk penerangan dengan menggunakan lampu pijar, mengingat nilai frekuensi yang dihasilkan masih tinggi yaitu79 Hz.
4. Daya beban akan mempengaruhi kecepatan putar, tegangan dan frekuensi generator induksi. Semakin besar daya beban maka semakin rendah kecepatan putar, frekuensi dan tegangan generator induksinya,hal ini disebabkan generator induksi tidak memiliki sistem eksitansi yang dapat dikendalikan.Daya beban yang optimal untuk dihubungkan pada sistem pembangkit pikohidro dengan debit 5 dm^3/detik adalah sebesar 165Watt. Ketika bebannya divariasi dari 0 – 165 Watt maka tegangannya akan bervariasi antara 199 – 250 volt dan frekuensinya akan bervariasi antara 75 – 79 Hz.Perubahan beban utama mempengaruhi tegangan dan frekuensi output dari motor induksi sebagai generator. Hal ini disebabkan karena pengontrol beban yang ada sekarang kurang bekerja dengan baik,hanya menggunakan nilai kapasitansi kapasitor saja. Untuk memperoleh tegangan yang stabil diperlukan perubahan nilai kapasitor sesuai dengan perubahan beban

REFERENSI

[1]. B.Adhikary., B.Ghimire .,P. Karki,2009,"Interconnection of Two Micro Hydro Units Forming a Mini-grid System Using Soft Connection" , IEEE. TENCON.(2009)
[2]. Farrag, M. Dan Putrus, G. 2014 Analysis of the Dynamic Performance of Self-Excited Induction Generators Employed in Renewable Energy Generation. Energies 2014, 7, 278294; doi:10.3390/en7010278
[3] Ludens. 2009. Electronic Load Controller for Microhydro System. Online http://ludens.cl/Electron/picelc.html diakses 2 Juli 2013
[4]. Zuhaidi., Geri Baldi A.B, Penggunaan Metoda Newthon-Raphson Dalam SimulasiPenentuan Efek Perubahan Kecepatan Generator Induksi Tiga Fasa, Ketenagalistrikan dan Energy Terbarukan, Vol,7 No.2 (2011)
[5]. Zuliary, EA., Khomsah, A. 2014. Perencanaan Turbin Cross Flow Sudu Bambu sebagai Pembangkit Listrik TenagaPicoHidroKapasitas 200 Watt, SNTEKPAN-ITATS

ISBN 978-602-98569-1-0

-halaman ini sengaja dikosongkan-