

NASKAH PUBLIKASI
PERANCANGAN GENERATOR INDUKSI 1 FASA KECEPATAN RENDAH



TUGAS AKHIR

Disusun untuk Melengkapi Tugas Akhir dan Syarat-syarat untuk
Mencapai Gelar Sarjana Teknik Jurusan Teknik Elektro Fakultas Teknik
Universitas Muhammadiyah Surakarta

Disusun Oleh :

IVAN ARIF PRASETYO

D400110007

FAKULTAS TEKNIK JURUSAN TEKNIK ELEKTRO
UNIVERSITAS MUHAMMADIYAH SURAKARTA

2015

Surat Persetujuan Artikel Publikasi Ilmiah

Yang bertanda tangan di bawah ini pembimbing skripsi/ tugas akhir :

Nama : Agus Supardi, S.T., M.T.

NIP : 883

Nama : Umar, S.T., M.T.

NIP : 731

Telah membaca dan mencermati naskah artikel publikasi ilmiah, yang merupakan ringkasan skripsi/ tugas akhir dari mahasiswa :

Nama : Ivan Arif Prasetyo

NIM : D400110007

Program Studi : Teknik Elektro/Teknik

Judul Tugas Akhir : PERANCANGAN GENERATOR INDUKSI 1 FASA
KECEPATAN RENDAH

Naskah artikel tersebut, layak dan dapat disetujui untuk dipublikasikan.

Demikian persetujuan ini dibuat, semoga dapat dipergunakan seperlunya.

Surakarta, Juli 2015

Dosen Pembimbing I



(Agus Supardi, S.T., M.T.)

Dosen Pembimbing II



(Umar, S.T., M.T.)

PERANCANGAN GENERATOR INDUKSI 1 FASA KECEPATAN RENDAH

Ivan Arif Prasetyo
Jurusan Teknik Elektro, Fakultas Teknik, Universitas Muhammadiyah
Surakarta
E-mail : Vanportnoy@yahoo.co.id

ABSTRAKSI

Generator induksi menjadi salah satu alternatif pilihan untuk aplikasi pembangkit listrik berdaya kecil pada daerah yang terpencil lokasinya. Apabila generator induksi hendak diterapkan pada suatu sistem pembangkit di lokasi terpencil, maka akan dijumpai kenyataan bahwa potensi tenaga penggerak mula yang digunakan untuk memutar generator tersebut adalah tidak konstan. Pada pembangkit tenaga mikrohidro sering dijumpai debit air yang berbeda-beda akibat pengaruh musim. Di sisi lain, beban harian yang harus dipikul oleh sistem pembangkit tersebut juga tidak konstan. Kondisi ini akan berdampak besar terhadap tegangan dan frekuensi pembangkit tersebut. Oleh karena itu, perlu dilakukan suatu penelitian untuk membuat suatu prototipe generator induksi kecepatan rendah yang dapat menghasilkan tegangan dan frekuensi dalam debit air yang kecil dan berbeda-beda walaupun untuk implementasi di daerah terpencil.

Penelitian yang dilakukan mengenai kecepatan putar dari generator yang dikopelkan dengan motor listrik sebagai penggeraknya dipasang switch controller bank kapasitor, selanjutnya dilakukan pengujian generator induksi tanpa beban dengan eksitasi kapasitor 28 μF dengan kecepatan putar antara 770 sampai dengan 795 RPM dan dengan eksitasi kapasitor 40 μF dengan kecepatan putar antara 700 sampai dengan 735 RPM. Setelah itu dengan memasang beban resistif berukuran 5 Watt untuk eksitasi kapasitor 28 μF dan beban resistif berukuran 5-15 Watt untuk eksitasi kapasitor 40 μF pada instalasi listrik sederhana. Setelah dilakukan pengujian dilanjutkan mengukur keluaran dari tegangan, frekuensi dan arus, selanjutnya data tersebut dianalisis.

Hasil penelitian pada generator induksi 1 fasa kecepatan rendah dengan eksitasi kapasitor 28 μF dengan beban resistif berukuran 5 Watt dengan kecepatan putar antara 793 sampai dengan 801 RPM diperoleh tegangan sebesar 71 sampai 114 Volt dan frekuensi sebesar 52,8 sampai 53,4 Hz. Penelitian selanjutnya dengan eksitasi kapasitor 40 μF dengan kecepatan putar antara 705 sampai dengan 735 RPM dengan beban resistif berukuran 5 Watt diperoleh tegangan sebesar 84 sampai 116 Volt dan frekuensi sebesar 48,2 sampai 49,7 Hz. Selanjutnya beban resistif berukuran 10 Watt diperoleh tegangan sebesar 87 sampai 105 Volt dan frekuensi sebesar 49,4 sampai 50,6 Hz. Penelitian terakhir beban resistif berukuran 15 Watt diperoleh tegangan sebesar 77 sampai 90 Volt dan frekuensi sebesar 50,7 sampai 51,6 Hz.

Kata kunci : generator induksi, kecepatanputar, tegangan, frekuensi

1. PENDAHULUAN

Persoalan Dalam kehidupan manusia sekarang ini tidak bisa dipungkiri lagi bahwa hampir seluruh umat manusia membutuhkan energi listrik. Semua karena segala aktivitas dalam kehidupan umat manusia sangat terkait dan terdukung oleh adanya energi listrik, mulai dari keperluan rumah tangga, seperti penerangan rumah, elektronik, hingga keperluan dalam perindustrian pabrik, kantor, militer dan sebagainya. Begitu pentingnya energi listrik dalam kehidupan manusia sehari-hari, sehingga bisa dibayangkan andai saja catu daya listrik di bumi terhenti, maka akan terjadi kekacauan dalam berbagai aspek di kehidupan umat manusia.

Energi listrik adalah bentuk yang paling efektif, paling mudah dan paling efisien dalam cara penggunaannya. Energi listrik dapat diproduksi dengan berbagai cara dari sumber awal yang berbeda-beda, yaitu air, minyak, gas, batubara, angin, cahaya matahari, panas bumi, dan lain-lain (Tumiran, 2002).

Karena cadangan energi listrik terbarukan (batubara, minyak, dan gas bumi) yang kian menipis, sudah saatnya kita berpaling secara lebih intensif dan terarah pada energi alternatif yang cukup tersedia di bumi ini yang dapat diharapkan keberlanjutannya. Energi terbarukan merupakan suatu pilihan tepat yang sesuai dengan potensi alam persada nusantara yang diuntungkan oleh letak dan kondisi geografisnya. Yang termasuk golongan energi terbarukan adalah energi matahari,

angin, air, biomasa dan panas bumi (PSE UGM, 2002).

Persoalan krisis energi listrik merupakan salah satu persoalan besar yang dihadapi oleh negara Indonesia. Ketidakseimbangan antara peningkatan kebutuhan daya listrik dengan peningkatan kapasitas pembangkit mengakibatkan adanya defisit energi listrik. Selain itu, masih banyak daerah-daerah terpencil yang belum tersentuh oleh program elektrifikasi. Dalam rangka mengembangkan sistem pembangkit listrik di daerah terpencil, tuntutan utamanya adalah bagaimana membuat sistemnya sederhana, mudah perawatannya dan bisa dioperasikan oleh masyarakat di sekitarnya.

Salah satu komponen utama yang menjadi pertimbangan dalam perencanaan sistem pembangkit adalah jenis generator yang digunakan untuk mengubah energi mekanis menjadi energi listrik. Penggunaan motor induksi sebagai generator merupakan salah satu alternatif di antara beberapa jenis generator lainnya. Generator induksi memiliki beberapa keunggulan, antara lain konstruksi yang kokoh, tidak memerlukan sikat arang/komutator, harganya murah, mudah perawatannya, mudah pengoperasiannya, dan mampu membangkitkan tenaga listrik pada berbagai kecepatan.

Karakteristik inilah yang menyebabkan generator induksi menjadi salah satu alternatif pilihan untuk aplikasi pembangkit listrik berdaya kecil pada daerah yang terpencil lokasinya.

Apabila generator induksi hendak diterapkan pada suatu sistem pembangkit di lokasi terpencil, maka akan dijumpai kenyataan bahwa potensi tenaga penggerak mula yang digunakan untuk memutar generator tersebut adalah tidak konstan. Pada pembangkit tenaga mikrohidro sering dijumpai debit air yang berbeda-beda akibat pengaruh musim. Di sisi lain, beban harian yang harus dipikul oleh sistem pembangkit tersebut juga tidak konstan. Kondisi ini akan berdampak besar terhadap tegangan dan frekuensi pembangkit tersebut. Oleh karena itu, perlu dilakukan suatu penelitian untuk membuat suatu prototipe generator induksi yang dapat menghasilkan tegangan, frekuensi dan kecepatan putar dalam batas-batas kualitas yang baik walaupun untuk implementasi di daerah terpencil.

Pada perancangan generator induksi 1 fase kecepatan rendah ini diharapkan generator bisa mengeluarkan tegangan sesuai dengan standarnya yaitu 220 Volt. Oleh karena itu, penulis melakukan penelitian untuk mengetahui pengaruh kecepatan putar terhadap keluaran tegangan, frekuensi serta pengaruh pembebanannya.

2. METODE PENELITIAN

A. Waktu dan Tempat

Penelitian ini dilakukan di Laboratorium Teknik Elektro UMS. Waktu penelitian dan pembuatan laporan “Perancangan Generator Induksi 1 Fasa Kecepatan Rendah” dapat diselesaikan dalam waktu 4 bulan.

B. Bahan dan Peralatan

Bahan dan peralatan utama yang digunakan untuk mendukung perancangan dan penelitian ini adalah :

a. Bahan Perancangan

1. Stator (48 slot)
2. Rotor
3. Lilitan Tembaga (13 ons) berdiameter 0,60 mm
4. Kertas Plastik (isolator)
5. Benang Pengikat

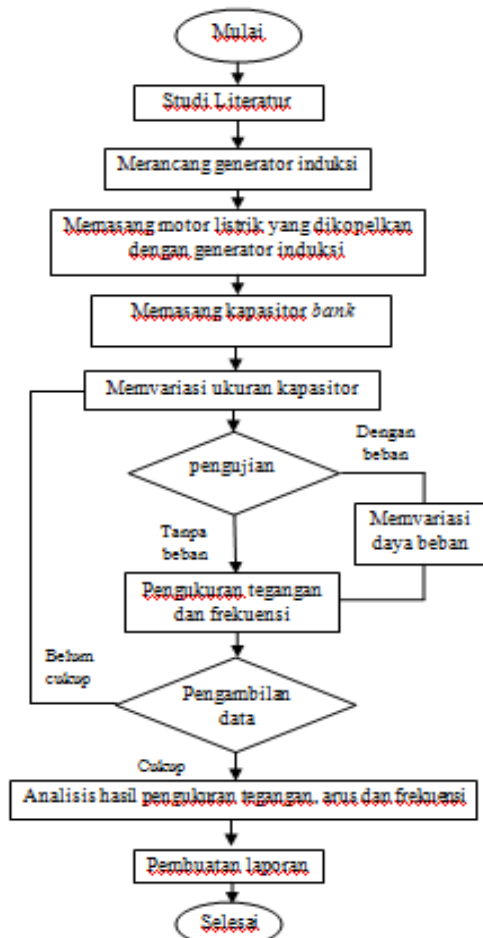
b. Bahan Penelitian

1. Generator induksi sebagai pembangkit listrik saat pengujian.
2. Motor induksi sebagai penggerak generator.
3. V – Belt A-65.
4. Puli dengan ukuran 6 inci.
5. Kapasitor dengan ukuran 28 μF dan 40 μF .
6. Lampu pijar ukuran 5 Watt
7. Dudukan dari besi sebagai tempat motor listrik dan generator.
8. Mur baut.
9. Bearing.

c. Peralatan

1. Tachometer untuk mengukur kecepatan putar dari generator.
2. Clampmeter untuk mengukur keluaran tegangan, frekuensi dan arus.
3. Kunci pas.
4. Obeng.

C. Flowchart Penelitian

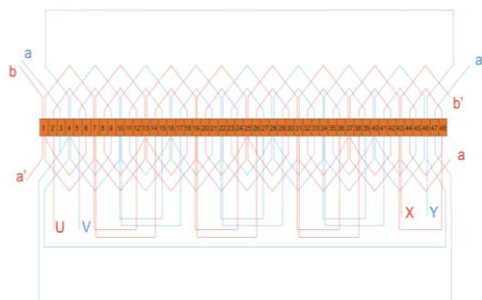


Gambar 1. Alur Penelitian

3. HASIL PENELITIAN DAN PEMBAHASAN

A. Perancangan dan Penelitian

1. Alur Perancangan Belitan Generator Induksi



2. Pengujian generator induksi tanpa beban dengan eksitasi bank kapasitor 28 μF

Pengujian pertama generator induksi tanpa beban dengan menggunakan eksitasi bank kapasitor 28 μF . Hasil percobaan dapat dilihat pada tabel 1.

Tabel 1. Pengujian generator induksi tanpa beban.

Kecepatan Putar (Rpm)	Frekuensi (Hz)	Tegangan (Volt)
770	51,3	72
775	51,6	101
780	52	114
785	52,3	123
790	52,6	129
795	53	133

3. Pengujian generator induksi tanpa beban dengan eksitasi bank kapasitor 40 μF

Pengujian kedua generator induksi tanpa beban dengan menggunakan eksitasi bank kapasitor 40 μF . Hasil percobaan dapat dilihat pada tabel 2.

Tabel 2. Pengujian generator induksi tanpa beban

Kecepatan Putar (Rpm)	Frekuensi (Hz)	Tegangan (Volt)
700	46,6	69
705	47	88
710	47,3	98
715	47,6	106
720	48	111
725	48,3	117
730	48,6	120
735	49	123

4. Pengujian generator induksi dengan beban resistif dengan eksitasi bank kapasitor 28 μ F

Pengujian ketiga adalah pengaruh kecepatan putar terhadap frekuensi, tegangan dan arus ketika generator induksi dibebani oleh beban resistif dengan ukuran 5 Watt. Hasil percobaan dapat dilihat pada tabel 3.

Tabel 3. Pengujian generator induksi dengan beban resistif 5 Watt.

Kecepatan putar (Rpm)	Frekuensi (Hz)	Tegangan (Volt)	Arus (Ampere)	Daya (Watt)	Beban (Watt)
793	52,8	71	0,07	4,97	5
794	52,9	88	0,05	4,4	5
795	53	100	0,05	5	5
798	53,2	109	0,04	4,36	5
801	53,4	114	0,04	4,56	5

5. Pengujian generator induksi dengan beban resistif dengan eksitasi bank kapasitor 40 μ F

Pengujian keempat adalah pengaruh kecepatan putar, frekuensi, tegangan dan arus ketika generator induksi dibebani oleh beban resistif dengan ukuran 5-15 Watt.. Hasil percobaan dapat dilihat pada tabel 4.

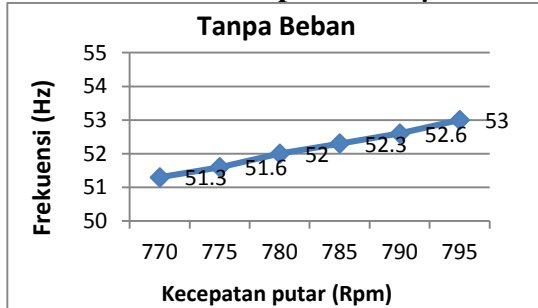
Tabel 4. Pengujian generator induksi dengan beban resistif 5 Watt.

Kecepatan putar (Rpm)		Frekuensi (Hz)	Tegangan (Volt)	Arus (Ampere)	Daya (Watt)	Beban (Watt)
Sebelum dibebani	Setelah dibebani					
705	723	48,2	84	0,05	4,2	5
710	726	48,4	93	0,05	4,65	5
	742	49,4	87	0,11	9,57	10
	761	50,7	77	0,19	14,63	15
715	731	48,7	100	0,05	5	5
	747	49,8	92	0,10	9,2	10
	769	51,2	78	0,19	14,82	15
720	735	49	104	0,04	4,16	5
	750	50	93	0,10	9,3	10
	770	51,3	79	0,18	14,22	15
725	740	49,3	109	0,04	4,36	5
	753	50,2	100	0,1	10	10
	771	51,4	84	0,17	14,28	15
730	743	49,5	113	0,04	4,52	5
	755	50,3	103	0,09	9,27	10
	773	51,5	87	0,17	14,79	15
735	746	49,7	116	0,04	4,64	5
	759	50,6	105	0,09	9,45	10
	775	51,6	90	0,16	14,4	15

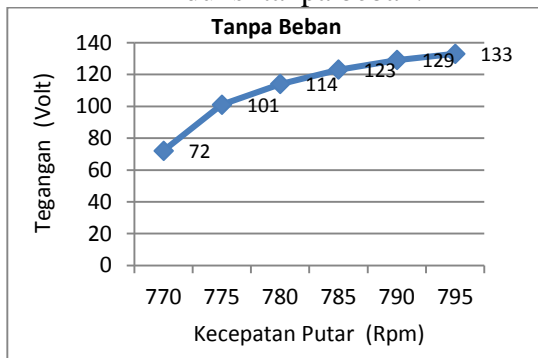
B. Pembahasan

Pada generator induksi kenaikan kecepatan putar (RPM) dapat mempengaruhi tegangan dan frekuensi, semakin tinggi kecepatan putar maka semakin tinggi pula frekuensi dan tegangan yang dihasilkan.

1. Grafik pada pengujian generator induksi tanpa beban dengan eksitasi bank kapasitor 28 μF

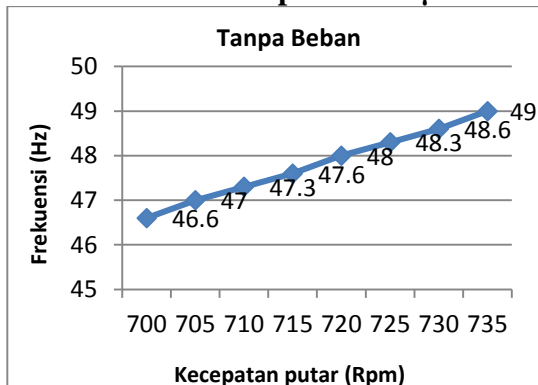


Gambar 2. Hubungan kecepatan putar terhadap frekuensi pada generator induksi tanpa beban.

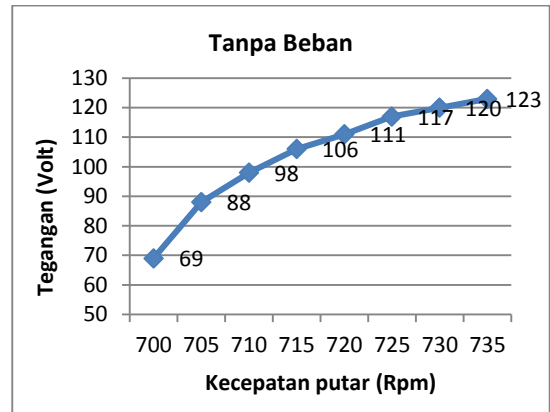


Gambar 3. Hubungan kecepatan putar terhadap tegangan pada generator induksi tanpa beban.

2. Grafik pada pengujian generator induksi tanpa beban dengan eksitasi bank kapasitor 40 μF

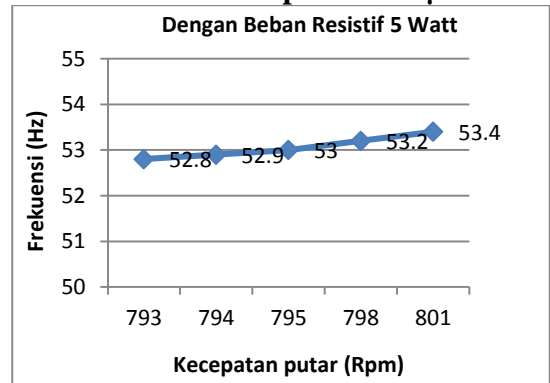


Gambar 4. Hubungan kecepatan putar terhadap frekuensi pada generator induksi tanpa beban.

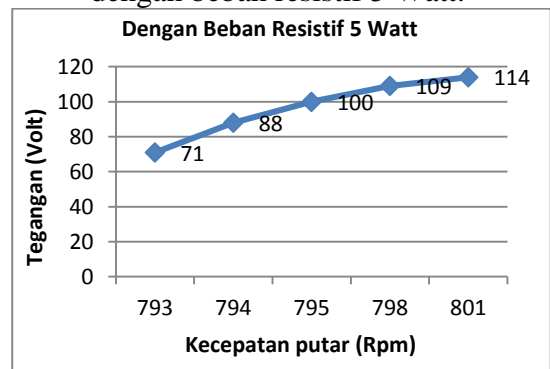


Gambar 5. Hubungan kecepatan putar terhadap tegangan pada generator induksi tanpa beban.

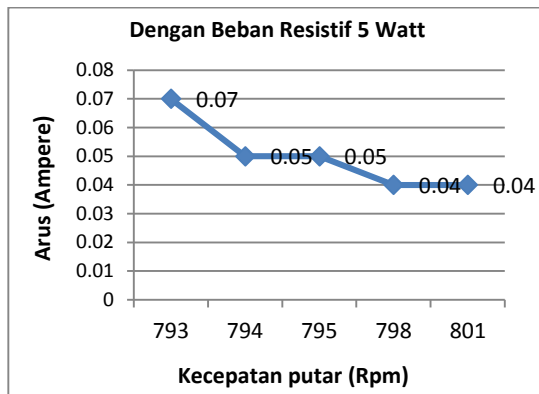
3. Grafik pada pengujian generator induksi dengan beban dengan eksitasi bank kapasitor 28 μF



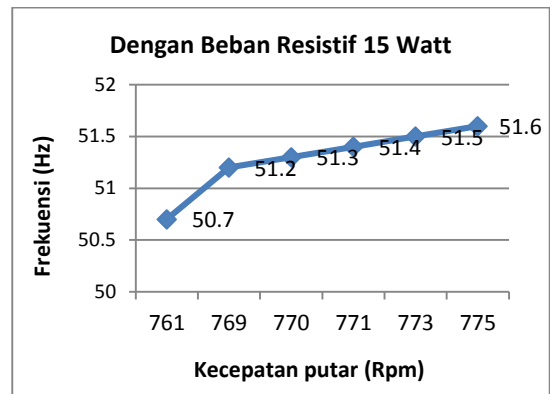
Gambar 6. Hubungan kecepatan putar terhadap frekuensi pada generator induksi dengan beban resistif 5 Watt.



Gambar 7. Hubungan kecepatan putar terhadap tegangan pada generator induksi dengan beban resistif 5 Watt.



Gambar 8. Hubungan kecepatan putar terhadap arus pada generator induksi dengan beban resistif 5 Watt.

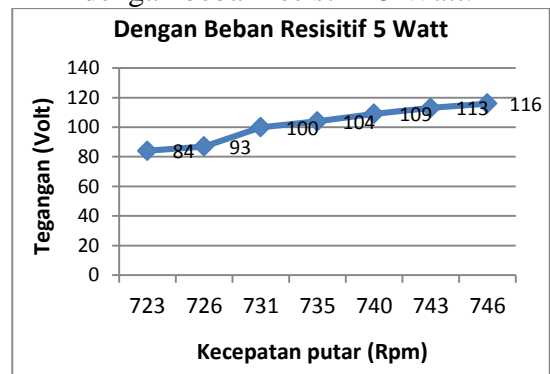


Gambar 11. Hubungan kecepatan putar terhadap frekuensi pada generator induksi dengan beban resistif 15 Watt.

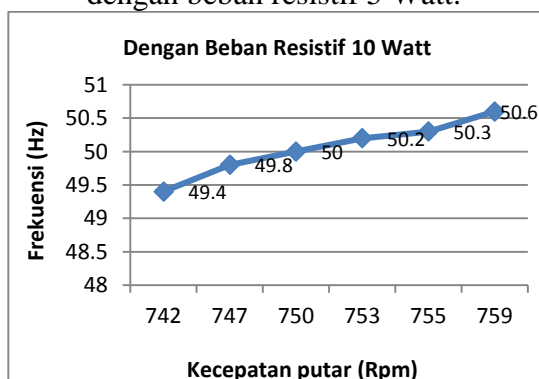
1. Grafik pada pengujian generator induksi dengan beban dengan eksitasi bank kapasitor 40 μ F



Gambar 9. Hubungan kecepatan putar terhadap frekuensi pada generator induksi dengan beban resistif 5 Watt.



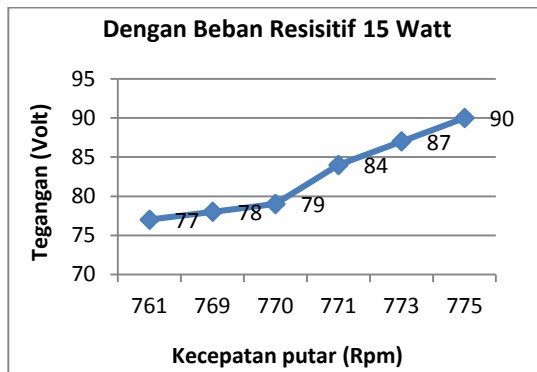
Gambar 12. Hubungan kecepatan putar terhadap tegangan pada generator induksi dengan beban resistif 5 Watt.



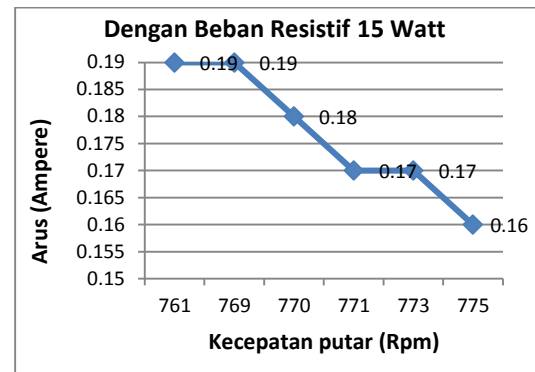
Gambar 10. Hubungan kecepatan putar terhadap frekuensi pada generator induksi dengan beban resistif 10 Watt.



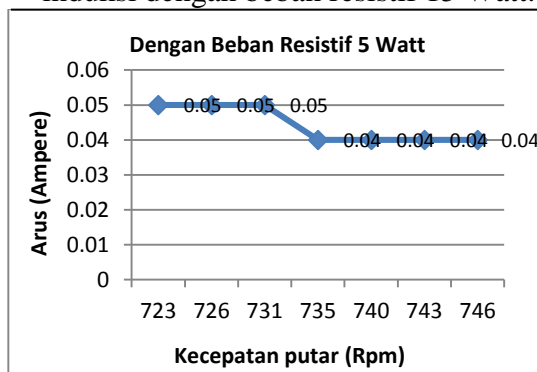
Gambar 13. Hubungan kecepatan putar terhadap tegangan pada generator induksi dengan beban resistif 10 Watt.



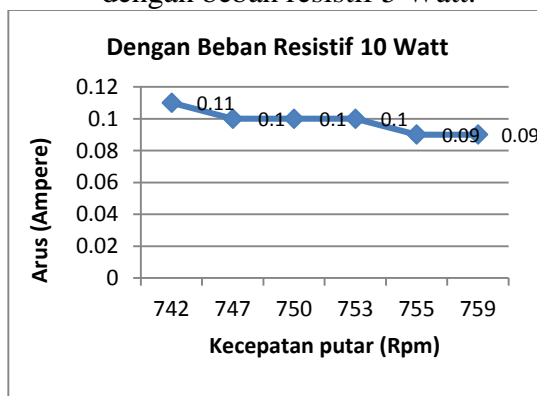
Gambar 14. Hubungan kecepatan putar terhadap tegangan pada generator induksi dengan beban resistif 15 Watt.



Gambar 17. Hubungan kecepatan putar terhadap arus pada generator induksi dengan beban resistif 15 Watt.



Gambar 15. Hubungan kecepatan putar terhadap arus pada generator induksi dengan beban resistif 5 Watt.



Gambar 16. Hubungan kecepatan putar terhadap arus pada generator induksi dengan beban resistif 10 Watt.

Gambar 2, 3, 4 dan 5 menunjukkan grafik hubungan kecepatan putar terhadap frekuensi dan tegangan pada pengujian tanpa menggunakan beban dengan kapasitor 28 μF dan 40 μF . Grafik tersebut menunjukkan peningkatan frekuensi dan tegangan yang semakin naik jika kecepatan putarnya bertambah.

Gambar 6, 7 dan 8 menunjukkan grafik hubungan kecepatan putar terhadap frekuensi, tegangan dan arus pada pengujian menggunakan beban resistif 5 Watt dengan kapasitor 28 μF . Grafik tersebut menunjukkan peningkatan frekuensi dan tegangan yang semakin naik dan arus semakin turun jika kecepatan putarnya bertambah.

Gambar 9, 10, 11, 12, 13, 14, 15, 16 dan 17 menunjukkan grafik hubungan kecepatan putar terhadap frekuensi, tegangan dan arus pada pengujian menggunakan beban resistif 5-15 Watt dengan kapasitor 40 μF . Grafik tersebut menunjukkan peningkatan frekuensi dan tegangan yang semakin naik dan arus semakin turun jika kecepatan putarnya bertambah.

4. PENUTUP

A. Kesimpulan

Berdasarkan uraian dari hasil penelitian dan pembahasan maka dapat disimpulkan sebagai berikut :

1. Dalam perancangan generator induksi 1 fasa kecepatan rendah (8 kutub) dengan jumlah slot 48 dalam alur belitannya menggunakan jarak belitan 5 dan 7 slot.
2. Pengaruh generator induksi ketika dioperasikan tanpa beban yaitu semakin bertambah kecepatan putarnya maka semakin besar frekuensi dan tegangan yang dihasilkan generator induksi.
3. Pengaruh generator induksi ketika dioperasikan dengan dibebani lampu 5-15 Watt yaitu semakin besar tegangan dan frekuensi yang dihasilkan, akan tetapi arusnya semakin turun.
4. Pengujian generator tanpa beban dengan eksitasi 28 μF dapat menghasilkan tegangan 72-133 Volt dan frekuensi 51,3-53 Hz dan eksitasi 40 μF dapat menghasilkan tegangan 69-123 Volt dan frekuensi 46,6-49 Hz.
5. Pengujian generator dengan beban resistif 5 Watt dengan eksitasi 28 μF dapat menghasilkan kecepatan putar 793-801 RPM, tegangan 71-114 Volt, frekuensi 52,8-53,4 Hz dan arus 0,04-0,07 Ampere.
6. Pengujian generator dengan beban resistif berukuran 5 Watt dengan eksitasi 40 μF dapat menghasilkan

kecepatan putar 723-746 RPM, tegangan 84-116 Volt, frekuensi 48,2-49,7 Hz dan arus 0,04-0,05 Ampere. Selanjutnya untuk beban resistif berukuran 10 Watt dapat menghasilkan kecepatan putar 742-759 RPM, tegangan 87-105 Volt, frekuensi 49,4-50,6 Hz dan arus 0,09-0,11 Ampere. Selanjutnya untuk beban resistif berukuran 15 Watt dapat menghasilkan kecepatan putar 761-775 RPM, tegangan 77-90 Volt, frekuensi 50,7-51,6 Hz dan arus 0,16-0,19 Ampere.

B. Saran

1. Perlu adanya perancangan dan penelitian lebih lanjut lagi agar generator induksi 1 fasa kecepatan rendah dapat menghasilkan tegangan sampai 220 Volt.
2. Perlu adanya pengembangan lagi agar kecepatan putarannya lebih stabil atau konstan ketika generator dibebani dengan beban yang sama.
3. Riset-riset pembangkit listrik diperlukan untuk mendapatkan mutu pembangkit listrik bertenaga kecil yang lebih baik dan sempurna

DAFTAR PUSTAKA

- Irianto, C.G., 2004, *Suatu Studi Penggunaan Motor Induksi sebagai Generator: Penentuan Nilai Kapasitor Untuk Penyedia Daya Reaktif*, JETri, Volume 3, Nomor 2, Februari 2004, Halaman 1-16
- Jayaramaiah, G.V.; Fernandes, B.G., 2006, *Novel Voltage Controller for Stand-alone Induction Generator using PWM-VSI*. IEEE Industry Application Conference, October 2006, vol. 1, pp. 204-208
- Murthy, S.S.; Rai, H.C.; Tandon, A.K., 1993, *A novel self-excited selfregulated single-phase induction generator Part II: Experimental investigation*. IEEE Trans. Energy Convers., 1993, 8 (3), 383-388
- Supardi, A., 2009, *Karakteristik Distorsi Harmonik Generator Induksi 3 Fase Tereksitasi Diri dan Perancangan Filternya*, Conference on Information Technology and Electrical Engineering, Electrical Engineering Gadjah Mada University
- Tony Taufik. 2009. *Beberapa Cara Membuat Generator*, [online], (<http://www.tonytaufik.blogspot.com/>), diakses tanggal 18 Maret 2014)
- Bansal, R.C., 2005, *Three-Phase Self-Excited Induction Generators: An Overview*, IEEE Transactions On Energy Conversion