

**PENGARUH PERUBAHAN BEBAN TERHADAP TEGANGAN
DAN FREKUENSI MESIN INDUKSI SEBAGAI
GENERATOR LISTRIK**



TUGAS AKHIR

Diajukan Untuk Melengkapi Tugas Akhir dan Memenuhi Syarat – syarat Guna
Mencapai Gelar Sarjana Jurusan Teknik Elektro Fakultas Teknik
Universitas Muhammadiyah Surakarta

Diajukan Oleh:

FARIDA ARYANI

D400 030 038

03.6.106.03061.50038

**FAKULTAS TEKNIK JURUSAN TEKNIK ELEKTRO
UNIVERSITAS MUHAMMADIYAH SURAKARTA**

2007

LEMBAR PERSETUJUAN

Telah diterima dan disetujui baik oleh pembimbing utama dan pembimbing kedua Tugas Akhir (Skripsi) dengan judul **“PENGARUH PERUBAHAN BEBAN TERHADAP TEGANGAN DAN FREKUENSI MESIN INDUKSI SEBAGAI GENERATOR LISTRIK”**, Untuk diuji, dipertahankan dan dipertanggungjawabkan di hadapan Dewan Penguji Tugas Akhir (Skripsi) Jurusan Elektro Fakultas teknik Universitas Muhammadiyah Surakarta.

Disetujui

Hari :

Tanggal : Januari 2007

Pembimbing I

Pembimbing II

(Aris Budiman,ST,MT)

(Agus Supardi, ST, MT)

HALAMAN PENGESAHAN

Telah diuji, dipertahankan dan dipertanggungjawabkan di hadapan Dewan Penguji Tugas Akhir (Skripsi) dengan judul **“PENGARUH PERUBAHAN BEBAN TERHADAP TEGANGAN DAN FREKUENSI MESIN INDUKSI SEBAGAI GENERATOR LISTRIK”**, Untuk melengkapi persyaratan guna memperoleh gelar sarjana Strata 1 pada Jurusan Elektro Fakultas teknik Universitas Muhammadiyah Surakarta.

Disahkan pada

Hari :

Tanggal : Januari 2007

Dewan Penguji Tugas Akhir (Skripsi)

1. Aris budiman, ST, MT (.....)
2. Agus Supardi, ST, MT (.....)
3. Hasyim Asy'ari, ST (.....)
4. Umar Hasan, ST (.....)

Mengetahui,

Dekan Fakultas Teknik UMS

Ketua Jurusan Teknik Elektro

(Ir.H.Sri Widodo, MT)

(Ir Jatmiko, MT)

PeTuah BiJak

*Segala yang kau cipta, segala yang kau rasa, segala yang kau punya dan segala yang kau harap tak akan pernah terwujud tanpa sentuhan dari Allah SWT
Karena Tiada Tuhan selain Allah dan Muhammad adalah utusan Allah.*

Do the best and entrust to the God

Kita harus memiliki kegigihan, dan kepercayaan diri diatas segalanya. Kita harus percaya bahwa kita berbakat di dalam suatu hal dan bahwa hal itu harus dicapai.

(Marie Curie)

*Orang-orang yang paling berbahagia tidak selalu memiliki hal-hal terbaik,
Mereka hanya berusaha menjadikan yang terbaik dari setiap hal
yang hadir dalam hidupnya*

*Semua kebahagiaan dan kepedihan pasti berlalu, jangan sampai terlarut
karenanya, tulislah di dalam kalbumu agar suatu saat kau bisa melantunkan
kembali perjalanan hidupmu dalam sebuah lagu yang berirama
Dengan itulah kau bisa tahu setegar dan sehebat apa dirimu*

(Farida Aryani)



Dedicated To :

+ My Beloved parent

+ Both of my old brother

+ Joyodihardjo's Big family

+ My Best Friends

+ Someone who make me

smiling & Brighten my lives

+ My University



KATA PENGANTAR

بِسْمِ اللَّهِ الرَّحْمَنِ الرَّحِيمِ

Assalamualaikum WR WB

Puja dan puji syukur kehadiran Allah SWT yang telah melimpahkan rahmat, taufiq dan hidayah serta karunia kepada kita semua selaku hamba di alam semesta, sholawat dan salam teruntuk manusia pilihan Allah SWT yaitu Nabi Muhammad SAW yang dengan penuh perjuangan telah mengantarkan kita menjadi umat pilihan dan mendapat ridho-NYA.

Hanya karena Allah SWT akhirnya Penulis bisa melewati kendala dalam menyelesaikan dan menyusun laporan tugas akhir ini. Tugas akhir ini disusun dan diajukan sebagai syarat untuk kelulusan dan mendapatkan gelar Sarjana Teknik di Fakultas Teknik Jurusan Elektro Universitas Muhammadiyah Surakarta.

Adapun judul tugas akhir yang penulis ajukan : **“Pengaruh Perubahan Beban Terhadap Tegangan dan Frekuensi Mesin Induksi Sebagai Generator Listrik”**.

Selama penyusunan tugas akhir ini penulis mendapat dukungan, pembinaan, serta saran dari pembimbing dan pihak-pihak lain yang terlibat secara langsung maupun tidak langsung. Maka tiada hal yang lebih indah selain menyampaikan terimakasih kepada :

1. Bapak Ir.H.Sri Widodo, MT selaku Dekan Fakultas Teknik Universitas Muhammadiyah Surakarta.
2. Bapak Ir. Jatmiko, MT selaku ketua jurusan Teknik Elektro Universitas Muhammadiyah Surakarta.
3. Bapak Aris Budiman, ST, MT selaku pembimbing utama dalam penyusunan tugas akhir ini (Terimakasih atas bimbingan dan referensi yang telah diberikan)
4. Bapak Agus Supardi, ST, MT selaku pembimbing kedua serta sebagai wakil Pembimbing akademik selama menempuh pendidikan di Teknik Elektro UMS.
5. Bapak Nurgiyatna, ST, MT selaku pembimbing akademik selama menempuh pendidikan di Teknik Elektro UMS.
6. Bapak dan Ibu dosen yang telah memberikan ilmu dan pengetahuan selama menempuh pendidikan di Teknik Elektro UMS.
7. Seluruh staf Tata Usaha, Staf akademik maupun non Akademik, yang telah banyak membantu dan memberikan kemudahan kepada penulis selama menempuh studi di Fakultas Teknik Jurusan Teknik Elektro Universitas Muhammadiyah Surakarta.
8. Mama (Budi Lestari) & Papa (Budi Mulyono) yang sangat mengasihi aku, selalu membimbing aku serta mengirimkan doa-doanya dalam setiap langkah dan nafasku. (*Makasih ya Mah...Pah... I love both all of u*)
9. Kedua kakak terbaikku Maschun Sofyan dan Masruf arief.
10. Oma tersayang, Om Bambang (Alm) & My Big Family Djoyodihardjo

11. Sahabat-sahabat terbaiku yang selalu ada ketika aku jatuh dan mendorongku untuk bangkit kembali. Anak-anak Wisma Arimbi yang kompak abiez, thanks to Ratna, Evi, Echa, Intan, Ika, Dee n My pussy cat Addroz... Mereka adalah bingkisan dari surga untuku...
12. Kakak angkatku Tri Yoga SM, Krisna AP dan Ahmad Muchroni yang Baik Buanget, selalu siap sedia membantu segala kesulitanku dan siap sedia direpotin. Makasie ya maz...
13. Kakak tingkat yang selalu menganggapku sebagai adik yang paling manies, Oktovera DH, Yandi Firmansyah, Kus-kus, dan Febri (alm).
14. Temenku Taufik AL, Agus Combro, Fandi H, Hendrik Cs, Dian PJ, Adimasati, Lukman K, Ti2nk, Mas Wahyu, Mas Darie, Mas Guntur, Danang, Meike, Panca, Yundi, Temen seperjuanganku Aji Febri, Burhan, Pak Rebo, Fathur, Lmen, Gandhi dan Didid....BERSEMANGAT...
15. EveNiNG Band yang selalu membuatku tetap bersemangat, to Deasy n Fajar ...We will Be star....
16. Spesial thanks to : “A’ant” yang pernah mengajariku arti sebuah penantian dan kesetia’an, juga “Alfian” karena telah mengajarkan kedewasaan dan memperlihatkan padaku apa itu dunia, Thanks karena kalian telah mewarnai hariku....
17. Rekan – Rekan di HMJ Elektro/KMTE (Keluarga Mahasiswa Teknik Elektro), KMTM, DINAMIK, RAPMA FM, USF, Teater Ayat, Teater kidung dan Seluruh rekan-rekan di Teknik yang tidak bisa disebutkan satu

persatu, Terimakasih atas persahabatan, kekeluargaan dan keramahannya selama kuliah di UMS.

Selalu penulis sadari bahwa laporan tugas akhir ini tidaklah sempurna yang diharapkan dan masih banyak kekurangannya karena keterbatasan kemampuan penulis dalam penyusunan, oleh sebab itu saran dan kritik yang bersifat membangun akan selalu kami terima untuk kesempurnaan diwaktu mendatang.

Semoga laporan tugas akhir ini dapat bermanfaat bagi penulis pada khususnya, bermanfaat bagi pembaca pada umumnya, dapat dijadikan referensi untuk menambah pengetahuan di bidang elektro dan untuk penelitian serupa di waktu mendatang, Amin...

Wassalamualaikum Wr Wb

Surakarta, 19 Januari 2007

Farida Aryani

DAFTAR ISI

	Halaman
HALAMAN JUDUL.....	i
HALAMAN PERSETUJUAN.....	ii
HALAMAN PENGESAHAN.....	iii
HALAMAN PETUAH BIJAK	iv
HALAMAN PERSEMBAHAN	v
KATA PENGANTAR	vi
DAFTAR ISI.....	x
DAFTAR GAMBAR	xiii
DAFTAR TABEL.....	xv
DAFTAR RUMUS	xvi
ABSTRAKSI	xvii
KONTRIBUSI	xviii
BAB I PENDAHULUAN	
1.1 Latar Belakang Masalah.....	1
1.2 Perumusan Masalah	4
1.3 Batasan Masalah	4
1.4 Tujuan Penulisan.....	5
1.5 Manfaat Penulisan.....	5
1.6 Metode Penelitian	6
1.7 Sistematika Penulisan	7

BAB II TINJAUAN PUSTAKA

2.1	Telaah Penelitian Terdahulu	10
2.2	Landasan Teori.....	11
2.2.1	Konstruksi Mesin Induksi Sangkar Tupai	14
2.2.2	Prinsip kerja Mesin Induksi	16
2.2.3	Analisa Rangkaian ekivalen Mesin Induksi.....	18
2.2.4	Rangkaian Ekivalen generator Induksi	19
2.2.5	Kapasitor sebagai Kompensator Daya reaktif.....	20
2.2.6	Perhitungan Kebutuhan kapasitor Untuk MISG ..	21
2.2.7	Generator Induksi pada Kondisi Terbebani	23

BAB III METODE PENELITIAN

3.1	Obyek Penelitian	25
3.2	Waktu dan Tempat	25
3.3	Bahan dan Alat penelitian	27
3.4	Perlakuan dan Rancangan Percobaan.....	29
3.4.1	Mesin induksi tanpa beban rotor ditahan	29
3.4.2	Mesin induksi sebagai generator induksi pada percobaan tanpa beban	31
3.4.3	Generator induksi tanpa beban dengan variasi kapasitor kompensasi	32
3.4.4	Generator induksi berbeban resistif	32
3.4.5	Generator induksi berbeban resistif dengan menambah kapasitor untuk perbaikan faktor daya	33

3.4.6	Generator induksi berbeban resistif-induktif	34
3.4.7	Generator induksi dengan menambah beban dan menambah kompensasi kapasitor.....	34
3.4.8	Generator induksi dengan pengurangan beban dan kompensasi kapasitor	35
3.5	Diagram alir pengujian dan analisa data	36
 BAB IV HASIL PENELITIAN DAN PEMBAHASAN		
4.1	Gambaran umum.....	39
4.2	Hasil Penelitian, Perhitungan dan analisa pembahasan	39
4.2.1	Test Pengukuran	40
4.2.2	Generator tanpa beban.....	41
4.2.3	Generator berbeban Resistif.....	47
4.2.4	Generator berbeban Resistif-Induktif.....	53
4.2.5	Generator Berbeban R-L Meningkat & Diantisipasi Dg Tambah Kapasitor	58
4.2.6	Generator Berbeban R-L Meningkat & Diantisipasi Dg Tambah Kapasitor	62
 BAB V PENUTUP		
5.1	Kesimpulan	67
5.2	Saran.....	68
DAFTAR PUSTAKA		69
LAMPIRAN		

DAFTAR GAMBAR

	Halaman
Gambar 2.1 Mesin Induksi Sangkar Tupai	13
Gambar 2.2 Rangkaian Ekivalen Motor Induksi.....	18
Gambar 2.3 Rangkaian Ekivalen Generator Induksi.....	21
Gambar 3.1 Rangkaian Pengujian Resistansi Belitan Stator	30
Gambar 3.2 Rangkaian Mesin Induksi yang dikopel Generator DC	30
Gambar 3.3 Rangkaian uji Generator Induksi Tanpa Beban	31
Gambar 3.4 Rangkaian Uji Generator Berbeban.	33
Gambar 3.5 Diagram alir generator Induksi Berbeban	36
Gambar 3.6 Diagram alir generator Induksi Berbeban	37
Gambar 3.7 Diagram alir generator Induksi Pada Kondisi dengan Penambahan beban dan penambahan kapasitor	38
Gambar 4.1 Grafik hubungan antara Kecepatan putar dan frekuensi pada generator tanpa beban pada kondisi tanpa C, C = 12 μ F, C= 24 μ F, C=30 μ F, C=42 μ F	44
Gambar 4.2 Grafik hubungan antara Kecepatan putar dan Tegangan AC generator tanpa beban pada kondisi tanpa C, C = 12 μ F, C= 24 μ F, C=30 μ F, C=42 μ F	45
Gambar 4.3 Grafik hubungan antara Beban dan Frekuensi pada generator berbeban Resistif.....	49
Gambar 4.4 Grafik hubungan antara Beban dan Tegangan AC pada generator berbeban Resistif.....	50
Gambar 4.5 Cuplikan grafik hubungan antara beban dan frekuensi pada generator berbeban resistif yang terlihat pada Gambar 4.3	51
Gambar 4.6 Grafik hubungan antara Beban dan Frekuensi pada generator berbeban Resistif-Induktif.....	55
Gambar 4.7 Grafik hubungan antara Beban dan Tegangan AC pada generator berbeban Resistif-Induktif.....	56
Gambar 4.8 Cuplikan gambar hubungan antara Beban dan Frekuensi	

	pada generator berbeban Resistif-Induktif.....	57
Gambar 4.9	Grafik hubungan antara Beban dan Frekuensi pada generator berbeban Resistif-Induktif naik dan diantisipasi dengan menambah kapasitor	59
Gambar 4.10	Grafik hubungan antara Beban dan Tegangan pada generator berbeban Resistif-Induktif naik dan diantisipasi dengan menambah kapasitor	60
Gambar 4.11	Grafik hubungan antara Beban dan Frekuensi pada generator berbeban Resistif-Induktif turun dan diantisipasi dengan mengurangi kapasitor	64
Gambar 4.12	Grafik hubungan antara Beban dan Frekuensi pada generator berbeban Resistif-Induktif turun dan diantisipasi dengan mengurangi kapasitor	65
Gambar 4.13	Kebutuhan kapasitor pada berbagai pembebanan yang menurun	66

DAFTAR TABEL

	Halaman
Tabel 4.1 Uji Resistansi Belitan Mesin Induksi.....	40
Tabel 4.2 (a) Motor Induksi Tanpa Dikopel dan (b) Mesin Induksi dengan Dikopel Generator DC	40
Tabel 4.3 Generator Tanpa Beban Tanpa C.....	41
Tabel 4.4 Generator Tanpa Beban, C = 12 μ F	41
Tabel 4.5 Generator Tanpa Beban, C = 24 μ F	42
Tabel 4.6 Generator Tanpa Beban, C = 30 μ F	42
Tabel 4.7 Generator Tanpa Beban, C = 30 μ F + 12 μ F.	43
Tabel 4.8 Generator berbeban resistif, C = 12 μ F.....	47
Tabel 4.9 Generator berbeban resistif, C = 24 μ F.....	47
Tabel 4.10 Generator berbeban resistif, C = 30 μ F.....	47
Tabel 4.11 Generator berbeban resistif, C = 42 μ F.....	48
Tabel 4.12 Generator berbeban resistif, C = 54 μ F.....	48
Tabel 4.13 Generator berbeban resistif, C = 66 μ F.....	48
Tabel 4.14 Generator Berbeban Resistif-Induktif (Tl), C = 12 μ F.....	53
Tabel 4.15 Generator Berbeban Resistif-Induktif (Tl), C = 24 μ F.....	53
Tabel 4.16 Generator Berbeban Resistif-Induktif (Tl), C = 30 μ F.....	53
Tabel 4.17 Generator Berbeban Resistif-Induktif (Tl), C = 42 μ F.....	54
Tabel 4.18 Generator Berbeban Resistif-Induktif (Tl), C = 54 μ F.....	54
Tabel 4.19 Generator Berbeban Resistif-Induktif (Tl), C = 66 μ F.....	54
Tabel 4.20 Generator Berbeban R-L Meningkat & Diantisipasi Dengan Tambah Kapasitor.....	58
Tabel 4.21 Generator Berbeban R-L Turun & Diantisipasi Dg Kurangi Kapasitor	62

DAFTAR RUMUS

	Halaman
Rumus 2.1 Kecepatan putar medan putar stator.....	17
Rumus 2.2 Kecepatan sudut medan putar stator	17
Rumus 2.3 Slip.....	18
Rumus 2.4 Kapasitas kapasitor.	20
Rumus 2.5 Penentuan daya listrik mekanik motor maksimum.....	21
Rumus 2.6 Penentuan daya listrik generator maksimum.....	21
Rumus 2.7 Penentuan efisiensi generator maksimum.....	21
Rumus 2.8 Penentuan daya reaktif yang dibutuhkan saat sebagai motor ...	21
Rumus 2.9 Penentuan daya reaktif yang dibutuhkan saat sebagai Generator.....	22
Rumus 2.10 Penentuan kapasitas kapasitor hubungan segitiga.	22
Rumus 2.11 Penentuan kapasitor eksitasi saat generator induksi di operasikan tanpa beban.	22
Rumus 2.12 Penentuan kapasitor eksitasi saat generator induksi di operasikan tanpa beban.	22
Rumus 2.13 Penentuan selisih daya reaktif yang akan dikompensasi.	22
Rumus 2.14 Penentuan kapasitor kompensasi faktor daya per fase.....	23
Rumus 2.15 Penentuan kapasitas daya reaktif yang timbul akibat penambahan daya aktif pada generator induksi	23
Rumus 2.16 Penentuan kapasitor kompensasi beban per fase dengan penambahan daya reaktif.....	23

ABSTRAKSI

Mesin Induksi Sebagai Generator (MISG) adalah mesin induksi yang dioperasikan sebagai generator. MISG banyak diterapkan pada Pembangkit Tenaga Listrik Mikrohidro (PLTMh). Digunakannya generator induksi dikarenakan harga murah dan mudah perawatannya, serta banyak tersedia di pasaran. Salah satu kelemahan utama generator induksi adalah tegangan keluaran yang sangat terpengaruh beban, apalagi jika diterapkan pada PLTMh stand alone yang tidak menggunakan governor.

Tujuan penelitian ini adalah mengetahui hubungan antara perubahan beban terhadap tegangan dan frekuensi mesin induksi sebagai generator listrik dan mengetahui bagaimana cara memperbaiki tingkat Tegangan dan Frekuensi akibat perubahan beban.

Penelitian dilakukan dengan menentukan karakteristik tegangan dan frekuensi keluaran MISG yang menggunakan motor DC sebagai sumber penggerak mekanik. Penelitian dilakukan di Laboratorium Sistem Tenaga Listrik Jurusan Teknik elektro FT UMS.

Hasil penelitian memperlihatkan tegangan dan frekuensi keluaran MISG sangat dipengaruhi besar beban. Semakin besar beban, tegangan semakin kecil dan semakin rendah pula frekuensinya, hal itu disebabkan generator induksi tidak memiliki catu daya eksitasi sendiri. Tapi dengan penambahan kapasitor, nilai tegangan dan frekuensi dapat diperbaiki sehingga nilai tegangan dan frekuensi mendekati atau mencapai batas aman.

Kata kunci: Mesin Induksi, Generator, Beban, Tegangan, Frekuensi.

KONTRIBUSI

Pertama kali mendapatkan ide penelitian ini dari dosen Bp Aris Budiman, ST, MT Teknik Elektro UMS dalam rangka *research grant* dan bekerja sama dengan mahasiswa untuk melakukan penelitian dan mahasiswa bertindak sebagai pelaksana di lapangan. Dari penelitian itu dosen menawarkan beberapa judul diantaranya adalah Pengaruh Perubahan Beban Terhadap Tegangan Dan Frekuensi Motor Induksi sebagai Generator Listrik.

Bahan-bahan untuk penelitian dibeli bersama-sama rekan satu tim dengan biaya yang ditanggung *research grant*, untuk alat dan bahan dibeli di daerah Solo. Alat dan bahan tersebut antara lain mesin induksi 3 fase sangkar tupai, kapasitor, generator DC, slide regulator, sumber tegangan, universal power analyzer, multimeter digital, amperemeter digital, lampu pijar 40 W, lampu fluoresen 60 W dan tachometer. Setelah alat dan bahan sudah lengkap kami melakukan perakitan sampel beban kemudian baru melakukan uji coba dan pengukuran serta menganalisa data.

Pengambilan data penelitian dilakukan di Laboratorium Sistem Ketenagaan Listrik Teknik Elektro UMS pada bulan November 2006 bersama rekan satu tim, sedangkan analisa data penulis menampilkannya dalam bentuk grafik Microsoft Excel 2003. Penulisan dan penyusunan laporan tugas akhir ini mengacu pada laporan yang sudah ada antara lain mengambil dari buku pegangan yang dapat ditemukan di perpustakaan, sebagian browsing dari internet dan informasi dari teman.

Penulisan laporan tugas akhir ini dibuat sendiri sampai akhirnya penyusun berhasil menyelesaikan laporan ini meskipun masih banyak terdapat kekurangan.

Surakarta, Januari 2007

Mengetahui

Dosen Pembimbing

Mahasiswa Tugas Akhir

(Aris Budiman,ST, MT)

(Farida Aryani)