

SKRIPSI

**ANALISIS PENGARUH PERUBAHAN BEBAN TERHADAP
KARAKTERISTIK GENERATOR SINKRON SATU FASA**



Disusun oleh:

Andi Tegar Pratama

20130120153

**PROGRAM STUDI TEKNIK ELEKTRO
FAKULTAS TEKNIK
UNIVERSITAS MUHAMMADIYAH YOGYAKARTA**

LEMBAR PENGESAHAN SKRIPSI

**ANALISIS PENGARUH PERUBAHAN BEBAN TERHADAP
KARAKTERISTIK GENERATOR SINKRON SATU FASA**



Dosen Pembimbing 1

Ir. Slamet Suropto, M.Eng.
NIK. 19611118199209123010

Dosen Pembimbing 2

Rahmat Adiprasetya A.H., S.T., M.Eng.
NIK. 197511112005011002

LEMBAR PERNYATAAN

Yang betanda tangan di bawah ini:

NAMA : **Andi Tegar Pratama**
NIM : **20130120153**
Jurusan : **Teknik Elektro**

Menyatakan dengan sesungguhnya bahwa naskah skripsi ini merupakan hasil karya tulis saya sendiri dan tanpa ada tindak plagiarisme ataupun terdapat karya yang pernah diajukan untuk memperoleh gelar kesarjanaan di Perguruan Tinggi dan sepanjang pengetahuan saya juga tidak terdapat karya atau pendapat yang pernah ditulis atau dipublikasikan oleh orang lain, **kecuali** yang secara tertulis disebutkan sumbernya dalam naskah dan dalam daftar pustaka.

Yogyakarta, 8 Mei 2017



Andi Tegar Pratama

(20130120153)

MOTTO



“Dalam melakukan hal apapun, kita harus mempunyai target dan bekerja keras untuk mencapai target tersebut, tapi kunci untuk meraih target-target itu adalah

Tawakal kepada Allah Subhanahu Wata’ala”

~Andi Tegar Pratama~

“Totalitas adalah kunci kesuksesan, karena didalam totalitas terdapat kualitas, kuantitas, dedikasi, keikhlasan hati serta motivasi yang tinggi dalam melakukan apapun”

~Andi Tegar Pratama~

“Apa yang patut kau congkakkan dan sombongkan sedangkan semua yang ada adalah titipan yang dapat Allah Subhanahu Wata’ala ambil kapanpun?”

~Andi Tegar Pratama~

“Tuhan menaruhmu di ‘tempatmu’ yang sekarang bukan karena kebetulan. Orang yang hebat tidak dihasilkan melalui kemudahan, kesenangan dan kenyamanan”

~Prof. Dr. (H.C) Dahlan Iskan~

“Sesungguhnya bersama kesulitan ada kemudahan. Maka apabila engkau selesai (dari sesuatu urusan), tetapkanlah bekerja keras (untuk urusan lain).”

PERSEMBAHAN :



Puji syukur kepada Allah Subhanahu Wata'ala atas segala rahmat dan hidayahnya yang telah memberikan kekuatan, kesehatan, kenikmatan dan kesabaran untuk mengerjakan tugas akhir ini.

Terima kasih juga buat kepada kedua Orang tuaku, adikku dan mbah yang telah menjadi motivasi juga inspirasi dan tiada henti memberikan dukungan lahir dan batin.

Terima kasih yang tak terhingga kepada seluruh dosen-dosen, laboran, terutama pembimbingku Bapak Slamet Suripto dan Pak Rahmat yang tak pernah lelah dan selalu sabar memberikan bimbingan dan arahnya kepadaku.

Terima kasih juga kepada teman-teman kontrakan, mantan tetua KMFT UMY, teman Kelas D angkatan 2013 yang selalu menjadi motivasiku hingga dapat menyelesaikan skripsi ini.

Terima kasih juga buat kamu yang selalu mengingatkan skripsi setiap hari, walaupun kadang kamu tidak tahu kondisi sebenarnya disini, terima kasih telah memotivasiku untuk menyelesaikan skripsi tepat waktu dan melanjutkan mengajar mimpi-mimpiku selanjutnya .

Malas Tertindas, Lambat Terlindas, Berhenti Mati ! Teruslah Maju,

Jika Lelah Beristirahatlah Tapi Jangan Berhenti !

Teruslah Mengabdikan Untuk Keluarga Hingga Untuk Bangsaamu Mulai

Saat Ini Hingga Raga Tak Mampu Lagi !

Best regards,

Andi Tegar Pratama

KATA PENGANTAR



Alhamdulillah, puji syukur penulis ucapkan kehadiran Allah Subhanahu Wata'ala yang telah melimpahkan Rahmat dan Karunia-Nya sehingga penulis dapat menyelesaikan Skripsi dengan judul "Analisis Pengaruh Perubahan Beban Terhadap Karakteristik Generator Sinkron Satu Fasa" yang disusun untuk memenuhi persyaratan kurikulum sarjana strata-1 (S-1) pada Jurusan Teknik Elektro Fakultas Teknik Universitas Muhammadiyah Yogyakarta.

Penulis mengucapkan terima kasih yang sebesar-besarnya atas semua bantuan yang telah diberikan, baik secara langsung maupun tidak langsung selama penyusunan tugas akhir ini hingga selesai. Secara khusus rasa terima kasih ini saya sampaikan kepada:

1. Allah Subhanahu Wata'ala yang telah melimpahkan Rahmat dan Karunia-Nya sehingga penulisan Tugas Akhir (Skripsi) ini dapat berjalan dengan lancar dan dapat diselesaikan tepat pada waktunya.
2. Bapak Jaza'ul Ikhsan, S.T, M.T., Ph.D. selaku Dekan Fakultas Teknik Universitas Muhammadiyah Yogyakarta
3. Bapak Ir. H Agus Jamal, M.Eng selaku Ketua Jurusan Teknik Elektro Fakultas Teknik Universitas Muhammadiyah Yogyakarta
4. Bapak Ir. Slamet Suripto, M.Eng selaku Dosen Pembimbing I yang dengan sabar membimbing, memberikan nasihat, memberikan tugas revisi, membagi ilmunya dan mengarahkan penulis selama melaksanakan penelitian Tugas Akhir (Skripsi) hingga dapat menyelesaikan penulisan Tugas Akhir (Skripsi) ini.
5. Bapak Rahmat Adiprasetya Al Hasibi., S.T., M.Eng. selaku Dosen Pembimbing II yang dengan sabar membimbing, menjawab setiap kegalauan karena tidak mengerti apa yang selanjutnya harus dilakukan dalam penulisan skripsi, dan membagi ilmunya serta mengarahkan penulis selama melaksanakan penelitian Tugas Akhir (Skripsi) hingga dapat menyelesaikan penulisan Tugas Akhir (Skripsi) ini.

6. Kepada dosen penguji Bapak Indar Surahmat, S.T, M.T
7. Bapak Indri Listiyono, S.T selaku laboran Laboratorium Jurusan Teknik Elektro yang sudah membantu menyediakan dan meminjamkan perlengkapan percobaan serta pengambilan data selama kurang lebih 2 bulan lamanya.
8. Segenap Dosen pengajar dan Staff Laboratorium di Jurusan Teknik Elektro Universitas Muhammadiyah Yogyakarta.
9. Kepada Kedua orangtuaku, yaitu Bapak Muntaha dan Simbok Siti Zulaikah atas segala do'a, kasih sayang, dukungan, semangat motivasi dan untuk semua yang telah kalian curahkan dan korbakan untuk anakmu ini hingga dapat menyelesaikan kuliah.
10. Adekku Namira Aulia Trista yang selalu menjadi motivasiku untuk terus berusaha dan bekerja keras untuk masa depan keluarga.
11. Badan Pengurus Harian (BPH) dan Pengurus BEM KMFT UMY Periode 2015-2016 yang selalu membantu untuk urusan apapun dan terus memberikan semangat.
12. Kartika Ayu Lestari salahsatu motivasi terbesarku untuk segera menyelesaikan skripsi sekaligus partner dalam segala hal yang selalu memberi dukungan, semangat, masukan dan sarannya.
13. Kawan sekaligus saudara seperjuanganku Teknik Elektro Kelas D terutama Shindy Dewi Saras Fitri yang selalu memberikan curhatan, tangisan, dan ya semua isi hatinya setiap hari sampai mluber-mluber. *Keep Fair Play* ya !
14. Kawan-kawan Seperjuangan Teknik Elektro Angkatan 2013 atas kerjasama dan dorongannya.
15. Kawan-kawan Seperjuangan kontrakan Pak Er-Te 3 atas kerjasama dan dorongannya,
16. Bapak Ponidi dan Ibu Tini yang sudah membantu dalam segala hal selama saya mengontrak rumah beliau.
17. Semua pihak yang tidak dapat saya sebutkan satu persatu, terima kasih atas

Penulis menyadari bahwa penulisan skripsi ini masih jauh dari sempurna. Untuk itu penulis dengan terbuka menerima kritik dan saran yang membangun dari pembaca untuk perbaikan dan pengembangan penelitian selanjutnya. Akhirya penulis berharap semoga tulisan ini memberikan manfaat kepada pembaca.

Yogyakarta, 8 Mei 2017

Andi Tegar Pratama
(20130120153)

ANALISIS PENGARUH PERUBAHAN BEBAN TERHADAP KARAKTERISTIK GENERATOR SINKRON SATU FASA

Oleh:

Andi Tegar Pratama (20130120153)

Jurusan Teknik Elektro

E-mail: anditegarpratama1@gmail.com

INTISARI

Generator sinkron merupakan alat listrik yang berfungsi mengkonversikan energi mekanis berupa putaran menjadi energi listrik. Energi mekanis berupa putaran tersebut dihasilkan oleh penggerak mula (*prime mover*). Generator sinkron harus dioperasikan dengan putaran yang stabil agar mendapatkan output generator berupa tegangan dan frekuensi yang stabil.

Kestabilan kinerja generator sinkron dipengaruhi oleh arus eksitasi (I_f), kecepatan putar (n) generator, besar beban dan faktor daya beban ($\cos\phi$). Adanya perubahan besar beban dan jenis beban yang ditopang generator akan mengakibatkan ketidakstabilan kinerja generator. Dalam penelitian ini dilakukan percobaan dan analisis perubahan beban terhadap karakteristik generator sinkron satu fasa untuk mengetahui pengaruh antara besarnya perubahan beban resistif (R), resistif-induktif (R-L) dan resistif-kapasitif (R-C) terhadap tegangan keluaran generator (V_t), arus medan magnet generator/eksitasi (I_f) dan arus beban generator (I_a) sehingga kestabilan kinerja generator dan keseimbangan dalam sistem generator sinkron satu fasa dapat dicapai.

Kata Kunci : Generator Sinkron, Penggerak Mula, Tegangan Terminal (V_t), Arus Eksitasi (I_f), Frekuensi (f), Kecepatan Putar (n), Faktor Daya ($\cos\phi$), Kestabilan Kerja Generator.

**LOAD CHANGES EFFECT ANALYSIS ON THE CHARACTERISTIC
OF A SINGLE-PHASE AC SYNCHRONOUS GENERATOR**

by:

Andi Tegar Pratama (20130120153)

Department of Electrical Engineering

E-mail: anditegarpratama1@gmail.com

ABSTRACT

Synchronous generator is an electrical tool that have functions to convert mechanical energy in the form of rotation into electrical energy. The mechanical energy of the rotation is generated by prime movers. The synchronous generator must be operated with a stable spin to get stable voltage and frequency from the generator.

The performance stability of synchronous generator are affected by excitation current (I_f), spinning speed (n), load size and load power factor ($\cos \phi$). The load changes and load types which relies on the generator will cause instability of the generator performance. In this experiment, we analyze the load changes effect on the characteristic of a single-phase synchronous generator to know the effect between resistive (R), resistive-inductive (R-L) and resistive-capacitive (RC) load to generator terminal voltage or output voltage (V_t), excitation current (I_f) and load current (I_a) so that the stability of generator performance and balance in a single phase synchronous generator system can be achieved.

Key Words : *Synchronous Generator, Prime Mover, Terminal Voltage (V_t), Excitation Current (I_f), Frequency (f), Spinning Speed (n), Power Factor ($\cos \phi$), Stability of Generator Performance.*

DAFTAR ISI

JUDUL

LEMBAR PERSETUJUAN	i
LEMBAR PENGESAHAN SKRIPSI	ii
LEMBAR PERNYATAAN	iv
MOTTO	v
LEMBAR PERSEMBAHAN	vi
KATA PENGANTAR.....	vii
INTISARI	x
DAFTAR ISI	xii
DAFTAR TABEL	xvi
DAFTAR GAMBAR	xvii
BAB I PENDAHULUAN.....	1
1.1 Latar Belakang	1
1.2 Rumusan Masalah	2
1.3 Batasan Masalah	3
1.4 Tujuan Penelitian	3
1.5 Manfaat Penelitian	4
1.6 Sistematika Penulisan	4
BAB II TINJAUAN PUSTAKA	6
2.1 Tinjauan Pustaka	6
2.2 Landasan Teori	7

2.2.1 Generator	7
2.2.2 Prinsip Kerja Generator	8
2.2.3 Generator AC Satu Fasa	10
2.2.4 Konstruksi Generator Sinkron	11
2.2.5 Rangkaian Belitan Stator dan Rotor.....	19
2.2.6 Generator Tanpa Beban.....	23
2.2.7 Generator Berbeban.....	24
2.2.8 Diagram Fasor Generator Sinkron Satu Fasa Berbeban Pada Berbagai Faktor Daya.....	25
2.2.9 Daya Generator.....	30
2.2.10 Metode Eksitasi Pada Generator Sinkron.....	33
2.2.11 Reaksi Jangkar.....	43
2.2.12 Generator Sinkron Satu Fasa Dalam Praktik.....	46
BAB III METODOLOGI PENELITIAN	49
3.1 Alat dan Bahan Penelitian.....	49
3.2 Diagram Alur Penelitian	52
3.3 Langkah-Langkah Pengujian Generator Satu Fasa	53
3.3.1 Percobaan Generator Sinkron Satu Fasa Tanpa Beban Dengan Penguat Terpisah.....	53
3.3.2 Percobaan Generator Sinkron Satu Fasa Tanpa Beban Dengan Penguat Sendiri	56
3.3.3 Percobaan Generator Sinkron Satu Fasa Berbeban R, RL, dan RC	59

3.4 Pengolahan Data dan Analisis.....	64
3.5 Penulisan Laporan.....	65
BAB IV ANALISA DAN PEMBAHASAN	66
4.1 Unjuk Kerja Generator Sinkron Satu Fasa Tanpa Beban dan Berbeban	66
4.2 Percobaan Generator Sinkron Satu Fasa Tanpa Beban Dengan Penguat Terpisah.....	67
4.3 Percobaan Generator Sinkron Satu Fasa Tanpa Beban Dengan Penguat Sendiri	71
4.4 Percobaan Generator Sinkron Satu Fasa Berbeban Dengan Penguat Terpisah	76
4.4.1 Percobaan Berbeban Resistif Murni (R)	77
4.4.2 Percobaan Berbeban Resistif-Induktif (R-L)	81
4.4.3 Percobaan Berbeban Resistif-Kapasitif (R-C)	85
4.5 Percobaan Generator Sinkron Satu Fasa Berbeban Dengan Penguat Sendiri	89
4.5.1 Percobaan Berbeban Resistif Murni (R)	90
4.5.2 Percobaan Berbeban Resistif-Induktif (R-L)	94
4.5.3 Percobaan Berbeban Resistif-Kapasitif (R-C)	98
4.6 Karakteristik Generator Sinkron AC Satu Fasa Terhadap Perubahan Kecepatan Putar (n).....	102
4.7 Karakteristik Generator Sinkron AC Satu Fasa Berbeban Dengan Penguat Terpisah Pada Berbagai Faktor Daya.....	105

BAB V PENUTUP	106
5.1 Kesimpulan.....	106
5.2 Saran.....	107
DAFTAR PUSTAKA	108

DAFTAR TABEL

Tabel 3.1 Beban-beban Percobaan	51
Tabel 4.1 Data Hasil Percobaan Generator Sinkron Satu Fasa Tanpa Beban Dengan Penguat Terpisah.....	68
Tabel 4.2 Data Hasil Percobaan Generator Sinkron Satu Fasa Tanpa Beban Dengan Penguat Sendiri	72
Tabel 4.3 Data Hasil Percobaan Generator Berbeban Resistif Murni (R) Dengan Penguat Terpisah	75
Tabel 4.4 Data Hasil Percobaan Generator Berbeban Resistif-Induktif (R-L) Dengan Penguat Terpisah.....	82
Tabel 4.5 Data Hasil Percobaan Generator Berbeban Resistif-Kapasitif (R-C) Dengan Penguat Terpisah.....	86
Tabel 4.6 Data Hasil Percobaan Generator Berbeban Resistif Murni (R) Dengan Penguat Sendiri.....	91
Tabel 4.7 Data Hasil Percobaan Generator Berbeban Resistif-Induktif (R-L) Dengan Penguat Sendiri	95
Tabel 4.8 Data Hasil Percobaan Generator Berbeban Resistif-Kapasitif (R-C) Dengan Penguat Sendiri	99
Tabel 4.9 Data Hasil Percobaan Karakteristik Generator Sinkron AC Satu Fasa Terhadap Perubahan Kecepatan Putar (n)	102

DAFTAR GAMBAR

Gambar 2.1	Proses Pembangkitan GGL.....	9
Gambar 2.2	Belitan Generator Satu Fasa.....	11
Gambar 2.3	Konstruksi Generator Sinkron Secara Umum	12
Gambar 2.4	Rotor Generator Sinkron	14
Gambar 2.5	Rotor Kutub Menonjol Generator Sinkron.....	15
Gambar 2.6	Rotor Kutub Silinder Generator Sinkron.....	16
Gambar 2.7	Gambar Stator Generator Sinkron	18
Gambar 2.8	Bentuk-bentuk Alur	19
Gambar 2.9	Belitan Satu Lapis Generator Sinkron	21
Gambar 2.10	Belitan Berlapis Ganda Generator Sinkron	22
Gambar 2.11	Karakteristik Generator Sinkron Tanpa Beban	23
Gambar 2.12	Hubungan Berbagai Kondisi Beban Terhadap Arus Dan Tegangan Pada Generator Berbeban	27
Gambar 2.13	Kurva Karakteristik Generator Sinkron AC Satu Fasa Pada Berbagai Faktor Daya.....	30
Gambar 2.14	Sistem Eksitasi Menggunakan Generator Arus Searah	35
Gambar 2.15	Sistem Eksitasi Statis.....	36
Gambar 2.16	Sistem Eksitasi Dengan Menggunakan Baterai.....	38
Gambar 2.17	Sistem Eksitasi Dengan Suplai Tiga Fasa.....	39
Gambar 2.18	Sistem Eksitasi Dengan Menggunakan Permanen Magnet Generator	41
Gambar 2.19	Model Reaksi Jangkar Generator.....	43

Gambar 2.20	Rangkain Ekivalen Generator Sinkron Perfasa Tanpa Beban	45
Gambar 3.1	<i>Flowchart</i> Penelitian	52
Gambar 3.2	Rangkaian Percobaan Generator Sinkron Satu Fasa Tanpa Beban Dengan Penguat Terpisah	53
Gambar 3.3	Rangkaian Percobaan Generator Sinkron Satu Fasa Tanpa Beban Dengan Penguat Sendiri	56
Gambar 3.4	Rangkaian Percobaan Generator Berbeban	59
Gambar 3.5	Rangkaian Beban Percobaan	60
Gambar 4.1	Rangkaian Percobaan Generator Sinkron Satu Fasa Tanpa Beban Dengan Penguat Terpisah	67
Gambar 4.2	Kurva Karakteristik Tegangan Terminal sebagai Fungsi Arus Eksitasi Generator Sinkron Satu Fasa Tanpa Beban Dengan Penguat Terpisah	69
Gambar 4.3	Rangkaian Percobaan Generator Sinkron Satu Fasa Tanpa Beban Dengan Penguat Sendiri	71
Gambar 4.4	Kurva Karakteristik Tegangan Terminal sebagai Fungsi Arus Eksitasi Generator Sinkron Satu Fasa Tanpa Beban Dengan Penguat Sendiri.....	73
Gambar 4.5	Rangkaian Percobaan Generator Sinkron Satu Fasa Berbeban Resistif Murni (R) Dengan Penguat Terpisah	77
Gambar 4.6	Kurva Perbandingan Tegangan Terminal Terhadap Arus Beban Generator Sinkron Satu Fasa Berbeban Resistif Dengan Penguat Terpisah	79

Gambar 4.7	Rangkaian Percobaan Generator Sinkron Satu Fasa Berbeban Resistif-Induktif (R-L) Dengan Penguat Terpisah	81
Gambar 4.8	Kurva Perbandingan Tegangan Terminal Terhadap Arus Beban Generator Sinkron Satu Fasa Berbeban Resistif-Induktif Dengan Penguat Terpisah	83
Gambar 4.9	Rangkaian Percobaan Generator Sinkron Satu Fasa Berbeban Resistif-Kapasitif (R-C) Dengan Penguat Terpisah	85
Gambar 4.10	Kurva Perbandingan Tegangan Terminal Terhadap Arus Beban Generator Sinkron Satu Fasa Berbeban Resistif-Kapasitif Dengan Penguat Terpisah.....	87
Gambar 4.11	Rangkaian Percobaan Generator Sinkron Satu Fasa Berbeban Resistif Murni (R) Dengan Penguat Sendiri.....	90
Gambar 4.12	Kurva Perbandingan Tegangan Terminal Terhadap Arus Beban Generator Sinkron Satu Fasa Berbeban Resistif Dengan Penguat Sendiri.....	92
Gambar 4.13	Rangkaian Percobaan Generator Sinkron Satu Fasa Berbeban Resistif-Induktif (R-L) Dengan Penguat Sendiri.....	94
Gambar 4.14	Kurva Perbandingan Tegangan Terminal Terhadap Arus Beban Generator Sinkron Satu Fasa Berbeban Resistif-Induktif Dengan Penguat Sendiri.....	96
Gambar 4.15	Rangkaian Percobaan Generator Sinkron Satu Fasa Berbeban Resistif-Kapasitif (R-C) Dengan Penguat Sendiri.....	98

Gambar 4.16 Kurva Perbandingan Tegangan Terminal Terhadap Arus Beban Generator Sinkron Satu Fasa Berbeban Resistif-Kapasitif Dengan Penguat Sendiri	100
Gambar 4.17 Kurva Perbandingan Kecepatan Putar Generator Terhadap Arus Beban Pada Penguat Tetap Dan Beban Tetap	103
Gambar 4.18 Kurva Karakteristik Generator Sinkron AC Satu Fasa Pada Berbagai Faktor Daya.....	105