

**EVALUASI PENGUJIAN GENERATOR UNIT 1 DI
PT. PLN (PERSERO) PLTU SEKTOR PEMBANGKITAN BUKIT ASAM**



SKRIPSI

**Dibuat Untuk Memenuhi Syarat Mendapatkan Gelar Sarjana Teknik Pada
Jurusan Teknik Elektro Fakultas Teknik Universitas Sriwijaya**

Oleh :

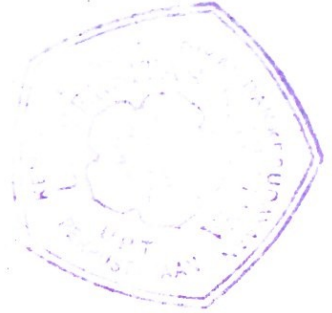
**ADITYA DWI SEPTIAN
03091404010**

**JURUSAN TEKNIK ELEKTRO
FAKULTAS TEKNIK
UNIVERSITAS SRIWIJAYA**

2014

S
621.813 207
Adi
e
2014
R 5237 / 5259
EVALUASI PENGUJIAN GENERATOR UNIT 1 DI

PT. PLN (PERSERO) PLTU SEKTOR PEMBANGKITAN BUKIT ASAM



SKRIPSI

Dibaca Untuk Memenuhi Syarat Mendapatkan Gelar Sarjana Teknik Pada

Jurusan Teknik Elektro Fakultas Teknik Universitas Sriwijaya

Oleh :

ADITYA DWI SEPTIAN

03091404010

JURUSAN TEKNIK ELEKTRO

FAKULTAS TEKNIK

UNIVERSITAS SRIWIJAYA

2014

LEMBAR PENGESAHAN

**EVALUASI PENGUJIAN GENERATOR UNIT 1 DI
PT. PLN (PERSERO) PLTU SEKTOR PEMBANGKITAN BUKIT ASAM**



SKRIPSI

**Dibuat Untuk Memenuhi Syarat Mendapatkan Gelar Sarjana Teknik Pada
Jurusan Teknik Elektro Fakultas Teknik Universitas Sriwijaya**

Oleh

**ADITYA DWI SEPTIAN
03091404010**

**Palembang, Mei 2014
Mengetahui,**

Pembimbing Utama,

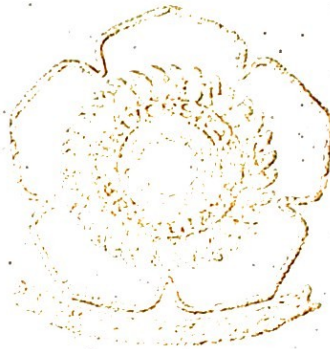
**Ir. Antonius Hamdadi, MS
NIP. 193612141986031002**

Ketua Jurusan Teknik Elektro,

**Ir. Sariman, MS
NIP. 195807071987031004**

LEMBAR PERSETUJUAN

**EVALUASI PENGUJIAN GENERATOR UNIT 1 DI
PT. PLN (PERSERO) PLTU SEKTOR PEMBANGKITAN BUKIT ASAM**



DISKUSI

**Dibarengi Dengan Kehadiran Dosen Pembimbing Gelar Sarjana Teknik Pada
Jurusan Teknik Elektro Fakultas Teknik Universitas Sriwijaya**

Oleh

**ADITYA DWI SEPTIAN
03091404010**

**Palembang, Mei 2014.
Pembimbing Utama,**



**Ir. Antonius Hamdadi, MS
NIP. 195612141986031002**



ABSTRAK

Generator sinkron adalah suatu generator arus bolak-balik yang mengkonversikan energi mekanik menjadi energi listrik. Dengan memutar rotor dari alternator yang diberi arus medan (I_f), gaya gerak listrik akan terinduksi pada kumparan jangkar stator. Bila kumparan berputar dengan kecepatan sudut tetap, maka fluks yang dilingkupi berubah-ubah, dan sebanding dengan sinus kecepatan sudut ω dan jumlah putaran setiap detik. Generator sinkron dengan defenisi sinkronnya, mempunyai makna bahwa frekuensi listrik yang dihasilkannya sinkron dengan putaran mekanis generator tersebut. Rotor generator sinkron yang terdiri dari belitan medan dengan suplai arus searah akan menghasilkan medan magnet yang diputar dengan kecepatan yang sama dengan kecepatan putar rotor.

Kata Kunci : Generator Sinkron, Pengujian Generator, Konstruksi Generator, karakteristik beban nol, hubung singkat dan berbeban.



MOTTO

- *Janganlah memanjakan kekhawatiran, karena itu akan mengurangi waktumu untuk berbahagia.*
- *Jangan terlalu sering mengatakan tidak mungkin, terutama kalau Anda melibatkan nama Tuhan.*
- *Jika Anda dikenal sebagai pribadi yang benar, Anda sudah didengarkan sebelum Anda berbicara.*
- *Tidak ada orang yang bebas dari rasa malas, karena sesungguhnya rasa malas adalah rahmat untuk memalasi keburukan.*

Kupersembahkan Kepada :

- *Papa & Mama, Selly, Sylvia tercinta*
- *Orang Terkasih*
- *Teman-teman seperjuangan Teknik Elektro Angkatan 2009*
- *Almamaterku Universitas Sriwijaya*



KATA PENGANTAR

Puji syukur dipanjatkan kehadirat Allah SWT, Rabb semesta alam. Shalawat dan salam tercurah kepada Rasulullah SAW beserta keluarga para sahabat serta pengikutnya hingga hari akhir. Maha Besar Allah atas segala nikmat yang diberikan kepada penulis sehingga dapat menyelesaikan penulisan skripsi yang berjudul “Evaluasi Pengujian Generator Unit 1 di PT. PLN (Persero) PLTU Sektor Pembangkitan Bukit Asam” .

Dalam kesempatan ini penulis ingin mengucapkan terima kasih dan penghargaan yang setinggi-tingginya kepada pembimbing yang telah sabar membimbing proses penyusunan skripsi ini dari awal hingga akhir kepada :

1. Bapak Ir. Antonius Hamdadi, MS selaku Dosen Pembimbing Utama.
2. Bapak Tomo Widagdo dan Bapak Prit Daniel selaku Pembimbing Pembantu di PT. PLN (Persero) PLTU Sektor Pembangkitan Bukit Asam.

Penulis juga mengucapkan terima kasih kepada :

1. Ibu Prof. Dr. Hj. Badia Perizade M.B.A selaku Rektor Universitas Sriwijaya.
2. Bapak Prof. Dr. Ir. H. Taufik Toha, DEA selaku Dekan Fakultas Teknik Universitas Sriwijaya.
3. Bapak Ir. Sariman, MS selaku Ketua Jurusan Teknik Elektro Universitas Sriwijaya.



-
4. Ibu Ir. Sri Agustina, MT selaku Sekertaris Jurusan Teknik Elektro Universitas Sriwijaya.
 5. Bapak Ir. Suparlan, MS selaku Dosen Pembimbing Akademik selama menempuh bangku perkuliahan.
 6. Kedua Orang Tuaku, kedua Kakak dan Adik-ku yang selalu memberikan semangat untuk menyelesaikan skripsi ini dengan baik.
 7. Orang terkasih yang telah memberikan bantuan, dukungan, dan motivasi tinggi dalam menyelesaikan perkuliahan.
 8. Sahabat-sahabat tercinta Devid Jaya Putra, Aris Wiwit Parando, yang telah memberikan bimbingan dalam mendapatkan ide serta solusi. Kemudian Leo Apriansyah Simatupang dan Rio Oktafian Ariansyah yang telah melakukan perjuangan bersama-sama untuk mendapatkan toga.
 9. Teman-teman teknik elektro angkatan tahun 2009 Nurul Jannah Ulfa, Firnando, Yudapasha Nugraha, Andi Rika Soraya, Ardian Saputra Pratama, Septian Wibowo, dan Debby Cania Putri yang telah banyak memberikan inspirasi.
 10. Seluruh staff pengajar dan staff administrasi Jurusan Teknik Elektro Universitas Sriwijaya pada khususnya dan Fakultas Teknik Pada Umumnya.

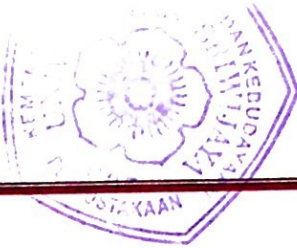


Penulis menyadari sepenuhnya dalam menyelesaikan skripsi ini masih banyak kekurangan dan jauh dari kesan sempurna. Oleh karena itu, dengan rendah hati penulis mengharapkan saran dan koreksi yang bersifat membangun bagi skripsi ini.

Akhirnya penulis berharap kiranya skripsi ini dapat bermanfaat bagi semua pihak khususnya dibidang ilmu teknik tenaga listrik. Demikianlah semoga Allah SWT selalu memberikan hidayahnya kepada kita semua, Amin.

Palembang, Mei 2014

Penulis



Universitas Sriwijaya

DAFTAR ISI

Halaman Judul	i
Halaman Persetujuan	ii
Halaman Pengesahan.....	iii
Abstrak.....	iv
Motto dan Persembahan	v
Kata Pengantar.....	vi
Daftar Isi.....	ix
Daftar Gambar.....	xiii
Daftar Tabel	xv
 BAB 1 PENDAHULUAN	
1.1 Latar Belakang.....	1
1.2 Tujuan Penulisan.....	2
1.3 Perumusan Masalah.....	2
1.4 Pembatasan Masalah.....	3
1.5 Metodologi Penelitian.....	3
1.6 Sistematika Penulisan.....	4
 BAB 2 TINJAUAN PUSTAKA	
2.1. Generator Sinkron.....	6
2.2. Prinsip Kerja Generator Sinkron.....	8
2.3. Kecepatan Putar Generator Sinkron.....	10



2.4.	Tegangan Terminal Generator Sinkron.....	11
2.5.	Rangkaian Ekuivalen Generator Sinkron.....	13
2.6.	Diagram Phasor Generator Sinkron.....	20
2.7.	Daya Dan Torsi Generator Sinkron.....	22
2.8.	Parameter Model Pengukuran Generator Sinkron.....	27
2.8.1.	Pengujian Karakteristik Beban Nol.....	34
2.8.2.	Pengujian Karakteristik Hubung-Singkat.....	36
2.8.3.	Pengujian Karakteristik dan Parameter Generator Sinkron Berbeban	39
2.9.	Pengaturan Tegangan.....	42
2.9.1.	Metode Impedansi Sinkron.....	43
2.10.	Sistem Eksitasi.....	46
2.10.1.	Sistem Eksitasi Dengan Sikat (Brush Excitation).....	47
2.10.1.1	Prinsip Kerja Sistem Eksitasi Dengan Sikat.....	49
2.10.2	Sistem Eksitasi Tanpa Sikat (Brushless Excitation).....	50
2.10.2.1	Prinsip Kerja Sistem Eksitasi Tanpa Sikat.....	53
 BAB 3 METODOLOGI		
3.1.	Lokasi Objek Penelitian	54
3.2.	Objek Penelitian	54
3.3.	Metodologi Penelitian	54
3.3.1.	Pendahuluan	54



3.3.2. Pengambilan Data dan Observasi	55
3.3.3. Teknik Analisis Data	56

BAB 4 PEMBAHASAN

4.1. Spesifikasi Peralatan di PT. PLN (Persero) PLTU Sektor	
Pembangkitan Bukit Asam	57
4.1.1. Generator.....	57
4.1.2. Exciter.....	58
4.1.3. Turbin.....	60
4.1.4. Power House Unit 1 PT. PLN (Persero) PLTU	
Sektor Pembangkitan Bukit Asam.....	61
4.1.5. Panel AVR Unit 1 PT. PLN (Persero) PLTU	
Sektor Pembangkitan Bukit Asam.....	62
4.2. Pengujian Resistansi Jangkar (Rdc).....	63
4.2.1. Peralatan yang Digunakan.....	63
4.2.2. Rangkaian dan Prosedur Pengujian.....	63
4.2.3. Data Hasil Pengujian Resistansi Jangkar.....	64
4.3. Pengujian Karakteristik Beban Nol (<i>open-circuit</i>).....	64
4.3.1. Peralatan yang Digunakan.....	64
4.3.2. Rangkaian dan Prosedur Pengujian.....	65
4.3.3. Data Hasil Pengujian Beban Nol	68



4.3.4. Grafik Pengujian Karakteristik Beban Nol	69
4.4. Pengujian Karakteristik Hubung Singkat (<i>short-circuit</i>).....	69
4.4.1. Peralatan yang Digunakan	70
4.4.2. Rangkaian dan Prosedur	71
4.4.3. Data Hasil Pengujian Hubung Singkat	72
4.4.4. Grafik Pengujian Karakteristik Hubung Singkat	74
4.5. Pengujian Berbeban	74
4.5.1. Peralatan yang Digunakan.....	74
4.5.2. Rangkaian dan Prosedur.....	75
4.5.3. Data Hasil Pengukuran Berbeban	77
4.5.4. Grafik Pengukuran Berbeban	78
4.6. Pengaturan Tegangan Generator Sinkron.....	78
4.6.1. Metode Impedansi Sinkron.....	78
4.7. Analisa.....	80

BAB 5 KESIMPULAN DAN SARAN

5.1 Kesimpulan.....	82
5.2 Saran.....	83

DAFTAR PUSTAKA

LAMPIRAN



DAFTAR GAMBAR

Gambar 2.1	(a) Generator AC satu fasa dua kutub	
	(b) Generator AC tiga fasa dua kutub.....	8
Gambar 2.2	Kurva Karakteristik Generator Sinkron.....	12
Gambar 2.3	Pengembangan Model Reaksi Jangkar.....	15
Gambar 2.4	Sebuah Rangkaian Sederhana.....	16
Gambar 2.5	Rangkaian Ekivalen Penuh Generator Sinkron Tiga Fasa.....	18
Gambar 2.6	Rangkaian Ekivalen Generator Sinkron Yang Terhubung.....	19
Gambar 2.7	Rangkaian Ekivalen Generator Sinkron Per Fasa.....	20
Gambar 2.8	Diagram Phasor Generator Sinkron Saat Faktor Daya Unity.....	21
Gambar 2.9	Diagram Phasor Generator Sinkron saat	
	(a) Lagging dan (b) Faktor Daya Leading.....	21
Gambar 2.10	Diagram Aliran Daya Generator Sinkron.....	23
Gambar 2.11	Diagram Phasor Sederhana Dengan Resistansi Jangkar	
	Diabaikan.....	24
Gambar 2.12 (a)	Karakteristik Rangkaian Terbuka (OCC) dari	
	generator sinkron	
	(b) Karakteristik Rangkaian Tertutup (SCC) dari	
	generator sinkron.....	28
Gambar 2.13 (a)	Rangkaian Ekivalen Generator Sinkron Selama	



Pengujian Rangkaian Tertutup	
(b) Hasil Diagram Phasor	
(c) Medan Magnet Selama Pengujian Rangkaian Tertutup.....	29
Gambar 2.14 Sketsa Perkiraan Reaktansi Sinkron Dari Generator	
Sinkron Sebagai Fungsi Arus Medan Dalam Mesin.....	32
Gambar 2.15 Rangkaian Pengujian Resistansi Jangkar.....	33
Gambar 2.16 Karakteristik Beban Nol Generator.....	34
Gambar 2.17 Rangkaian Ekuivalen Generator Pengujian Beban Nol.....	35
Gambar 2.18 Karakteristik Hubung Singkat Generator.....	36
Gambar 2.19 Rangkaian Ekuivalen Pengujian Hubung Singkat Generator.....	37
Gambar 2.20 Diagram Phasor dan Medan Magnet saat Hubung Singkat.....	38
Gambar 2.21 Generator Yang Dihubungkan Ke Beban.....	39
Gambar 2.22 Diagram Phasor Generator Yang Disederhanakan.....	41
Gambar 2.23 Diagram Phasor Efek Penambahan Beban Saat Generator	
Bekerja Tunggal.....	42
Gambar 2.24 Diagram Karakteristik Metode Impedansi Sinkron.....	44
Gambar 2.25 Diagram Phasor Generator Untuk Menggambarkan	
Regulasi Tegangannya.....	44
Gambar 2.26 Diagram Sistem Eksitasi Dengan Sikat (Brush Excitation).....	48
Gambar 2.27 Diagram Sistem Eksitasi Tanpa Sikat (Brushless Excitation).....	53
Gambar 4.1 Generator dan Name Plate Unit 1 PT. PLN (Persero) PLTU	



Sektor Pembangkitan Bukit Asam.....	58
Gambar 4.2 Rotating Diode dan Name Plate Exciter Unit 1 di PT. PLN (Persero)	
PLTU Sektor Pembangkitan Bukit Asam.....	60
Gambar 4.3 Turbin dan Name Plate Turbin Unit 1 di PT. PLN (Persero) PLTU Sektor	
Pembangkitan Bukit Asam.....	61
Gambar 4.4 Power House Unit 1 di PT. PLN (Persero) PLTU Sektor	
Pembangkitan Bukit Asam.....	61
Gambar 4.5 Panel AVR Bagian Luar.....	62
Gambar 4.6 Panel AVR Bagian Dalam.....	62
Gambar 4.7 Rangkaian Pengujian Resistansi Jangkar.....	63
Gambar 4.8 Rangkaian Pengujian Karakteristik Beban Nol.....	66
Gambar 4.9 Grafik Karakteristik Beban Nol.....	69
Gambar 4.10 Rangkaian Pengujian Hubung Singkat.....	71
Gambar 4.11 Grafik Pengujian Karakteristik Hubung Singkat	74
Gambar 4.12 Rangkaian Pengujian Berbeban.....	75
Gambar 4.13 Grafik Pengujian Karakteristik Berbeban.....	78



DAFTAR TABEL

Tabel 4.1 Data Hasil Pengujian Beban Nol.....	68
Tabel 4.2. Data Hasil Pengujian Hubung Singkat.....	73
Tabel 4.3 Data Hasil Pengujian Berbeban.....	77
Tabel 4.4 Perbandingan Data Beban Nol dan Hubung Singkat.....	79



BAB 1

PENDAHULUAN



1.1 Latar Belakang

Seiring dengan perkembangan teknologi yang semakin meningkat, kebutuhan akan tenaga listrik setiap hari juga semakin meningkat. Tenaga listrik yang dibutuhkan oleh konsumen setiap harinya tidak tetap. Hal ini akan menyebabkan beban yang diterima oleh generator akan berubah-ubah sehingga akan mempengaruhi sistem ketenaga listrikannya sendiri. Generator adalah salah satu jenis mesin listrik yang digunakan sebagai alat pembangkit energi listrik dengan cara menkonversikan energi mekanik menjadi energi listrik.

Pada sistem pembangkitan energi listrik, kestabilan tenaga sangatlah dibutuhkan. Oleh karena itu, tegangan haruslah dijaga agar tetap konstan keluarnya. Sehingga suplai tegangan kepada beban (konsumen) tetap dapat dipenuhi. Untuk mendapatkan tegangan terminal generator yang konstan, maka arus jangkar dan sudut daya harus tetap pula. Besarnya perubahan beban yang dapat ditanggung generator perlu diketahui yang disesuaikan dengan kemampuan generator sehingga kestabilan generator dapat dijaga. Pembangkitan GGL induksi pada generator sinkron membutuhkan arus penguatan (eksitasi) untuk menimbulkan fluksi magnetik pada kutub-kutub medan generator yang terletak pada rotor.



Seperti yang telah kita ketahui sebelumnya, tegangan terminal generator akan berubah sesuai dengan perubahan beban. Jika beban bertambah, maka tegangan terminal generator akan berkurang. Sebaliknya, jika tegangan berkurang, maka tegangan terminal generator akan bertambah. Dalam hal ini pengujian generator dibutuhkan untuk mengetahui seberapa besar tegangan keluaran yang dihasilkan generator dengan melakukan pengujian karakteristik beban nol, pengujian karakteristik hubung singkat serta pengujian karakteristik berbeban. Oleh karena itu dalam penulisan tugas akhir ini penulis membahas mengenai *Evaluasi Pengujian Generator Unit 1 di PT. PLN (Persero) PLTU Sektor Pembangkitan Bukit Asam*.

1.2 Tujuan dan manfaat penelitian

Adapun tujuan yang ingin dicapai dari penulisan tugas akhir ini adalah untuk :

1. Melakukan pengujian karakteristik beban nol, pengujian karakteristik hubung singkat, dan pengujian karakteristik berbeban generator unit 1 PT. PLN (Persero) PLTU Sektor Pembangkitan Bukit Asam.
2. Menghitung besarnya persentase regulasi tegangan dari pengujian generator dengan menggunakan metode impedansi sinkron.

1.3 Perumusan Masalah

Seperti yang telah kita ketahui sebelumnya, tegangan terminal generator akan berubah sesuai dengan perubahan beban. Jika beban bertambah, maka tegangan terminal generator akan berkurang.



Sebaliknya, jika tegangan berkurang, maka tegangan terminal generator akan bertambah. Dalam hal ini pengujian generator dibutuhkan untuk mengetahui seberapa besar tegangan keluaran yang dihasilkan generator dengan melakukan pengujian karakteristik beban nol, pengujian karakteristik hubung singkat serta pengujian karakteristik berbeban.

1.4 Pembatasan Masalah

Penulis membatasi penulisan tugas akhir ini hanya untuk :

Melakukan pengujian generator unit 1 PT. PLN (Persero) PLTU Sektor Pembangkitan Bukit Asam serta menghitung besarnya persentase regulasi tegangan berdasarkan metode impedansi sinkron.

1.5 Metodologi Penelitian

Metode yang digunakan dalam penulisan tugas akhir adalah :

1. Metode Studi Literatur

Metode ini dilakukan dengan cara pengumpulan literatur, buku, dan artikel yang berkaitan dengan bidang ilmu untuk dapat mendukung penyusunan tugas akhir ini.

2. Metode Observasi

Metode ini dilakukan dengan cara mengadakan pengamatan langsung pada objek yang diteliti yakni di PT. PLN (Persero) PLTU Sektor Pembangkitan Bukit Asam, mengumpulkan data-data yang berhubungan dengan penelitian tugas akhir ini.



3. Metode Konsultasi dan Diskusi

Konsultasi dan diskusi dilakukan dengan dosen pembimbing dan pembimbing di tempat objek yang diteliti serta pihak-pihak yang terkait dengan penulisan tugas akhir ini.

1.6 Sistematika Penulisan

Secara umum, penulisan tugas akhir ini terdiri atas 5 (lima) bab yang terdiri dari :

Bab I Pendahuluan

Dalam bab ini, diuraikan mengenai latar belakang masalah, tujuan, perumusan masalah, pembatasan masalah, metodologi penelitian, dan sistematika penulisan.

Bab II Tinjauan Pustaka

Pada bab ini diuraikan teori-teori yang dibutuhkan dan mendukung penulisan tugas akhir ini.

Bab III Metodologi Penelitian

Dalam bab ini dijelaskan prosedur, metode penelitian yang digunakan, dan metoda pengumpulan data yang dibutuhkan dalam penulisan tugas akhir ini.

BAB IV Hasil dan Pembahasan

Pada bab ini berisi data-data yang telah didapat dan pembahasan dari data tersebut melalui proses perhitungan, dengan menggunakan metode yang telah di tuliskan pada bab metodologi penelitian.



BAB V Kesimpulan dan Saran

Pada bab ini menjelaskan tentang kesimpulan dan saran dari hasil yang telah dilakukan sesuai dengan masalah yang dibahas dalam penulisan tugas akhir ini.

DAFTAR PUSTAKA



DAFTAR PUSTAKA

- [1] Atlantique, Alsthom. *Generator Maintenance Book Excitation And Regulation Volume 5*. PT. PLN (Persero) : PLTU Bukit Asam Coal Fired Power Plant 2x 65 MW Unit 1-2.
- [2] Atlantique, Alsthom. *Composition Of The Generator Maintenance Book Exiter Volume 6*. PT. PLN (Persero) : PLTU Bukit Asam Coal Fired Power Plant 2x 65 MW Unit 1-2.
- [3] Chapman, Stephen J. *Electric Machinery and Power System Fundamental*. Fourth Edition Mc Graw Hill Companies, New York, 1999.
- [4] Kadir, Abdul. 1999. *Mesin Sinkron*. Jakarta : Djambatan.
- [5] Kusuma Jaya, Deni. 2010. *Sistem Eksitasi Generator Sinkron 3 Fasa Pada PT. PLN (Persero) Pembangkitan Sumbagsel Sektor Pembangkitan Keramasan Unit PLTD Sungai Juaro*. Palembang : Politeknik Negeri Sriwijaya.
- [6] Muchsin, Ismail. 2006. *Elektronika dan Tenaga Listrik*. Pusat Pengembangan Bahan Ajar : UMB.



-
- [7] Nadeak, Sanita Sari F. 2010. *Analisis Perbandingan Karakteristik Pengaturan Tegangan Generator Sinkron Tanpa Sikat Dengan Metode Impedansi Sinkron Dan Ampere Lilit*. Medan : Universitas Sumatera Utara.
- [8] Ponjiono, Agus. 1999. *Mesin Sinkron*. Surabaya : Penerbit CV Surya Aksaramas.
- [9] Wijaya, Mochtar, S.T. 1997. *Dasar-dasar Mesin Listrik*. Jakarta : Penerbit Djambatan.
- [10] Zuhail. 1991. *Dasar Tenaga Listrik*. Bandung : Penerbit Institut Teknologi Bandung.