

PENGOPERASIAN GENERATOR SEREMPAK MENYERAP DAYA REAKTIF

TUGAS AKHIR

Diajukan Untuk Memperoleh
Gelar Sarjana Teknik

Oleh :

ICHSAN LUBIS
NIM. : 99 812 0001



PROGRAM STUDI TEKNIK ELEKTRO
FAKULTAS TEKNIK
UNIVERSITAS MEDAN AREA
MEDAN
2004

PENGOPERASIAN GENERATOR SEREMPAK MENYERAP DAYA REAKTIF

TUGAS AKHIR

Oleh :

ICHSAN LUBIS
NIM. : 99 812 0001

Disetujui Pembimbing :

Pembimbing I,

(Ir. Maryam Amin)

Pembimbing II,

(Ir. H. Usman Harahap)

Mengetahui :



(Drs. Dadan Ramdan, M.Eng.Sc)



Ka. Program Studi,

(Ir. Yance Syarif)

Tanggal Lulus :

15 APR 2004

HALAMAN PERSEMBAHAN

Dengan nama Allah Yang Maha pengasih lagi Maha penyayang

Kupersembahkan karya sederhana ini untuk:

Kedua orang tua yang kucintai dan kusayangi Rican Lubis dan Evowita serta adikku Fauzi Lubis, yang merupakan matahari dan pendorong semangat hidupku sampai akhirnya penulis dapat menyelesaikan karya sederhana ini dengan kesabaran dan ketekunan, serta sholat dan doa memohon keridhoan Allah S.W.T yang dengan ijinnyalah penulis dapat tegar menyelesaikan skripsi ini.

Segalah puji bagi Allah, Tuhan (yang mendidik) semesta alam.

(Q.S. AL-Fatihah: 1,2)

KATA PENGANTAR

Puji dan syukur penulis panjatkan ke hadirat Allah SWT, atas rahmat-Nya sehingga penulis dapat menyelesaikan Tugas Akhir ini.

Penulisan tugas akhir ini merupakan salah satu syarat untuk memperoleh gelar Sarjana Teknik di Jurusan Teknik Elektro, Fakultas Teknik Universitas Medan Area.

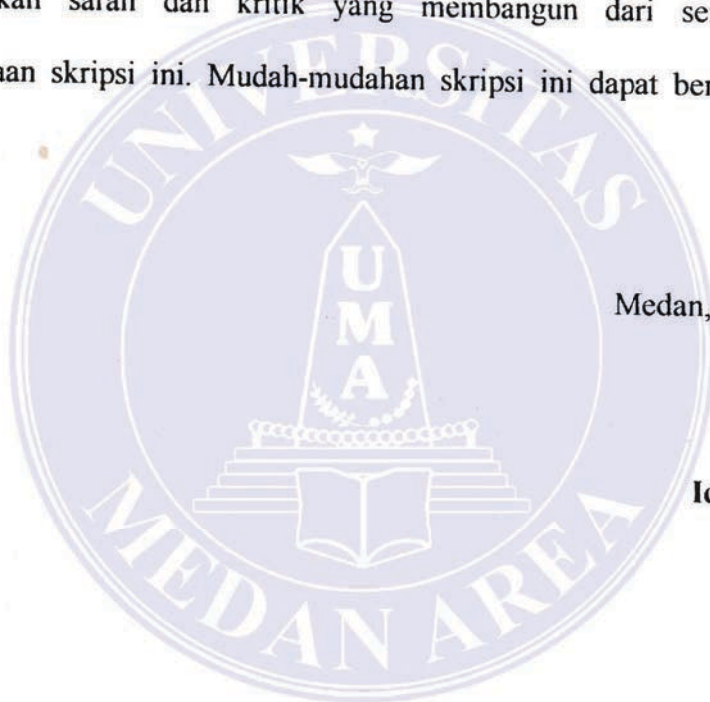
Adapun judul tugas akhir ini adalah : "Pengoperasian Generator Menyerap Daya Reaktif".

Dalam kesempatan ini penulis menyampaikan banyak terima kasih dan penghargaan setinggi-tingginya kepada :

1. Bapak Drs. Dadan Ramdhan, M.Eng.Sc., selaku Dekan Fakultas Teknik Universitas Medan Area.
2. Bapak Ir. Yance Syarif, Selaku Ketua Jurusan Teknik Elektro Universitas Medan Area.
3. Ibu Ir. Maryam Amin, selaku Dosen Pembimbing I.
4. Bapak Ir. H. Usman Harahap selaku Dosen Pembimbing II.
5. Bapak dan Ibu Pengajar serta staf administrasi di Jurusan Teknik Elektro.
6. Orang tua tercinta yang selalu dengan penuh kasih sayang memberikan semangat yang tiada henti-hentinya serta memberikan dorongan moril dan material sehingga penulis dapat menyelesaikan Tugas Akhir ini.

7. Saudara-saudara penulis yang telah membantu dalam usaha mengerjakan Tugas Akhir ini.
8. Semua rekan-rekan yang telah turut membantu penulis dalam penyelesaian Tugas Akhir ini, yang tidak dapat penulis sebutkan satu persatu.

penulis menyadari bahwa Tugas Akhir ini masih terdapat kekurangan, baik dalam materi maupun penyajiannya. Oleh karena itu penulis dengan tulus hati mengharapkan saran dan kritik yang membangun dari semua pihak demi kesempurnaan skripsi ini. Mudah-mudahan skripsi ini dapat bermanfaat bagi kita semua.



Medan, April 2004
Penulis,

Ichsan Lubis

DAFTAR ISI

	<i>Halaman</i>
KATA PENGANTAR	i
DAFTAR ISI	iii
DAFTAR GAMBAR	v
RINGKASAN	vii
BAB I PENDAHULUAN	1
I.1. Latar Belakang Masalah	1
I.2. Tujuan Penulisan	1
I.3. Pembatasan Masalah	2
BAB II GENERATOR SEREMPAK	3
II.1. Umum	3
II.2. Rangkaian Ekuivalen Generator Serempak	4
II.2.1. Induktansi Diri Rotor	5
II.2.2. Induktansi Bersama Stator ke Rotor	6
II.2.3. Induktansi Stator	6
II.2.4. Induktansi Serempak	6
II.3. Menentukan Harga Reaktansi Serempak	7
II.4. Efek Kutub Menonjol	12

BAB III	DAYA REAKTIF DALAM SALURAN TRANSMISI	16
III.1.	Umum	16
III.2.	Saluran Transmisi Pencatu Daya Reaktif	19
III.3.	Pengaruh Daya Reaktif Terhadap Kontrol Tegangan	22
III.4.	Generator Serempak Pengatur Daya Reaktif	25
BAB IV	KETERBATASAN GENERATOR SEREMPAK MENYERAP DAYA REAKTIF	30
IV.1.	Kemampuan Mesin	30
IV.2.	Stabilitas Keadaan Tetap	35
IV.2.1.	Model Matematik	36
IV.2.2.	Faktor-faktor Yang Mempengaruhi Batas Kestabilan Keadaan Tetap	40
IV.3.	Batas Bawah Penguatan	40
BAB V	KESIMPULAN DAN SARAN	49
V.1.	Kesimpulan	49
V.2.	Saran	50
DAFTAR PUSTAKA		51

DAFTAR GAMBAR

Gambar 2.1.	: Penampang generator kutub silinder.....	3
Gambar 2.2.	: Skema generator serempak rotor silinder tiga fasa.....	5
Gambar 2.3.	: Rangkaian ekivalen generator serempak	7
Gambar 2.4.	: Rangkaian ekivalen generator serempak memperlihatkan komponen celah udara dari reaktansi serempak dan tegangan celah udara	7
Gambar 2.5.	: Kurva rangkaian terbuka	9
Gambar 2.6.	: Karakteristik hubung singkat	10
Gambar 2.7.	: Karakteristik rangkaian terbuka dan karakteristik hubung singkat untuk mencari reaktansi serempak	11
Gambar 2.8.	: Generator serempak kutub menonjol	12
Gambar 2.9.	: Diagram fasor generator serempak kutub menonjol	14
Gambar 3.1.	: Suatu sumber tegangan dengan bebannya	16
Gambar 3.2.	: Medan magnet dan medan listrik yang berhubungan dengan dua kawat satu saluran	19
Gambar 3.3.	: Aliran daya antara dua titik pada saluran transmisi.....	23
Gambar 3.4.	: Diagram fasor aliran daya melalui suatu impedansi.....	23
Gambar 3.5.	: Generator serempak terhubung pada bus tak terhingga.....	26
Gambar 3.6.	: Diagram fasor yang bersesuaian dengan gambar 3.5.....	27
Gambar 3.7.	: Operasi generator serempak pada bus tak terhingga dengan berbagai penguatan.....	29

Gambar 4.1.	: Kurva-kurva pembatas kemampuan pada generator serempak.....	33
Gambar 4.2.	: Kurva kemampuan suatu generator serempak	34
Gambar 4.3.	: Suatu generator serempak rotor silinder terhubungkan pada bus tak terhingga melalui reaktansi X_s	36
Gambar 4.4.	: Diagram fasor untuk rangkaian pada gambar 4.3.	36
Gambar 4.5.	: Kurva batas stabilitas keadaan tetap generator serempak rotor silinder terhubung pada bus tak terhingga melalui reaktansi X_e ...	39
Gambar 4.6.	: Generator serempak kutub menonjol terhubung ke bus tak terhingga melalui reaktansi sistem luar X_e	40
Gambar 4.7.	: Pengaruh reaktansi sistem luar terhadap batas stabilitas keadaan tetap	41
Gambar 4.8.	: Pengaruh SCR terhadap batas stabilitas keadaan tetap.....	42
Gambar 4.9.	: Pengaruh saliensi terhadap batas stabilitas keadaan tetap	43
Gambar 4.10.	: Pemilihan batas bawah penguatan yang konservatif.....	45
Gambar 4.11.	: Pemilihan batas bawah penguatan dengan 10% margin terhadap stabilitas keadaan tetap.....	46
Gambar 4.12.	: Pemilihan batas bawah penguatan terhadap MVAR yang diserap maksimum, pada keluaran MW nol, berdasarkan stabilitas keadaan tetap.....	47
Gambar 4.13.	: Karakteristik batas bawah penguatan yang berbentuk lingkaran.....	47

RINGKASAN

Kita mengetahui energi listrik memegang peranan yang sangat penting dalam kehidupan yang modern saat ini, sebagian besar masih harus diperoleh dengan menggunakan generator serempak. Untuk menganalisa generator serempak ini diturunkan rangkaian ekivalennya. Dengan pemakaian sistem jaringan tegangan ekstra tinggi terutama tentang dengan beban rendah, menimbulkan keadaan dimana daya reaktif menguat saluran (line charging VARS) akan tinggi hal ini dapat mempengaruhi tegangan sistem. Untuk itu perlu mengoperasikan generator serempak menyerap daya reaktif tersebut. Bagaimana mengoperasikan suatu generator serempak menyerap daya reaktif akan diuraikan disini. Kemudian ditinjau faktor-faktor yang perlu diperhatikan dalam mengoperasikan generator serempak menyerap daya reaktif.

BAB I

PENDAHULUAN

I.1. Latar Belakang Masalah

Energi listrik telah memegang peranan yang sangat penting dalam kehidupan modern. Seperti untuk industri, rumah tangga, transportasi, penerangan dan lain sebagainya. Hal ini berkaitan dengan sifat energi listrik yang mudah untuk disalurkan, maupun dirubah menjadi bentuk energi lain dan mudah pula dihasilkan dari berbagai bentuk energi lain.

Kebutuhan akan energi listrik secara besar-besaran masih harus diperoleh dengan melakukan konversi energi mekanis ke energi listrik melalui suatu alat yang dikenal dengan *Generator Serempak*.

Untuk operasi terbaik sistem tenaga listrik maka perlu mengatur daya reaktif yang mengalir dalam setiap saluran, disamping mengatur besar dan sudut fasa tegangan pada setiap bus dan daya nyata. Dalam hal ini generator serempak mempunyai peranan dalam memikul daya reaktif ini.

I.2. Tujuan Pembahasan

Dengan hadirnya sistem jaringan ekstra tinggi dan kabel-kabel bawah tanah, menimbulkan keadaan dimana generator serempak berfungsi menyerap daya reaktif. Akan tetapi pengoperasian generator serempak menyerap daya reaktif ini mempunyai

batasan-batasan yang jika dilampaui daya reaktif ini mempunyai batasan-batasan yang dapat mengakibatkan kerusakan mesin atau hilangnya kestabilan sistem.

Dengan meninjau beberapa prinsip pada generator serempak inilah agar dapat memahami dan mengembangkan kemampuannya menyerap daya reaktif, sehingga dapat dicapai pengoperasian yang baik dan ekonomis.

I.3. Batasan Masalah

Sebenarnya generator serempak dapat mencatu atau menyerap daya reaktif. Hal ini tergantung pada penguatan yang diberikan padanya. Jika penguatannya terlalu diperkuat (over excited) maka generator akan mencatu daya reaktif ke sistem. Sedangkan untuk penguatan yang kurang, (under excited) maka generator menyerap daya reaktif dari sistem.

Besarnya kemampuan suatu generator menyerap daya reaktif dibatasi oleh :

- Dari segi generator itu sendiri adalah berupa kapasitas generator.
- Dari segi generator sebagai bagian dari sistem daya yang besar (dengan interkoneksi). Maka batasnya adalah berupa batas stabilitas keadaan tetap (steady state stability).

Agar kedua batas tersebut tidak dilampaui, maka pengurangan penguatan harus dibatasi sampai pada harga dimana terdapat suatu margin (batas), sehingga batas aman benar-benar tidak melampaui. Batas bawah penguatan ini menjadi dasar untuk penyetelan alat pengamannya.

DAFTAR PUSTAKA

1. A. E. Fitzgerald, "*Electric Machinery*", McGraw-Hill, Inc. 1983.
2. Abdul Kadir, Prof. Ir. "*Mesin Serempak*", Penerbit Djambatan, Jakarta, 1983.
3. A. Arimunandar DR. M. A. Sc., "*Teknik Tenaga Listrik*", Jilid I, Penerbit PT. Pradnya Paramita, Jakarta 1979.
4. B. M. Weedy, "*Sistim Tenaga Listrik*", Penerbit Aksara Persada Indonesia.
5. Chua Lye Huat, "*System Reactive Power Requirement, Generation and Control*", CEPPI, 1982.
6. J. Kekela and L. Firestone, "*Underexcited Operations of Generators*", IEEE T-PAS, August, 1964.
7. M. Konstenko and L. piotrsky, "*Electric Machines Part Two*", Foreign Languages Publishing House, Moscow, 1968.
8. T. J. E. Miller, "*Reactive Power Control in Electric System*", a Wiley-Interscience publication Jhon Wiley & Son.
9. William D. Stevenson, Jr, "*Analisa Sistim Tenaga*", Penerbit Erlangga, Jakarta.
10. Y. N. YU and K. Vongsuriya, "*Steady-state Stability Limits of a Regulated Synchronous Machine Connected to an Infinitive Bus*", IEEE T-PAS, July, 1986.