ANALISA DAN PEMODELAN GENERATOR AC SINKRON TIGA FASA

Rofiqul Irsyad[1], Yuliyanto Agung Prabowo[2]
Institut Teknologi Adhi Tama Surabaya [1,2]
e-mail: rofiqulirsyad26@gmail.com

ABSTRACT

A three-phase synchronous AC generator is an electric machine used in the ITATS laboratory practicum. Unfortunately, over time, the generator becomes less efficient in terms of voltage and amperes. Therefore, to find out the losses of the generator, analysis and modeling are necessary to do in order to know how efficient the generator is. In this study, manual measurements were carried out to determine the value of the parameters and perform manual calculations of losses and efficiency. After that, the results were simulated using Matlab Simulink to gain the ideal value of the generator. The specification of the three-phase synchronous AC generator in this study employed the following parameters: L_a *= 204.5,* L_f *= 8.43,* R_a *= 8.96, and* R_f *= 374. The efficiency values obtained from modeling a three-phase synchronous AC generator were 30.26% for the generator without load, 31.76% for the generator with 50 loads, 32.24% for the generator with 100 loads, and 32.70% for the generator with 200 loads. Meanwhile, the efficiency values of the simulation showed 46.50% for generators without load, 46.90% for generators with 50 loads, 47.48% for generators with 100 loads, and 47.99% for generators with 200 loads. In conclusion, the condition of the generator was not good because the parameter values of R (resistance) and L (inductance), such as* L_a*,* R_a*,* L_f*, and* R_f *on the generator, had changed or distorted.*

Keywords*: three-phase synchronous AC generator, modeling, efficiency, generator losses*

ABSTRAK

Generator AC sinkron tiga fasa merupakan mesin listrik yang digunakan pada praktikum dilaboratorium ITATS seiring berjalannya waktu generator menjadi kurang efisien dari tegangan maupun amper. Untuk mengetahui rugi-rugi dari generator tersebut perlu dilakukan analisa dan pemodelan agar dapat diketahui berapa efisiensi generator tersebut. Pada penelitian ini dilakukan pengukuran manual untuk mengetahui nilai parameter-parameter dan melakukan perhitungan manual rugi-rugi serta efisiensi lalu disimulasikan menggunakan matlab simulink untuk mencari nilai ideal dari generator. Spesifikasi generator AC sinkron tiga fasa dalam penelitian ini menggunakan parameter sebagai berikut L_a= 204,5H , L_f= 8,43H , R_a= 8,96Ω , R_f= 374Ω *Dari hasil pemodelan* generator AC sinkron tiga fasa *didapatkan nilai efisiensi perhitungan sebesar 30,26% untuk generator tanpa beban, 31,76% untuk generator dengan beban 50*Ω, *32,24% untuk generator dengan beban 100*Ω dan *32,70% untuk generator dengan beban 200*Ω. Sedangkan nilai efisiensi dari simulasi menunjukkan hasil sebesar *46,50% untuk generator tanpa beban, 46,90% untuk generator dengan beban 50*Ω, *47,48% untuk generator dengan beban 100*Ω dan *47,99% untuk generator dengan beban 200*Ω. Dari hasil yang diperoleh bahwa kondisi generator sudah tidak bagus dikarenakan parameter nilai R (Resistansi) dan L (Induktansi) seperti L_a, R_a, L_f dan R_f pada generator sudah mengalami perubahan atau *distorsi*

Kata kunci: Generator AC sinkron tiga fasa, Pemodelan, Efisiensi, Rugi-rugi generator

PENDAHULUAN

Dalam energi listrik memerlukan langkah sebuah pembangkitan energi listrik yang bertujuan untuk menjalankan mesin listrik supaya dapat merubah suatu bentuk energi. Energi mekanik adalah energi yang paling banyak terlibat selama proses menciptakan energi listrik. Sebuah mesin listrik yang bekerja merubah energi mekanik menjadi energi listrik dikenal sebagai generator atau altenator. Dilihat dari jenis energi listrik yang di hasilkan, ada dua jenis generator yaitu generator arus bolak-balik dan arus searah. Sementara itu, berdasarkan sumber energi mekanik yang digunakan, ada dua jenis generator arus bolak-balik yaitu generator serempak (sinkron) dan generator induksi (asinkron) [1]. Ada beberapa studi yang membahas terkait penelitian ini tetapi dengan penerapan berbeda. Misalnya penelitian yang berjudul Analisa Efisiensi Generator pada Generator Sinkron Tiga Fasa dengan Penggerak Turbin Angin. Penelitian ini dilakukan untuk menentukan kualitas efektifitas generator pada kincir angin yang digunakan.

pada pengujian ini, diketahui informasi data berupa daya masukan dan daya keluaran. Berdasarkan hasil penelitian yang dilakukan bahwa daya input yang dihasilkan pada kincir angin ini adalah 59,67 Watt hingga 201,90 Watt dan daya output yang dihasilkan pada kincir angin 2,42 Watt hingga 22,22 Watt. Efisiensi generator dari yang terendah hingga tertinggi yang dihasilkan adalah 20,68% dan 3,10%. Hal ini menunjukan bahwa generator yang digunakan sudah efisien [2]. Salah satu matakuliah pada jurusan teknik listrik adalah praktikum motor - motor listrik, dimana pada matakuliah ini mahasiswa mempraktekkan dan membuktikan teori mesin listrik pada laboratorium listrik Institut Teknologi Adhi Tama Surabaya. Seiring berjalannya waktu motor listrik yang digunakan untuk praktikum mejadi kurang maksimal dikarenakan faktor usia ataupun ada masalah - masalah pada motor listrik itu sendiri. Pada kesempatan ini saya ingin melakukan penelitian pada salah satu motor generator AC agar mengetahui seberapa efisien motor generator AC tersebut [3]

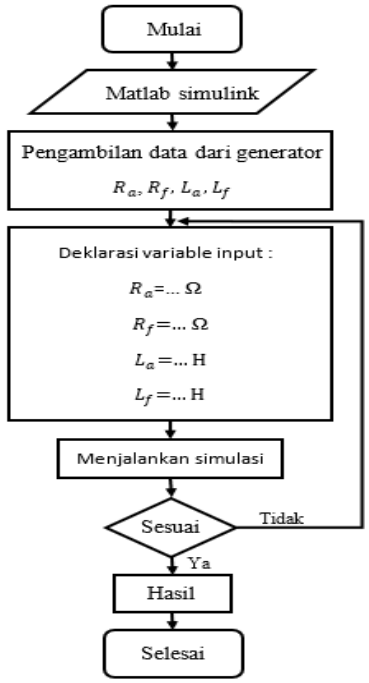
TINJAUAN PUSTAKA

Penelitian YangTerkait

Dari penelitian terdahulu yang berjudul "Analisis Efisiensi Pada Generator 12 Slot 8 Pole". Dijelaskan bahwa Tegangan, arus dan torsi berubah secara langsung seiring dengan peningkatan kecepatan putarannya. Efisiensi generator paling tinggi ηmax berada diantara putaran rotor n = 9000 rpm adalah ηmax = 90.04614% ; efisiensi generator 12 Slot 8 Pole akan stabil pada putaran rotor 3000 ; dan efisiensi rata-rata ηav = 88,867% [4]. Adapun dari hasil penelitian yang lainnya dengan judul "Analisa Pengaruh Perubahan Beban Terhadap Karakteristik Genertor Sinkron (Aplikasi PLTG Pauh Limo Padang)". Menjelaskan Nilai dari GGL induksi yang ada pada factor daya lagging terlihat lebih besar dari nilai GGL induksi pada factor daya Ieading. Dari faktor daya lagging sebesar 6397,211 V Pada waktu beban puncak GGL induksi yang dihasiIkan sedangkan GGL induksi yang diperoleh sebesar 6043,474 V pada waktu beban puncak dari faktor daya leading. Dari perbandingan hasil analisa diketahui bahwa semakin arus medan, maka semakin besar pula beban, yaitu sebesar 287,784 pada waktu leading serta 304,629 pada waktu lagging. Perubahan arus beban timbul akibat adanya perubahan nilai beban yang terpakai maka akan mempengaruhi nilai tegangan yang dihasilkan oleh generator itu sendiri. Besaran daya yang dapat dipikul oleh sebuah generator sinkron pada pengoperasian generator sinkron selalu ada batas tertentu agar dapat bekerja dengan normal. Dengan penentuan karakteristik generator maka didapatkan nilai yang tepat dalam pengoperasian generator menjadi efektif dan efisien [5].

METODE

Pada penelitian dan pengujian ini digunakan metode kuaIitatif yang bertujuan untuk mengecek kembali proses berlangsungnya sebuah sistem dan menemukan kekurangan dan kelebihan pada saat peaksanaan proses penelitian. dan untuk kedepannya dapat dilakukan perbaikan sistem yang kurang agar lebih efektif. Sebelum melakukan penelitian terdapat beberapa tahapan yang perlu dilakukan sebelum benar benar melakukan analisa. Selanjutnya adalah flowchart metodelogi peneIitian yang di tunjukkan pada gambar 1



Gambar 1. *Flowcart sistem*

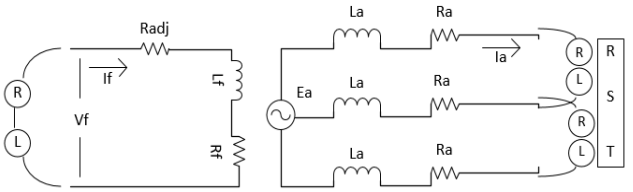
Dimulai dari penggunaan sistem simulasi yaitu dengan menggunakan *software* matlab simulink yang berguna sebagai pembanding hasil nilai ideal dari hasil perhitungan manual. Dari pengukuran manual mendapatkan nilai parameter-parameter yaitu R_a, R_f, L_a, L_f sebagai nilai referensi pada program simulasi matlab simulink. Memasukan nilai parameter-parameter yang sudah didapat pada rangkaian simulasi matlab simulink yang sudah dibuat. Proses selanjutnya menjalankan rangkaian simulasi matlab. Apabila hasil simulasi matlab belum mendapatkan nilai yang sesuai atau terjadi eror pada simulasi matlab maka sistem akan kembali pada rangkaian parameter-parameter simulasi matlab.Setelah sistem sudah berjalan dengan baik dan sudah sesuai maka sistem dinyatakan selesai.

Tabel 1. Data Spesifikasi Generator AC Sinkron 3 Fasa[6]

Manufacture Delco-Remy Model No/Serial 1117495/2854	
Volt	24
Ampere	25
Rpm	2750 – 8000
Polarity	+/-
Grounding	Internal
Daya	600 W
Type	Shunt

Nilai parameter - parameter generator AC sinkron tiga fasa pada perancangan ini diperoleh dari data laboratorium listrik. Parameter tersebut dijadikan sebagai penghitung

parameter generator AC sinkron 3 fasa yang berubah setiap saat seperti arus, tegangan, kecepatan dan torsi dll.



Gambar 2. Diagram Proses Pengukuran

HASIL DAN PEMBAHASAN

Proses pengukuran mengunakan alat ukur RLC Sedangkan untuk hasil nilai L_a, L_f, R_a dan R_f pada generator sebanyak sepuluh kali ditunjukkan pada table 2.

Tabel 2. Data Hasil Pengukuran Induktansi Dan Resistansi

La			**Lf**	**Ra**			**Rf**
Merah	**Kuning**	**Biru**		**Merah**	**Kuning**	**Biru**	
R	**S**	**T**		**R**	**S**	**T**	
195	223	197	8,45	8,97	8,92	8,97	366
196	222	196	8,44	8,98	8,93	8,97	367
194	222	196	8,43	8,97	8,92	8,98	369
194	222	196	8,44	8,98	8,92	8,97	372
194	224	197	8,42	8,97	8,92	8,98	371
195	222	197	8,42	8,97	8,93	8,97	374
196	223	197	8,42	8,98	8,92	8,97	373
194	222	197	8,42	8,98	8,93	8,97	374
194	222	197	8,42	8,98	8,93	8,98	374
194	222	197	8,41	8,98	8,93	8,97	374
Nilai Rata - rata							
	204,5		8,43		8,96		374

Dari perhitungan manual didapatkan hasil nilai rugi-rugi dibawah ini:

Tabel 3. Total Keseluruhan Rugi-Rugi Pada Generator

Kondisi	Rugi Inti						
	Rugi Tembaga Pada Rotor	Rugi Tembaga Pada Stator	Rugi Histerisis	Rugi Eddu Current	Rugi Mekanis	Rugi Beban Hilang	Total Rugi
50 Ω	2,400	0,0308				0,5760	43,867
100 Ω	2,151	0,0303	18.515	6.917	15,429	0,5161	43,557
200 Ω	1,917	0,0297				0,4600	42,807

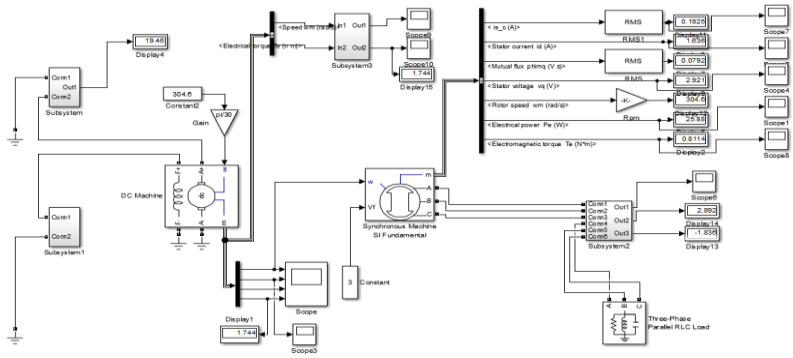
Dari perhitungan manual didapatkan hasil nilai efisiensi dibawah ini:

Tabel 4. Efisiensi Pada Generator

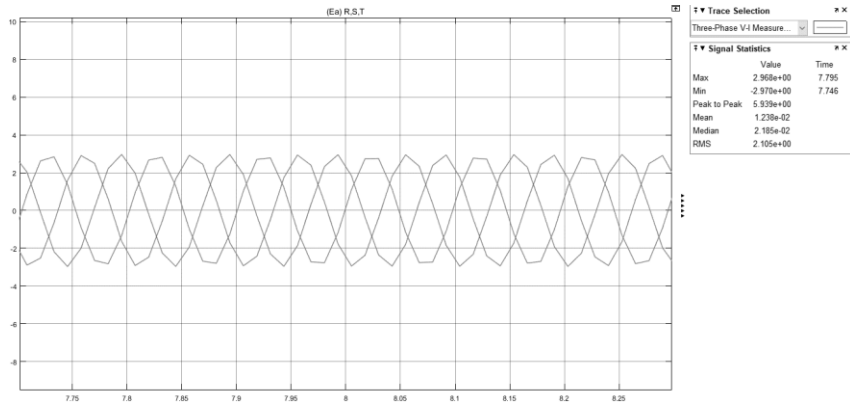
Kondisi	Pin	Pout	Total Rugi-rugi	Effesiensi
Tanpa Beban	64,286	19,453	44,833	30,26%
50 Ω	64,286	20,419	43,867	31,76%
100 Ω	64,286	20,728	43,557	32,24%
200 Ω	64,286	21,019	42,807	32,70%

Pada tabel 4 diatas menunjukan bahwasanya efisinsi generator berkisar antara 30% sampai dengan 32%, efisiensi akan mengalami kenaikan seiring naiknya ni1ai beban pada generator karena efisiensi merupakan daya keluaran/output motor dibandingkan dengan daya masukan/input motor. Efisiensi tertinggi adalah generator yang menggunakan variable tahanan 200 Ω. Ni1ai dari efisiensi akan mengalami kenaikan sebanding dengan tegangan eksitasi yang diberikan. Pada dasarnya ni1ai efisiensi generator AC akan terus bertambah naik, namun pada praktik yang telah dilakukan nilai efisiensi yang didapatkan hanya mencapai 32,70%, hal ini dikarenakan pembebanan yang dilakukan belum sampai nilai beban maksimal yang bisa diterima oleh generator.

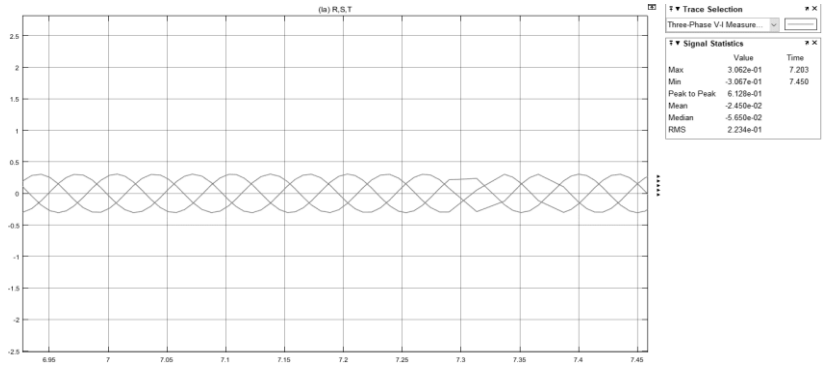
Pemodelan simulasi sistem



Gambar 4. Pemodelan simulasi generator AC sinkron tiga fasa



(a)



(b)

Gambar 5. (a) Tegangan dan (b) arus generator beban 200Ω (fasa R,S,T)[7]

Pada gambar 5. Diambil dari salah satu tegangan referensi penguat medan V_f yaitu sebesar 3V menunjukan bahwa tegangan output E_a sebesar 2,96 V dan arus output I_a sebesar 0,330 A.. gambar tersebut menunjukkan bahwa tegangan output dapat bekerja mengikuti sinyal referensi penguat medan.

Tabel 5. Efisiensi Pada Generator

Kondisi	Pin	Pout	Effesiensi
Tanpa Beban	55,629	25,867	46,50%
50 Ω		26,092	46,90%
100 Ω		26,411	47,99%
200 Ω		26,698	47,48%

Dilihat dari tabel 5. Pada dasarnya nilai efisiensi generator akan terus bertambah, namun pada praktik yang telah dilakukan nilai efisiensi tertinggi yang didapatkan hanya mencapai 47,99%, hal ini disebabkan karena nilai parameter yang digunakan dalam simulasi mengunakan nilai parameter generator sekarang. Adapun penjabaran nilai efisiensi yang didapatkan adalah 46,50% pada kondisi tanpa beban, 46,90% pada beban 50Ω, 47,48% pada beban 100Ω dan 47,99% pada beban 200Ω..

KESIMPULAN

Setelah melakukan pengukuran parameter pada generator AC sinkron tiga fasa mengunakan alat ukur RLC meter didapatkan nilai rata-rata L_a sebesar 204,5 H, R_a sebesar 8,96Ω, L_f sebesar 8,43 H dan R_f sebesar 374Ω.Pada generator AC sinkron tiga fasa yang ada di Labolatorium Mesin Listrik ITATS diketahui bahwa tegangan maksimal yang bisa dibangkitkan dalam kondisi tanpa beban sebesar 17 Volt AC dan kecepatan maksimal sebesar 846 Rpm atau 88.548 rad/sec.Dari hasil nilai efisiensi perhitungan sebesar 30,26% untuk generator tanpa beban, 31,76% untuk generator dengan beban 50Ω, 32,24% untuk generator dengan beban 100Ω dan 32,70% untuk generator dengan beban 200Ω. Sedangkan nilai efisiensi dari simulasi menunjukkan hasil sebesar 46,50% untuk generator tanpa beban, 46,90% untuk generator dengan beban 50Ω, 47,48% untuk generator dengan beban 100Ω *dan* 47,99% untuk generator dengan beban 200Ω.

DAFTAR PUSTAKA

[1] F. Rafio, D. T. Elektro, F. Teknik, and U. Indonesia, "UNTUK MENENTUKAN PARAMETER KERJA GENERATOR SEREMPAK," 2008.

[2] R. I.S and H. Hartono, "Analisa Unjuk Kerja Generator Sinkron Tiga Fasa dengan Penggerak Turbin Angin," *J. Penelit.*, vol. 4, no. 1, pp. 1–15, 2019, doi: 10.46491/jp.v4e1.282.1-15.

[3] V. Suyanto, "ANALISA PERFORMA MOTOR DC FEEDBACK TIPE NO. 63 – 110 DI LABORATORIUM LISRIK DAN OTOMASI KAPAL," no. 63, 2016.

[4] A. M. Lestari *et al.*, "Analisis Efisiensi Pada Generator 12 Slot 8 Pole," *J. Rotor*, vol. 11, no. April, pp. 35–38, 2018.

[5] A. Annisa, W. Winarso, and W. Dwiono, "Analisis Pengaruh Perubahan Beban Terhadap Karakteristik Generator Sinkron," *J. Ris. Rekayasa Elektro*, vol. 1, no. 1, pp. 42–48, 2019, doi: 10.30595/jrre.v1i1.4928.

[6] P. Cameron, "This is a reproduction of a library book that was digitized by Google as part of an ongoing effort to preserve the information in books and make it universally accessible .," *Biol. Cent.*, vol. 2, pp. v–413, 2005.

[7] Devarida, Y. A. Prabowo. "Perancangan Pembangkit Listrik Tenaga Mikrohidro Menggunakan Turbin Crossflow Di Lampung Selatan," *SNESTIK*, pp. 293–298, 2022.