

PENSTABIL TEGANGAN GENERATOR SINKRON 3 FASA 0,3 KW DENGAN ALAT BANTU PENGATURAN TEGANGAN EKSTIASI MENGGUNAKAN BOOST CONVERTER

L. Wahyu Iman Prajaya
*Jurusan Teknik Elektro, Fakultas Teknik, Universitas Mataram
Jl. Majapahit No.62, Mataram, NTB. 83115*

ABSTRAK

Penurunan tegangan (*voltage drop*) merupakan salah satu masalah dalam penyaluran tenaga listrik. Penurunan tegangan mengakibatkan peralatan listrik lebih rentan terkena kerusakan. Pada penelitian ini mencoba mengatasi penurunan tegangan pada generator sinkron 3 fasa 0,3 KW. Pengaturan tegangan output generator sinkron diatur melalui tegangan DC pada eksitasi generator.

Boost Converter merupakan perangkat elektronika daya yang mampu menaikkan tegangan DC sumber menjadi tegangan DC yang lebih besar. Tegangan keluaran *Boost Converter* diatur melalui *Duty Cycle* sinyal PWM yang diberikan menuju saklar terkendali (MOSFET) yang terpasang pada rangkaian *Boost Converter*. Semakin besar nilai *Duty Cycle* sinyal PWM yang diberikan pada rangkaian *Boost Converter* maka akan menghasilkan tegangan keluaran yang semakin besar.

Pengujian pembebanan generator sinkron menggunakan beban lampu SL (*Soft Light*). Beban yang diberikan sama besar untuk ketiga fasanya (beban 3 fasa seimbang). Tegangan dan frekuensi generator diatur sebesar 220 V dengan frekuensi 50 Hz sebelum dihubungkan menuju beban.

Dari hasil pengujian, persentase regulasi tegangan tanpa pengaturan tegangan eksitasi menghasilkan rata-rata persentase regulasi tegangan sebesar 11,95%. Setelah penerapan rangkaian *Boost Converter* untuk pengaturan tegangan eksitasi mampu memperbaiki rata-rata regulasi tegangan menjadi 0,59%. dimana regulasi tegangan yang baik adalah mendekati nol.

Kata kunci : *Voltage drop*, Generator sinkron 3 fasa, *Boost Converter*, *PWM (Pulse Width Modulation)*, *Duty Cycle*, MOSFET, persentase regulasi tegangan.

ABSTRACT

Voltage drop is one of main problems in power transmission. The voltage drop made the electronic tools become more vulnerable. The research tries to overcome the voltage drop on the 3 phase synchronous generator 0,3 KW. The voltage output of the synchronous generator can be controlling by the excitation voltage .

Boost Converter is a circuit which could boost the DC voltage source to be a higher level DC voltage. The voltage output of *Boost Converter* can control using duty cycle PWM signal which is transmitted to controlled switch (MOSFET) which is installed on the boost converter circuit. The higher duty cycle PWM signal given to MOSFET resulting higher output voltage.

Synchronous generator load test using *Soft Light (SL)* lamp . The load of three phase are equal (3-phase balanced loads). Generator connect to the load after voltage setting 220 V and 50 Hz frequency.

The testing found that the percentage voltage regulation without voltage excitation control produces average 11.95%. After using *Boost Converter* circuit as controller of the excitation voltage, the percentage voltage regulation average become 0.59%. percentage voltage regulation is considered well perform when the value of the voltage is approaching to zero.

Keyword: voltage drop, 3-phase Synchronous generator, *Boost Converter*, *PWM (Pulse Width Modulation)*, duty cycle, MOSFET, percentage voltage regulation.

PENDAHULUAN

Salah satu gangguan yang sering terjadi pada penyaluran tenaga listrik adalah penurunan tegangan (*voltage drop*) terutama pada saat beban puncak. Penurunan tegangan dapat mengakibatkan peralatan elektronik lebih rentan terkena kerusakan. Pada penelitian ini akan mencoba mengatasi gangguan berupa penurunan tegangan pada generator. Pada penelitian ini pembangkitan tenaga listrik dan pembebanan dilakukan pada sistem yang terbatas pada satu generator dan tidak terhubung dengan jala-jala PLN. Dimana generator yang digunakan merupakan generator sinkron 3 fasa 0,3 KW dan pembebanan menggunakan beban lampu SL (*Soft Light*). Pengaturan tegangan output generator dilakukan dengan mengatur tegangan eksitasi rotor generator.

Salah satu jenis generator AC adalah generator sinkron. Pada keadaan berbeban, generator sinkron akan mengalami reaksi jangkar akibat adanya arus beban. Besar dan arah reaksi jangkar akan dipengaruhi oleh jenis beban yang diberikan pada generator sinkron tersebut. Pada beban resistif dan induktif arah fluks jangkar akan tertinggal terhadap fluks medan, ini akan mengakibatkan pengurangan pada besar fluks medan, sehingga tegangan induksi yang dihasilkan juga akan berkurang. Sedangkan reaksi jangkar akibat beban kapasitif akan berbeda seperti beban resistif dan induktif, karena apabila diberi beban kapasitif reaksi jangkar akan bersifat menambah fluks medan, tentunya ini akan menambah tegangan yang terinduksi pada kumparan stator (output generator sinkron)

Terdapat dua kumparan pada generator, yaitu kumparan rotor tempat mengalirkan arus penguatan DC dan kumparan stator tempat dibangkitkannya gaya gerak listrik (GGL) AC atau terminal keluaran generator. Sistem eksitasi generator yaitu berupa tegangan DC yang dicatu menuju kumparan rotor. Untuk

menjaga tegangan keluaran generator tetap stabil pada level tegangan yang diizinkan, walaupun terjadi perubahan beban maka dibutuhkan sumber tegangan DC yang dapat diatur sesuai dengan besar tegangan eksitasi yang dibutuhkan. Sumber tegangan DC biasanya didapatkan dari generator DC, pada penelitian ini menambahkan rangkaian Boost Converter untuk pengaturan tegangan eksitasi generator.

Boost Converter merupakan rangkaian elektronika daya yang mampu mengubah masukan tegangan DC yang besarnya tetap menjadi tegangan DC yang dapat diubah. Besar tegangan keluaran *Boost Converter* selalu lebih besar dari tegangan inputnya. Tegangan keluaran *Boost Converter* dapat diatur melalui *Duty Cycle* sinyal PWM (*Pulse Width Modulation*) yang diberikan menuju komponen saklar terkendali yang terpasang pada *Boost Converter*. Dimana semakin besar *Duty Cycle* sinyal PWM yang diberikan maka akan menghasilkan tegangan keluaran *Boost Converter* yang semakin besar, dan sebaliknya apabila sudut penyalaan di perkecil maka akan menghasilkan tegangan keluaran yang semakin kecil.

Pembangkitan energi listrik pada penelitian ini menggunakan generator sinkron 3 fasa yang berdaya 300 watt. *Boost Converter* digunakan sebagai alat bantu dalam pengaturan tegangan eksitasi generator sinkron 3 fasa. Pada penelitian ini pembacaan sensor tegangan, pengaturan sinyal PWM dan pengaturan *Duty Cycle* sinyal PWM untuk menentukan tegangan eksitasi generator sinkron digunakan mikrokontroler Arduino Uno.

LANDASAN TEORI

Purba dkk (2013) melakukan penelitian yang berjudul rancang bangun *Automatic Voltage Regulator (AVR)* menggunakan *DC Chopper* tipe *Boost* pada generator satu fasa 3 KVA

menggunakan mikrokontroler ATmega 8. *Boost Converter* pada penelitian ini digunakan untuk mengatur tegangan pada sistem eksitasi generator. Cara kerja AVR ini yaitu, *Boost Converter* akan memberikan tegangan pada sistem eksitasi generator agar sesuai kebutuhan generator. Besar tegangan keluaran *Boost Converter* diatur melalui sinyal PWM yang dihasilkan oleh mikrokontroler. Dari hasil pengujian setelah seluruh sistem di implementasikan rerata regulasi tegangan yang semula tanpa AVR sebesar 16.28% sedangkan dengan menggunakan AVR rerata regulasi tegangan menjadi lebih baik yaitu sebesar 0,26%.

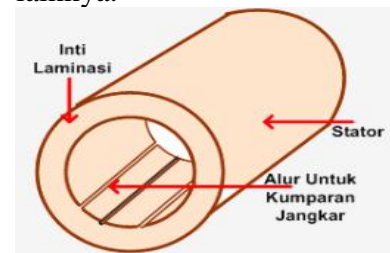
Persamaan penelitian yang telah dilakukan oleh Purba dkk(2013) dengan penelitian yang telah saya lakukan terletak pada perancangan *Boost Converter* yang digunakan sebagai penstabil tegangan pada generator. Penstabil tegangan ini menggunakan *Boost Converter* dalam mengatur besar tegangan eksitasi untuk mendapatkan tegangan keluaran generator tetap berada pada level yang diinginkan.

Sedangkan perbedaan penelitian yang dilakukan oleh Purba dkk (2013) dengan penelitian yang akan saya lakukan adalah tipe generator yang digunakan. Penelitian yang dilakukan Purba dkk (2013) menggunakan generator sinkron satu fasa sebagai objek penelitiannya, sedangkan pada penelitian yang akan saya lakukan menggunakan generator sinkron tiga fasa. Perbedaan selanjutnya adalah pada penelitian yang akan saya lakukan ini menambahkan rangkaian snubber pada *Boost Converter*, dimana rangkaian snubber ini akan meningkatkan efisiensi *Boost Converter* dikarenakan rangkaian snubber dapat mengurangi rugi daya akibat proses *switching* saklar terkendali yang terpasang pada rangkaian *Boost Converter*.

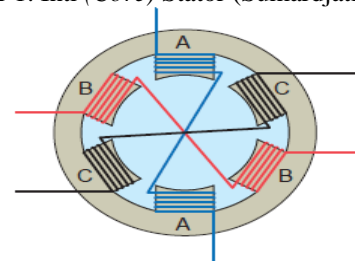
1. Generator Sinkron Tiga Fasa
Generator arus bolak-balik (AC)
atau biasa disebut juga dengan

nama alternator adalah suatu peralatan yang berfungsi untuk mengkonversi energi mekanik (gerak) menjadi energi listrik (elektrik) yang terinduksi pada kumparan stator dengan perantara induksi medan magnet.

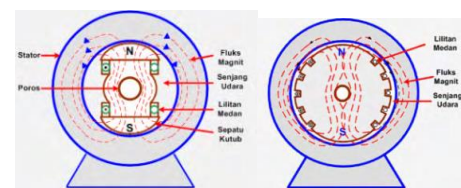
Konstruksi Generator Sinkron Tiga Fasa terdiri dari beberapa bagian yaitu : Stator, Rotor, Celah udara, Poros, dan bagian pendukung lainnya.



Gambar 1. Inti (Core) Stator (Sumardjati,2007)

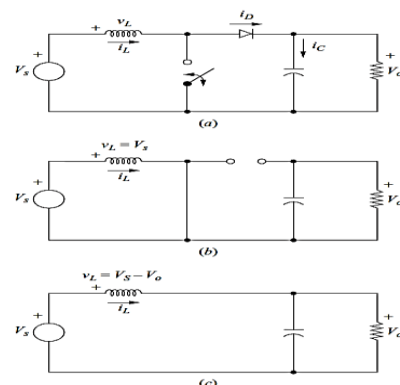


Gambar 2. Kumparan Tiga Phase Stator (Petruzella, 2010)



Gambar 3. (a)Rotor Kutub Menonjol, (b) Rotor Kutub Silinder (Sumardjati,2007)

2. Boost Converter



Gambar 1.4 *Boost Converter*. (a) Rangkaian; (b) Rangkaian ekuivalen *Boost Converter* saat *switch* tertutup; (c) Rangkaian ekuivalen *Boost Converter* saat *switch* terbuka (Hart, 2011)

DC-DC Converter adalah rangkaian elektronika daya untuk mengkonversi level tegangan dc ke level tegangan dc yang berbeda. Salah satu jenis dari *DC-DC Converter* adalah *Boost Converter*, seperti jenis *Switching Converter* yang lainnya yang bekerja dengan cara membuka dan menutup *switch* secara berkala. Rangkaian *Boost Converter* ditunjukkan seperti pada Gambar 2.10, dinamakan *Boost Converter* karena tegangan keluaran yang dihasilkan selalu lebih besar dibandingkan dengan tegangan masukannya (Rashid, 2011).

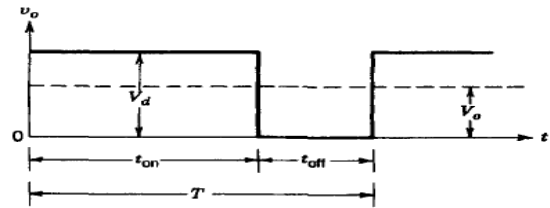
Untuk menganalisis hubungan tegangan dan arus pada rangkaian *Boost Converter*, digunakan beberapa asumsi yaitu :

- 1) Kondisi *steady-state* ada.
- 2) Periode *switching* adalah T , dan *switch* tertutup untuk waktu DT dan terbuka untuk waktu $(1-D)T$.
- 3) Arus induktor kontinu (selalu bernilai positif).
- 4) Kapasitor sangat besar, dan tegangan keluaran konstan.
- 5) Komponen rangkaian adalah ideal.

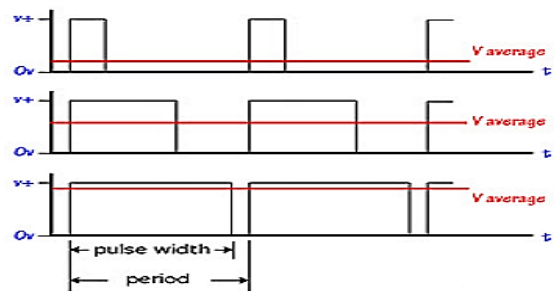
3. *Pulse Width Modulation* (PWM)

Proses *switching* pada *Converter* untuk menghasilkan output tegangan yang bervariasi menggunakan teknik *Pulse Width Modulation* (PWM). Secara umum PWM merupakan cara memanipulasi lebar sinyal yang dinyatakan dengan pulsa dalam satu periode, dimana bentuk gelombang sinyal PWM berupa gelombang kotak yang mempunyai waktu hidup (t_{on}) dan waktu mati (t_{off}) dalam satu periode. Dalam PWM juga dikenal dengan perbandingan waktu saat waktu hidup (t_{on}) dibagi jumlah dalam satu periode ($T = t_{on} + t_{off}$), dikenal juga dengan istilah *duty cycle* (D).

Sinyal PWM pada umumnya memiliki amplitudo dan frekuensi dasar yang tetap, namun memiliki lebar pulsa yang bervariasi. Lebar pulsa PWM berbanding lurus dengan amplitudo sinyal asli yang belum termodulasi. Artinya, Sinyal PWM memiliki frekuensi gelombang yang tetap namun *Duty Cycle* (D) bervariasi (antara 0% hingga 100%).



Gambar 4. Sinyal PWM (Mohan, 2003)



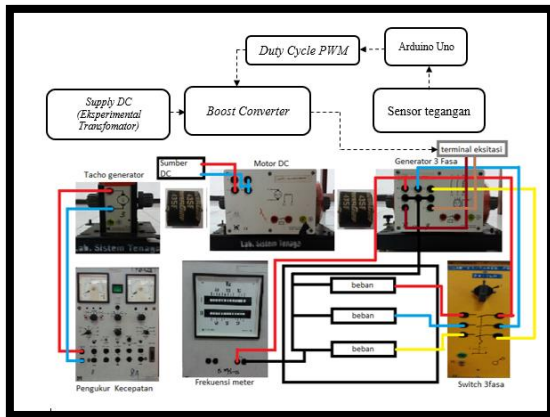
Gambar 5. Pengaruh sinyal PWM terhadap tegangan rata-rata (Wibawa, 2015)

METODOLOGI PENELITIAN

Penelitian ini terdiri dari tiga tahap : Perancangan, Pembuatan dan Pengujian.

1. Perancangan

Permasalahan yang ingin diatasi pada penelitian ini yaitu gangguan berupa penurunan tegangan (*Voltage Drop*). Dimana perubahan tegangan ini diakibatkan oleh perubahan beban yang terjadi, seperti yang telah di jelaskan sebelumnya salah satu cara untuk mengatur tegangan terminal keluaran generator yaitu dengan mengatur tegangan eksitasi rotor generator. Jadi pada perancangan sistem ini melakukan perancangan alat bantu pengaturan tegangan eksitasi menggunakan rangkaian *Boost Converter*.



Gambar 6. Perancangan sistem penstabil tegangan generator 3 fasa dengan pengaturan eksitasi generator menggunakan *Boost Converter*

Blok diagram sistem pengaturan eksitasi menggunakan *Boost Converter* dapat dilihat pada Gambar 3.1. Proses awal pada sistem ini dimulai dengan pembacaan tegangan output generator oleh sensor tegangan. Apabila pembacaan tegangan keluaran generator berada pada nilai 210V-230V maka tidak ada perubahan *Duty Cycle* pada sinyal PWM yang diberikan. Sedangkan apabila tegangan V_{out} yang terbaca pada nilai di bawah 210 V maka Arduino akan mengubah *Duty Cycle* sinyal PWM menjadi lebih besar begitu juga sebaliknya apabila tegangan yang terbaca di atas 230V maka akan dilakukan pengurangan *Duty Cycle* sinyal PWM sampai pada level tegangan output yang diinginkan. Apabila tegangan output generator sudah mencapai tegangan yang diinginkan maka penambahan atau pengurangan *Duty Cycle* akan berhenti.

Berdasarkan Gambar 3.1. perencanaan dan pembuatan perangkat keras pada tugas akhir ini meliputi:

- 1) Perancangan sensor tegangan
 - 2) Perancangan rangkaian penyearah
 - 3) Perancangan rangkaian *driver* MOSFET
 - 4) Perancangan *Boost Converter*
2. Pembuatan

Pada tahap pembuatan ini yaitu merealisasikan rancangan yang telah

dibuat sebelumnya sehingga dapat mengatasi gangguan berupa penurunan tegangan pada generator. Hasil Peralatan ditunjukkan pada Gambar 6.

3. Pengujian

Pada tahap Pengujian ini akan diuji peralatan sistem penstabil tegangan generator sinkron 3 fasa dengan alat bantu pengaturan tegangan eksitasi menggunakan *Boost Converter*.

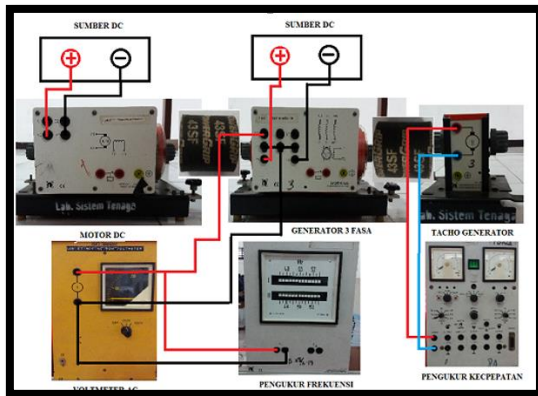
HASIL DAN PEMBAHASAN

Sebelum sistem penstabil tegangan generator sinkron 3 fasa dengan alat bantu pengaturan tegangan eksitasi menggunakan *Boost Converter* ini di implementasikan secara keseluruhan, terlebih dahulu dilakukan pengujian terhadap seluruh bagian yang terlibat pada sistem. Hal ini bertujuan agar mempermudah dalam menganalisa kesalahan serta memperbaikinya agar sistem mampu berjalan dengan baik. Adapun beberapa pengujian yang sudah dilakukan yaitu:

1. Pengujian rangkaian *Rectifier* (penyearah)
2. Pengujian rangkaian *driver* MOSFET
3. Pengujian *Boost Converter*
4. Pengujian rangkaian sensor tegangan

Setelah dilakukan beberapa pengujian awal di atas, selanjutnya dilakukan pengujian terhadap Seluruh Sistem Alat dengan tahapan sebagai berikut :

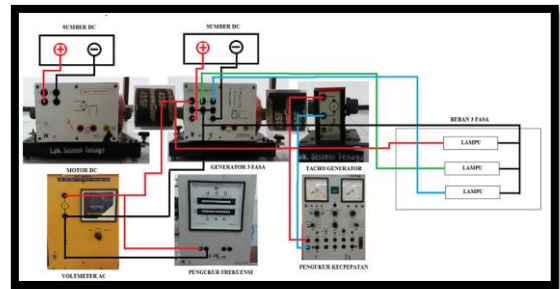
1. Pengujian generator tanpa beban



Gambar 7. Rangkaian pengujian generator tanpa beban

Hasil dari pengujian generator tanpa beban, generator mampu menghasilkan tegangan yang diinginkan yaitu 220 V dengan frekuensi 50 Hz. Informasi yang dibutuhkan dalam pengujian generator tanpa beban adalah nilai putaran motor DC (*Prime Mover*) dan tegangan eksitasi generator saat beban nol. Dimana untuk menghasilkan tegangan 220 V dengan frekuensi 50 Hz dibutuhkan putaran *prime mover* generator berada pada rentang 1450-1500 Rpm, dan tegangan eksitasi sebesar 50V.

2. Pengujian Daya dan FAKTO Daya Beban (Lampu SL)



Gambar 8. Rangkaian pengujian generator berbeban tanpa pengaturan tegangan eksitasi

Sebelum *switch* pembebanan generator di aktifkan, terlebih dahulu putaran generator dan tegangan eksitasi di atur agar tercapai tegangan dan frekuensi output generator masing-masing adalah 220 V dan 50 Hz. Setelah frekuensi dan tegangan generator berada pada level yang ditetapkan maka *switch* beban akan di posisikan dalam posisi ON. Setelah generator diberi beban, langkah berikutnya mencatat perubahan yang terjadi pada besaran pada generator baik arus, putaran dan tegangan pada generator.

3. Pengujian Pembebanan Generator Sinkron 3 Fasa (generator AC) menggunakan Beban Lampu SL tanpa Pengaturan Tegangan Eksitasi.

Hasil pengujian dapat dilihat pada Tabel 1.

No	Beban (Watt)	Prime Mover		Generator			
		Putaran (Rpm)	Arus (A)	Veksitasi (V)	Vout (V)	Arus (mA)	Frekuensi (Hz)
1	0	1450	0,55	50	220	0	50
2	24	1443	0,55	50	209.4	34.3	49.82
3	30	1367	0,55	50	205.2	36.4	49.67
4	36	1378	0,55	50	200.8	51.5	48.8
5	54	1290	0,55	50	188.2	89.5	42.23
6	66	1213	0,55	50	181.8	97.9	41.78

Dari Tabel 1 dapat diketahui ketika beban yang diberikan pada generator semakin tinggi mengakibatkan perubahan pada beberapa parameter listrik generator. Ketika beban diatur semakin tinggi terlihat arus yang terbaca pada alat ukur juga semakin tinggi. Berbeda dengan putaran, frekuensi dan tegangan penambahan beban mengakibatkan perlambatan putaran generator yang berdampak pada penurunan frekuensi dan tegangan output generator.

4. Pengujian Pembebanan Generator Sinkron 3 Fasa (Generator AC) menggunakan Beban Lampu SL (*Soft Light*) dengan Pengaturan Tegangan Eksitasi menggunakan Rangkaian *Boost Converter*.

Hasil pengujian pembebanan Generator dengan pengaturan tegangan eksitasi menggunakan rangkaian *Boost Converter* dapat dilihat pada Tabel 2 Berikut ini :

No	Beban (Watt)	Prime Mover		Generator			
		Putaran (Rpm)	Arus (A)	Veksitasi (V)	Vout (V)	Arus (mA)	Frekuensi (Hz)
1	0	1450	0,55	50	220	0	50
2	24	1432	0,55	63.5	218.9	35.6	49,05
3	30	1367	0,55	65.2	219.8	39.7	49,67
4	36	1378	0,55	71.8	219.2	48.8	48,80
5	54	1242	0,55	106.2	218.3	76.3	43,44
6	66	1208	0,55	112.4	217.4	82.5	41,24

Tabel 2. Pengujian pembebanan generator sinkron (generator AC) menggunakan beban lampu SL dengan pengaturan tegangan eksitasi menggunakan *Boost Converter*.

Pada Tabel 2. dapat diketahui ketika beban pada generator diatur semakin besar maka terjadi perubahan parameter output pada generator. Untuk parameter arus pada output generator, ketika beban yang diberikan semakin tinggi arus yang terukur pada saat pengujian juga semakin besar. Berbeda dengan besaran frekuensi, putaran, dan tegangan generator, ketika beban yang diberikan semakin besar didapatkan putaran generator semakin rendah hal ini mengakibatkan nilai frekuensi dan tegangan output yang terinduksi juga semakin berkurang.

5. Pengujian Pembebanan Generator Sinkron 3 Fasa (Generator AC) menggunakan Beban resistif, induktif dan kapasitif dengan pengaturan Tegangan Eksitasi menggunakan Rangkaian *Boost Converter*.

Beban			Tegangan Eksitasi (V)		Arus (A)		Tegangan output (V)		Persentase drop tegangan (%)		Frekuensi (Hz)		Putaran (Rpm)	
R (Ω)	L (H)	C (μ F)	A	B	A	B	A	B	A	B	A	B	A	B
Beban R														
1800	-	-	50	110,2	0,14	0,17	165,3	200,8	24.86	8.73	40.52	39.77	1215	1193
1620	-	-	50	110,2	0,15	0,20	159,7	191,1	27.41	13.14	40.21	39.21	1206	1176
1440	-	-	50	110,3	0,19	0,22	149,4	185,2	32.09	15.82	39.25	38.62	1177	1158
Beban R dan L (seri)														
1800	0,2	-	50	110,4	0,13	0,16	161,7	198,3	26.50	9.86	41.22	39.87	1236	1196
1620	0,2	-	50	110,5	0,17	0,21	156,2	184,6	29.00	16.09	41.06	39.08	1231	1172
1440	0,2	-	50	110,2	0,19	0,22	140,1	180,1	36.32	18.14	40.93	38.17	1227	1145
Beban R,L dan C (seri)														
1800	0,2	1	50	110,3	0,052	0,052	218,4	218,4	0.73	0.73	47.49	47.49	1424	1424
1620	0,2	1	50	110,4	0,063	0,063	218,4	218,4	0.73	0.73	47.25	47.25	1417	1417
1440	0,2	1	50	110,6	0,068	0,068	217,2	217,4	1.27	1.18	47.22	47.22	1416	1416

Tabel 3. Pengujian pembebanan generator sinkron (generator AC) menggunakan beban resistif, induktif dan kapasitif dengan pengaturan tegangan eksitasi menggunakan *Boost Converter*.

Pada Tabel 3 dapat dilihat ketika generator diberi beban resistif terjadi perubahan pada parameter arus, tegangan, frekuensi, dan putaran generator. Untuk parameter arus, apabila resistor diberikan semakin kecil maka menghasilkan arus yang semakin besar. Sedangkan untuk tegangan, apabila resistor diberikan semakin rendah menghasilkan tegangan yang semakin rendah juga. Begitu juga dengan parameter putaran dan frekuensi generator, apabila resistor diberikan semakin kecil, maka parameter putaran dan frekuensi juga semakin berkurang.

$$= \frac{(E_0 - V)}{195} \times 100\%$$

$$= \frac{(220 - 195)}{195} \times 100\%$$

$$= \frac{25}{195} \times 100\%$$

$$= 0,1282 \times 100\%$$

$$= 12,82\%$$

Analisis Regulasi Tegangan Generator

Tingkat (persentase) selisih perubahan tegangan terminal generator sinkron antara saat beban nol dengan saat beban penuh disebut dengan regulasi tegangan. Untuk menghitung regulasi tegangan maka digunakan persamaan 2.11

Jadi, untuk nilai regulasi tegangan untuk data pertama dimana tegangan output generator berbeban (V) adalah 195V didapat nilai regulasi tegangan sebesar 12,82%. Untuk data selanjutnya hasil perhitungan regulasi tegangan menggunakan persamaan 2.11 dapat dilihat pada Tabel 4 Berikut ini :

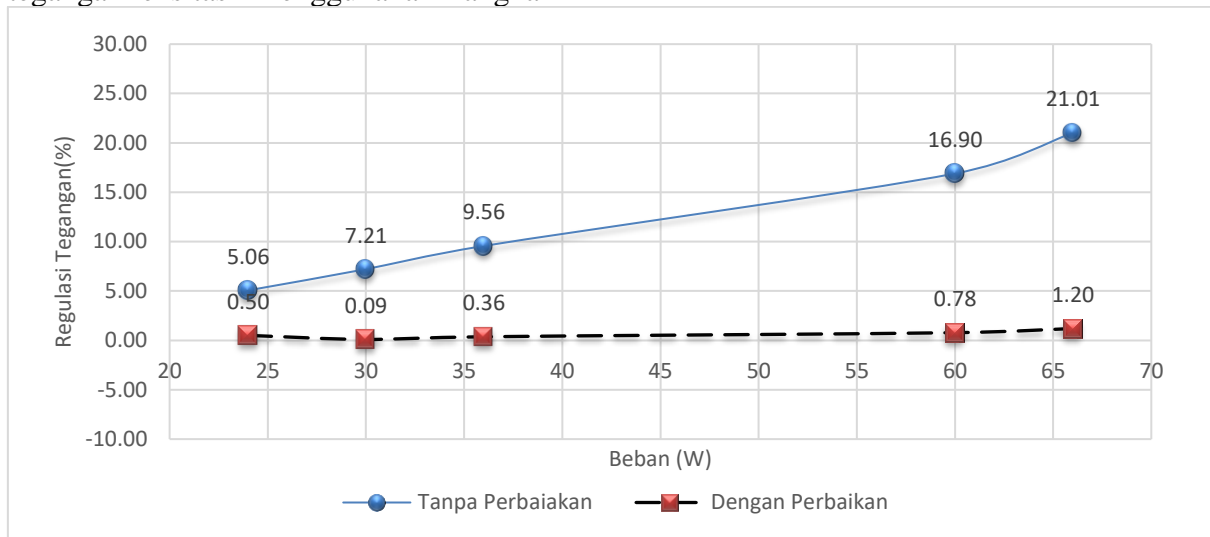
$$\% \text{Regulasi tegangan} = \frac{(E_0 - V)}{V} \times 100\%$$

No.	Beban (W)	Tegangan Eksitasi (V)		Tegangan Keluaran (V)		Regulasi Tegangan (%)	
		Tanpa perbaikan	Dengan perbaikan	Tanpa perbaikan	Dengan perbaikan	Tanpa perbaikan	Dengan perbaikan
1	24	50	63.5	209.4	218.9	5.06	0.50
2	30	50	65.2	205.2	219.8	7.21	0.09
3	36	50	71.8	200.8	219.2	9.56	0.36
4	60	50	106.2	188.2	218.3	16.90	0.78
5	66	50	112.4	181.8	217.4	21.01	1.20
Tertinggi		50	112.4	209.4	219.8	21.01	1.20
Terendah		50	63.5	181.8	217.4	5.06	0.09
Rata-rata		50	86.2	197.08	218.72	11.95	0.59

Tabel 4 Tabel regulasi tegangan generator tanpa perbaikan dan dengan perbaikan tegangan eksitasi menggunakan Boost Converter.

Dari Tabel 4 dapat dilihat regulasi tegangan untuk dua kondisi yang berbeda. Kondisi untuk yang pertama regulasi tegangan tanpa adanya perbaikan tegangan eksitasi, kondisi ini mengakibatkan tegangan generator menjadi drop, sehingga hasil perhitungan regulasi teganganpun cenderung semakin membesar seiring kenaikan beban. Sedangkan untuk kondisi selanjutnya yaitu dengan perbaikan tegangan eksitasi menggunakan rangkain

Boost Converter. Kondisi ini dapat menghasilkan tegangan keluaran dari generator yang sangat baik karena ada upaya dalam menambahkan tegangan eksitasi yang mampu mengurangi dampak dari reaksi jangkar. Regulasi tegangan untuk kondisi dengan perbaikan tegangan eksitasi lebih baik daripada regulasi tegangan tanpa perbaikan tegangan eksitasi.



Gambar 9. Grafik perbandingan regulasi tegangan generator tanpa perbaikan eksitasi dengan perbaikan eksitasi menggunakan *Boost Converter*.

Pada Gambar 4.29 dapat dilihat perbandingan regulasi tegangan tanpa perbaikan eksitasi dan dengan perbaikan eksitasi. Regulasi tegangan tanpa perbaikan tegangan eksitasi memiliki nilai regulasi tegangan paling rendah yaitu 5.06% sedangkan yang paling tinggi yaitu 21.01%. Dan untuk regulasi tegangan dengan perbaikan eksitasi nilai regulasi tegangan yang paling rendah adalah 0.09% sedangkan regulasi tegangan yang paling tinggi hanya 1.20%. Nilai tegangan regulasi dikatakan baik apabila mendekati angka nol. Dapat disimpulkan bahwa dengan menggunakan rangkaian *Boost Converter* sebagai alat bantu pengaturan tegangan eksitasi mampu memperbaiki regulasi tegangan generator sinkron tiga fasa.

KESIMPULAN DAN SARAN

KESIMPULAN

Berdasarkan uji dan analisis perancangan penstabil tegangan generator sinkron 3 fasa dengan pengaturan eksitasi menggunakan *Boost Converter* dapat ditarik kesimpulan sebagai berikut:

1. Rangkaian *Boost Converter* digunakan sebagai alat bantu untuk mengatur tegangan eksitasi generator sinkron 3 fasa 0,3 KW. Rangkaian *Boost Converter* yang telah dirancang mampu menaikkan tegangan dari 50 V sampai 119,12 V. Batas pengaturan *Duty Cycle* sinyal PWM sebesar 70%.
2. Semakin besar nilai *Duty Cycle* yang diberikan pada rangkaian

Boost Converter maka efisiensi yang dihasilkan semakin kecil. Efisiensi terendah yang dihasilkan pada rangkaian *Boost Converter* yang telah dirancang yaitu pada saat diberikan *Duty Cycle* 80% dimana menghasilkan efisiensi sama dengan 0.

3. Penstabilan tegangan generator sinkron 3 fasa 0,3 KW dilakukan dengan mengatur tegangan eksitasi menggunakan *Boost Converter*. Tegangan eksitasi selalu berbanding lurus dengan penambahan beban generator mengikuti persamaan $y=0,32x+41,98$ dengan nilai korelasi sebesar 0,91.
4. Pengaturan tegangan menggunakan rangkaian *Boost Converter* mampu memperbaiki regulasi tegangan generator. Rata-rata regulasi tegangan tanpa pengaturan tegangan eksitasi adalah 11,95. Sedangkan setelah menggunakan rangkaian *Boost Converter* rata-rata regulasi menjadi lebih baik yaitu 0,59

SARAN

Dalam pengerjaan dan penyelesaian tugas akhir ini tentu tidak lepas dari berbagai macam kekurangan dan kelemahan, baik pada sistem maupun pada peralatan yang telah dibuat. Untuk memperbaiki kekurangan tersebut, maka perlu dilakukan hal-hal sebagai berikut:

1. Rangkaian *Boost Converter* tidak mampu mengatasi gangguan tegangan lebih pada generator, diharapkan kedepannya pengaturan tegangan eksitasi menggunakan *Buck Boost Converter* agar mampu mengatasi gangguan tegangan lebih (*Over voltage*) maupun tegangan kurang (*under voltage*).
2. Setiap rangkaian sebaiknya dilengkapi proteksi berupa fuse dan dioda, agar saat terjadi kesalahan, kerusakan tidak menyebar ke

seluruh bagian dari sistem yang telah dibuat.

3. Memperhatikan dengan benar data teknis untuk alat maupun bahan penelitian yang digunakan dalam pengujian agar tidak terjadi kerusakan akibat arus dan tegangan yang berlebih.

DAFTAR PUSTAKA

- Citarsa, I.B.F., 2013, " *Buku Ajar Mata Kuliah Mesin Listrik II* " , Jurusan Teknik Elektro Fakultas Teknik Universitas Mataram.
- Djuandi, F., 2011, "*Pengenalan Arduino*",Tobuku, Jakarta.
- Hart, D. W., 2011, "*Power Electronics*", McGraw-Hill, New York, USA.
- Juhari, 2014, "*Generator.*" Kementerian Pendidikan Dan Kebudayaan Republik Indonesia, Jakarta.
- Mohan, N. 2003, "*Power Electronics Converters, Applications, and Design Third Edition*", John Wiley & Sons, Inc., New Jersey, USA.
- Petruzella.,F.D.,2010,"*Electric Motor and Control System*" McGraw-Hill Companies. Boston Burr Ridge.
- Prabowo, 2013, "*Perancangan Dynamic Braking Pada Motor Induksi Tiga Fasa Berbasis Mikrokontroler ATmega16*", Jurusan Teknik Elektro Fakultas Teknik Universitas Pakulan , Bogor
- Sumardjati, P.,2007, "*Teknik Pemanfaatan Tenaga Listrik.*" Direktorat Pembinaan Sekolah Menengah Kejuruan, Jakarta.
- Purba,H.A.S., Rajagukguk,Antonio dan Feranita., 2013,"*Rancang Bangun AVR (Automatic Voltage Regulator) menggunakan DC Chopper tipe Boost Converter Pada Generator Satu Fasa 3 KVA*",Pekanbaru, Jurusan Teknik Elektro Universitas Riau.
- Rashid, M. H., 2011, "*Power Electronic Handbook Device, Circuits, and Applications Third Edition*", Elsevier, Burlington, USA.

