

RANCANG BANGUN AVR (AUTO VOLTAGE GENERATOR) MENGUNAKAN *CHOPPER* TIPE *BOOST CONVERTER* PADA GENERATOR SATU FASA 3 KVA

HERIANTO A S PURBA, ANTONIUS RAJAGUKGUK, FERANITA

Jurusan Elektro, Fakultas Teknik, Universitas Riau KM 12.5 Panam, Pekanbaru, 28293

E-mail : heriantopurba@yahoo.co.id

ABSTRAK

Masalah pada suatu pembangkitan listrik adalah mempertahankan keluaran dari suatu generator agar tetap stabil pada kondisi standar, dengan memperhitungkan rpm penggerak mula. Salah satu solusinya adalah menggunakan AVR yaitu yang bekerja untuk mengatur besar arus dan tegangan eksitasi pada eksiter (penguat medan) generator Dan memanfaatkan suatu chopper tipe boost converter yang berfungsi sebagai penaik tegangan untuk mengatur arus eksitasi pada penguatan generator. Boost converter ini terdiri dari induktor, dioda cepat (fast recovery) dan kapasitor sebagai filternya.

Untuk mendapatkan eksitasi yang dibutuhkan maka dibutuhkan sensor tegangan sebagai pembacaan output generator, dimana hasil dari pembacaan ini akan diterjemahkan ke ADC melalui mikrokontroler Atmega 8. ADC ini akan dikonversi menjadi pwm (pulse-width-modulation) yang akan digunakan sebagai pengatur tegangan pada fungsi boost converter. Penyulutan pwm ini dibutuhkan penyaklaran untuk menaikkan tegangan. Penyaklaran ini menggunakan mosfet, dimana pwm 5 volt dari mikrokontroler akan dinaikkan menjadi 12 volt. Untuk itu dibutuhkan rangkaian buffer volt dengan rangkaian optocoupler dan totempol sebagai input switching mosfet. Besaran duty cycle dirancaang sebesar 45% untuk drop tegangan pada generator 3 KVA untuk mendapatkan tegangan output 220 volt (stabil). Perhitungan rata-rata regulasi tegangan yang semula tanpa AVR sebesar 16.28% sedangkan dengan menggunakan AVR rerata regulasi tegangan menjadi 0,26%.

Kata kunci : generator, AVR, boost converter, pwm.

ABSTRACT

Problems in a power plant is to maintain the output of a generator to remain stable at standard conditions, taking into account the prime movers rpm. Sattu one solution is to use the AVR is working to adjust the excitation current and voltage on eksiter (amplifier field) generator and utilizing a chopper type boost converter which serves as penaik voltage to regulate the generator excitation current on strengthening. Boost converter consists of an inductor, diode fast (fast recovery) and kapasior as the filter.

To obtain the required excitation voltage sensor is required as a generator output readings, which results from reading this will be translated to the ADC through a microcontroller Atmega 8. The ADC will be converted to pwm (pulse-width-modulation) which will be used as a voltage regulator in the boost converter function. Penyaklaran pwm ignition is needed to raise this tegangan. Penyaklaran using mosfet, where pwm microcontroller 5 volts from 12 volts to be raised menjadi. That requires a buffer circuit with a volt circuit and totempol optocoupler as input switching mosfet. Magnitude dirancaang duty cycle of 45% for the voltage drop at 3 KVA generator to get the output voltage of 220 volts (stable). Calculation of average voltage regulation originally was 16:28% without AVR while using the AVR voltage regulation mean to be 0.26%.

Keywords: generator, AVR, boost converter, pwm.

PENDAHULUAN

Perkembangan suatu pembangkit energi listrik harus didukung dengan berbagai alat untuk menghasilkan kualitas daya listrik yang baik, salah satu faktor yang harus dipenuhi adalah tegangan yang dihasilkan oleh pembangkit energi listrik yaitu *Output* generator harus didapatkan tegangan yang konstan. Pada kenyataan, tegangan yang dihasilkan generator akan berubah akibat perubahan beban. Bila beban pada generator sinkron bertambah maka tegangan yang dihasilkan akan menurun, dan sebaliknya tegangan akan naik apabila beban berkurang. Dengan demikian perlu suatu alat untuk menstabilkan tegangan yang dinamakan Automatic Voltage Regulator (AVR).

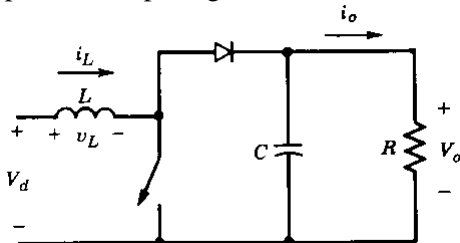
METODOLOGI

Metode penelitian rancang bangun AVR ini digunakan untuk generator 3 KVA dengan $I_{eksitasi} = 2 \text{ A}$ dan $V_{eksitasi}$ seperti berikut :

1. Pembuatan rangkaian *boost converter*.
2. Pembuatan rangkaian kontrol PWM dan perancangan program mikrokontroler Atmega 8 dengan program LD - Mikro.
3. Pembuatan Rangkaian Buffer dan penentuan Mosfet.
4. Pembuatan rangkaian sensor tegangan.
5. Pengujian rangkaian Auto Voltage Regularor keseluruhan pada generator.

Rangkaian boost konverter

Boost Converter merupakan konverter dc-dc yang menghasilkan tegangan keluaran yang lebih tinggi dibanding tegangan masukannya (penaik tegangan). Skema converter ini diperlihatkan pada gambar di bawah ini.



Gambar 1. *Boost Converter* (Sumber: Mohan N, 1989)

Untuk itu kita harus merancang Induktor ,*Fast Recofery* (Dioda Cepat),*Capasitor* sesuai disain AVR. Sebagai berikut :

-Induktor

Induktor dibuat sebesar $400 \mu\text{H}$ dengan 32 lilitan.



Gambar 2a. Type Induktor, 2b. Induktor

-*Fast Recovery* (Dioda Cepat)

Untuk penyearah *output* pada *boost converter* diperlukan dioda *high voltage* dan *fast recovery characteristic*, dimana memenuhi kebutuhan desain output 40 volt dan arus 2 A maka pada perancangan ini digunakan sebuah dioda *fast recovery* dengan tipe FR 307 dengan spesifikasinya tegangan kerja sampai 700 volt, 3A.



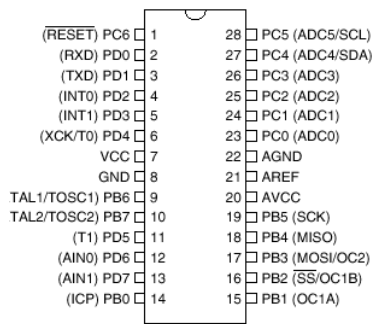
Gambar 3. Dioda FR 307

- *Capasitor*

Sebagai filterisasi digunakan capasitor $3300 \mu\text{F}$ tegangan 50 V.

PWM

PWM ini diperoleh dari *output* mikrokontroler ATmega 8 pada pin 17 (MOSI/OC2) dan untuk input pengaturan pwm dari pin 15(ADC). Besaran duty cycle di *setting* 45 % dengan frekuensi 43 khz.



Gambar.4 Kaki pin ATmega 8.

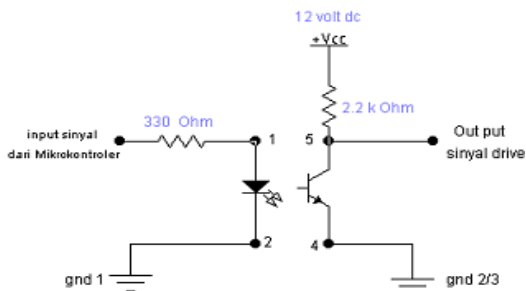
Rangkaian Buffer dan Mosfet

Untuk mendapatkan penyaklaran dengan PWM dengan yang dihasilkan mikrokontroler dibutuhkan sebuah mosfet. pemilihan mosfet digunakan IRFP 460 dengan spesifikasi $V_{DS}=500$ V, $I_D=18,4$ A, tegangan gate (VG) MOSFET dapat bervariasi antara 0 – 5 V dengan arus gate (IG) sebesar 100 nA. Maka untuk penaik sinyal pwm mikrokontroler digunakan rangkaian optocoupler 4N25 dengan mempertimbangkan IG pada mosfet digunakan transistor PNP A1015 dan komplemenya NPN C1815 dimana $I_{CE} = 150$ mA dan $h_{FE} = 25$.

Rangkaian buffer ini terdiri dari :

1.Rangkaian optocoupler

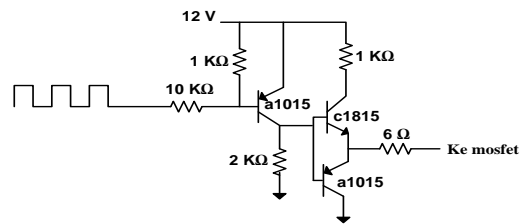
Penelitian ini menggunakan IC Optocoupler 4N25.



Gambar 5.Rangkaian Optocoupler

2.Rangkaian Totempole

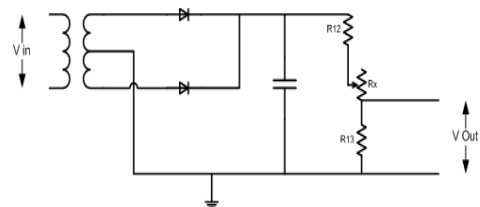
Rangkaian totempole ini menggunakan Transistor PNP A1015 dan untuk komplemennya digunakan Transistor NPN C1815.



Gambar 6.Rangkaian Totempole

Rangkaian Sensor

Rangkaian untuk pembacaan perubahan

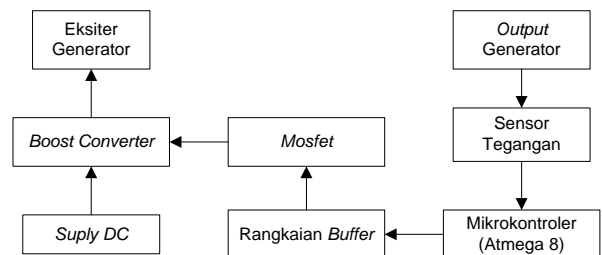


Gambar 7. Rangkaian Sensor Tegangan

Digunakan Transformator 500mA/220V yang diturunkan ke 12 volt. Sebagai penyearahnya diguna dioda N4002 menggunakan Trimpot (Rx) 500 KOhm untuk setting keluaran tegangan DC yang dibutuhkan.

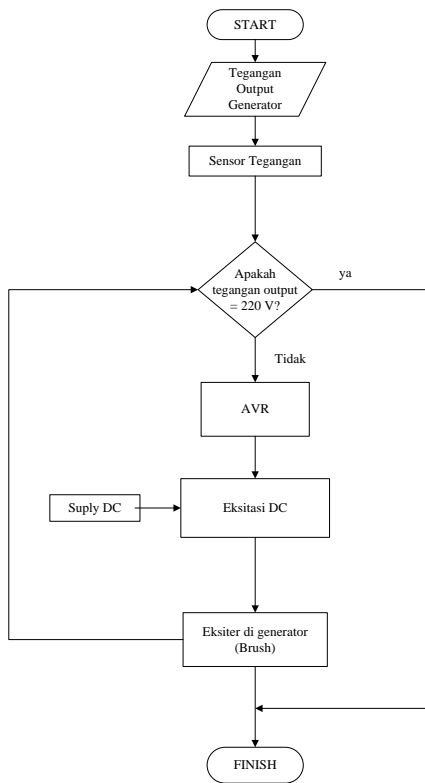
Rangkaian AVR

AVR ini di rancang dengan daya 80 W dimana eksitasi awal $V_{eksitasi} = 20.1$ V_{DC} dan $I_{eksitasi} = 1.18$ A.



Gambar 8. Rangkaian AVR

Berikut Algoritma untuk kinerja sistem rancang bangun sebuah AVR untuk generator 3 KVA :



Gambar 8. Flowchart Kinerja Sistem

HASIL DAN PEMBAHASAN

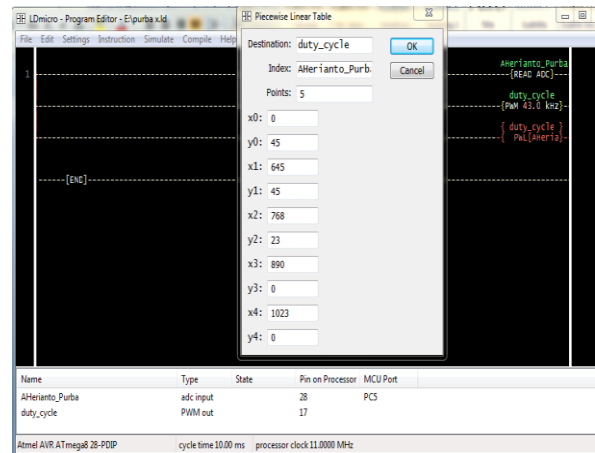
Pengujian Sensor

Tabel 1. Hasil Pengujian Sensor

No	Vgenerator (V _{AC})	Vsensor (V _{DC})
1	220	4.35
2	215	4.2
3	210	4.05
4	205	3.9
5	200	3.75
6	195	3.6
7	190	3.45
8	185	3.3
9	180	3.15

Pengujian Rangkaian PWM

Untuk mengatur PWMnya menggunakan *Leader LD-Mikro* seperti berikut :



Gambar.8 Leader LD-Mikro Untuk setting PWM

Tabel.2 Pengujian PWM

No	Vsensor (V _{DC})	Bit	PWM (%)
1	4.35	890	0
2	4.2	860	5.625
3	4.05	829	11.25
4	3.9	798	16.875
5	3.75	768	22.5
6	3.6	737	28.125
7	3.45	706	33.75
8	3.3	676	39.75
9	3.15	645	45

Pengujian ini sesuai dengan persamaan berikut :

$$Bit = \frac{V_{sensor}}{5V(\text{Ekivalen dengan } 1023)} \times 1023$$

Setelah mendapatkan jumlah bit maka dikonversi lagi ke PWM :

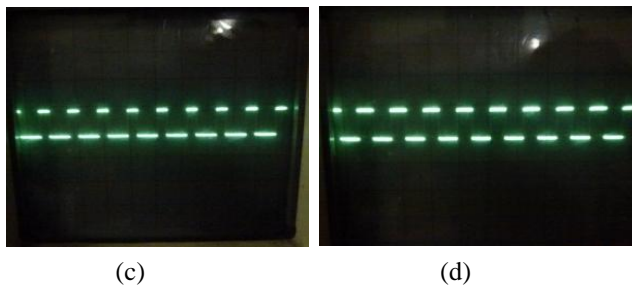
$$\% PWM (\text{Duty cycle}) = \frac{\text{jumlah bit}}{1023(\text{Ekivalen dengan } 100\%)} \times 100\%$$

Berikut tampilan PWM dengan 5V/div, Time/div 10 μs :



(a)

(b)

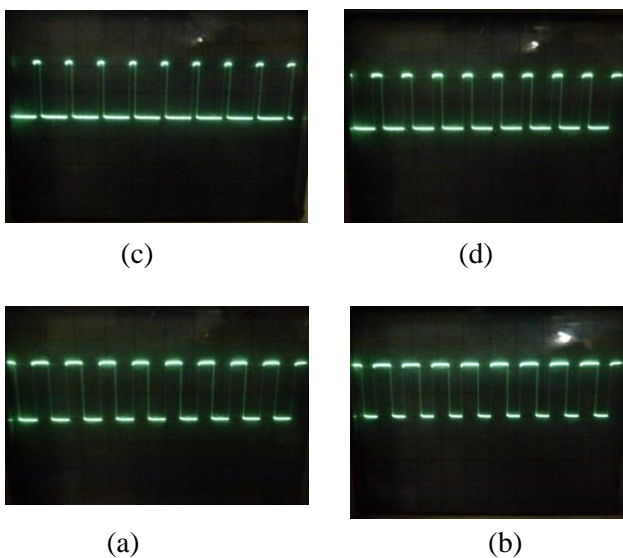


Gambar 9. Keluaran dari mikrokontroler (a) 10%, (b) 20%, (c) 35%, (d) 45%.

Pengujian dan pengukuran Rangkaian Buffer.

Besarnya *duty cycle* berdasarkan dari besarnya tegangan yang dibaca oleh sensor dengan tampilan *Oscilloscope* dengan 5 V/div, Time/div 10

μs sebagai berikut :



Gambar 10. Keluaran dari Rangkaian Buffer (a)10%, (b)20%, (c)35%, (d)45%.

Pengujian Rangkaian AVR Pada Generator

Tabel 3. Tanpa AVR

No	Rpm	I _{eksitasi}	V _{eksitasi}	V _{output} Generator	ER (%)
1	1500	1.18	20.1	220	0
2	1450	1.18	20.6	216.5	3.5
3	1400	1.18	20.56	208.3	11.7
4	1350	1.18	20.52	201.3	18.7
5	1300	1.16	20.39	193.1	26.9
6	1250	1.15	20.4	183.1	36.9
Rata-rata tegangan regulasi					16.28

Tabel.4 Dengan Menggunakan AVR

No	Rpm	I _{eksitasi} _i	V _{eksitasi}	V _{output} Generator	ER (%)
1	1500	1.18	20.1	220.2	0.2
2	1450	1.2	21.40	220.6	0.6
3	1400	1.32	23.26	220.3	0.3
4	1350	1.41	25.64	220.1	0.1
5	1300	1.52	26.6	220.2	0.2
6	1250	1.66	28.1	220.2	0.2
Rata-rata tegangan regulasi					0.26

Analisa Kinerja AVR

AVR ini berfungsi menaikkan arus eksitasi pada generator untuk mendapatkan tegangan *output* yang stabil (220 V). Berdasarkan tabel 1 dan tabel 2 didapatkan perbedaan tegangan regulasi dimana dengan menggunakan AVR sekitar 0,26 % jauh lebih baik dari tanpa menggunakan AVR yang mencapai tegangan regulasi 16,28. Kinerja AVR ini akan menambah arus eksitasi sesuai yang dibutuhkan. Tampak terbukti dengan hasil perhitungan rerata regulasi tegangan yang semula tanpa AVR sebesar 16.28% sedangkan dengan menggunakan AVR rerata regulasi tegangan menjadi 0,26%, memenuhi standart regulasi tegangan SPLN 1:1995 pasal 4.

Analisa Rangkaian AVR

Dalam rangkaian AVR ini dilakukan beberapa tahap pembacaan untuk menyesuaikan besar eksitasinya. Pembacaan sensor akan disesuaikan dengan besar PWM yang akan dibutuhkan *mosfet*, dimana dengan mikrokontroler Atmega 8. Pembacaan sensor menjadi *input* pada pin ADC mikrokontroler dan *output*nya adalah PWM.

KESIMPULAN

Setelah merancang *Auto Voltage Regulator* dengan menggunakan *boost converter* maka bisa ditarik kesimpulan:

1. Rancang bangun *boost converter* mampu menaikkan arus eksitasi yang diharapkan untuk mendapatkan tegangan stabil 220 V.
2. AVR ini dapat mengurangi tegangan regulasi dari *droop* tegangan keluaran generator.

3. Batas pemakaian AVR pada generator dengan spesifikasi daya sampai dengan 3 KVA dan dengan arus eksitasi sampai dengan 2 A.

DAFTAR PUSTAKA

Antonius Rajagukguk., 2012. *Bahan Ajar Kendali Mesin Listrik*. Pekanbaru : Teknik Elektro UR.

Malvino, A, David J. Bates, _____, *Electronic Principles Seventh Edition*, McGraw-Hill, United States

Mohan, N., 1989, *Power Electronics converters, Applications, and Design Second Edition*, John Wiley & Sons, Inc, New York.

Pathak, Abhijit D., 2001, *Mosfet/IGBT Drivers Theory and Applications*, IXYS Corporation, Jerman

Suwitno.,2012. *Bahan Ajar Elektronika Daya Lanjut*. Pekanbaru : Teknik Elektro UR.

<http://purnomosejati.wordpress.com/2011/08/25/cara-merancang-boost-converter>

