

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

Herianto AS Purba, Antonius Rajagukguk, Feranita

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

E-mail : heriantopurba@yahoo.co.id

Abstrak

Pada suatu pembangkitan listrik sangat penting untuk mempertahankan keluaran generator agar tetap stabil pada kondisi standar, dengan memperhitungkan rpm penggerak mula. Salah satu cara yang dapat dilakukan adalah menggunakan AVR (Auto Voltage Regulator) yang bekerja untuk mengatur besar arus dan tegangan eksitasi pada eksiter (penguat medan) generator dengan memanfaatkan suatu chopper tipe boost converter yang berfungsi sebagai penaik tegangan untuk mengatur arus eksitasi pada penguatan generator. Boost converter ini terdiri dari induktor, diode cepat (fast recovery) dan kapasitor sebagai filternya. Untuk mendapatkan eksitasi yang dibutuhkan maka dibutuhkan sensor tegangan sebagai pembacaan output generator, hasil pembacaan ini akan diterjemahkan oleh ADC melalui mikro kontroler Atmega 8. Keluaran ini akan dikonversi menjadi PWM (Pulse-Width-Modulation) yang akan digunakan sebagai pengatur tegangan pada fungsi boost converter. Penyulutan pwm ini membutuhkan penyaklaran untuk menaikkan tegangan. Penyaklaran menggunakan mosfet, PWM 5 volt dari mikro kontroler akan dinaikkan menjadi 12 volt. Untuk itu dibutuhkan rangkaian buffer volt dengan rangkaian optocoupler dan totempol sebagai input switching mosfet. Besaran duty cycle dirancang 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 9.27% sedangkan setelah menggunakan AVR rerata regulasi tegangan menjadi 0,12%.

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

1. Pendahuluan

Suatu pembangkit energi listrik yang baik harus didukung 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).

2. Metodologi

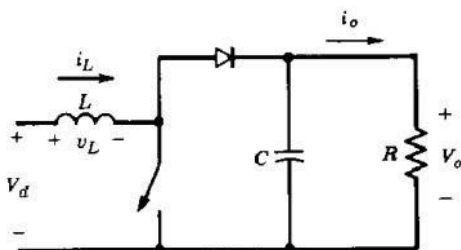
Rancang bangun AVR ini digunakan untuk generator 3 KVA dengan $I_{eksitasi} = 2A$ dan $V_{eksitasi}$ seperti berikut :

- a. Pembuatan rangkaian *boost converter*.

- b. Pembuatan rangkaian kontrol PWM dan perancangan program mikrokontroler Atmega 8 dengan program LD - Mikro.
- c. Pembuatan Rangkaian *Buffer* dan penentuan *Mosfet*.
- d. Pembuatan rangkaian sensor tegangan.
- e. Pengujian rangkaian *Auto Voltage Regulator* 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* (Mohan N, 1989)

Untuk itu harus dirancang Induktor *Fast Recovery* (Dioda Cepat), kapasitor sesuai disain AVR. Sebagai berikut :

a.Induktor

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



Gambar 2a. Type Induktor, 2b.Induktor

b. Fast Recovery (Dioda Cepat)

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



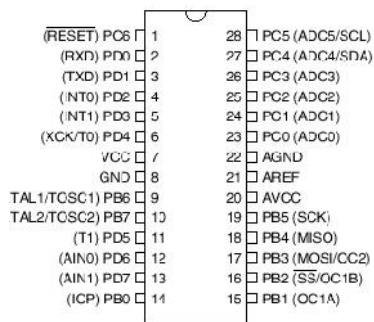
Gambar 3.Dioda FR 307

c. Capacitor

Sebagai filterisasi digunakan kapasitor 3300 μF tegangan 50 V.

PWM (Pulse-Width-Modulation)

PWM ini diperoleh dari *output* mikro kontroler AT mega 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.

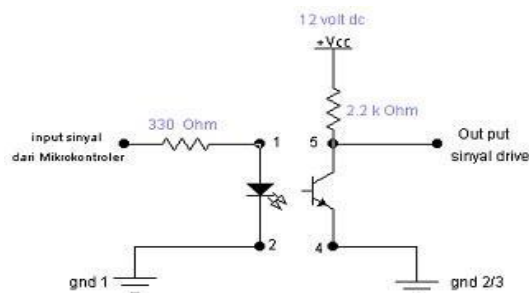
Rangkaian Buffer dan Mosfet

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

Rangkaian *buffer* ini terdiri dari :

a. Rangkaian *opto coupler*

Penelitian ini menggunakan IC *Optocoupler* 4N25.

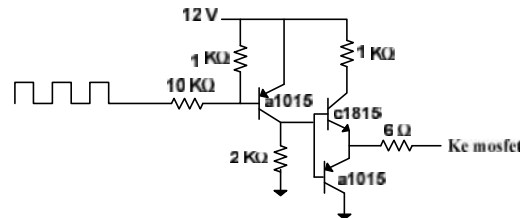


Gambar 5. Rangkaian *Optocoupler*

2. Rangkaian *Totempole*

Rangkaian *totempole* ini menggunakan Transistor PNP A1015 dan untuk

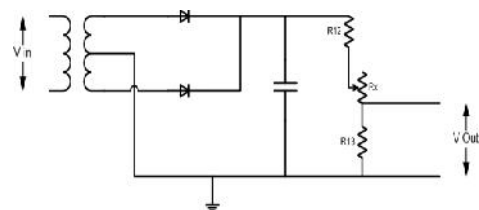
komplemennya digunakan Transistor NPN C1815.



Gambar 6. Rangkaian *Totempole* (Hendro Uli Sugio, 2012)

Rangkaian Sensor

Rangkaian untuk pembacaan perubahan

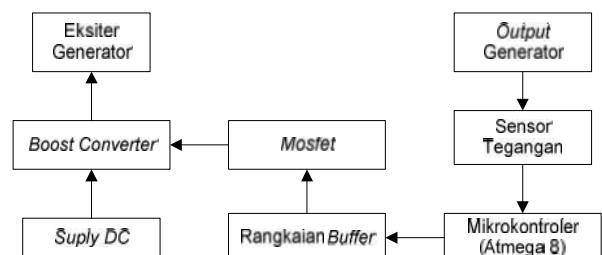


Gambar 7. Rangkaian Sensor Tegangan

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

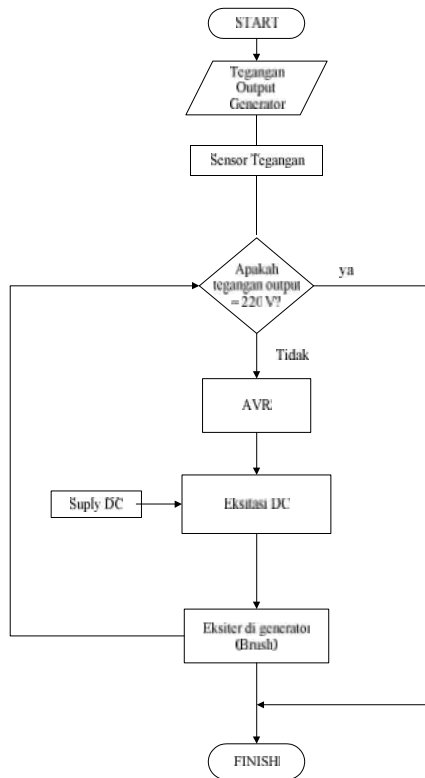
Rangkaian AVR

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



Gambar 8. Rangkaian AVR

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



Gambar 0. *Flowchart* Kinerja Sistem

3. Hasil dan Pembahasan

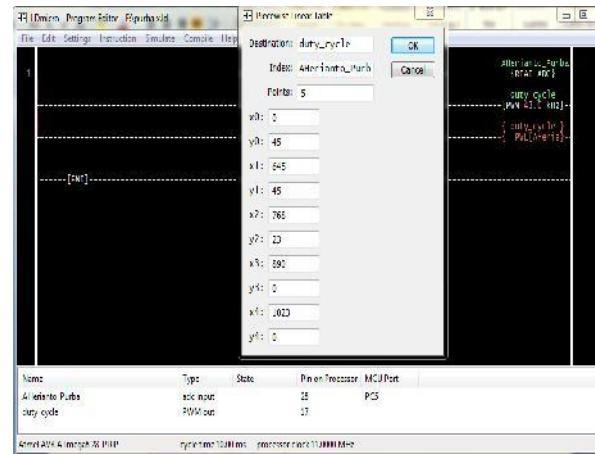
Pengujian Sensor

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 10. *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

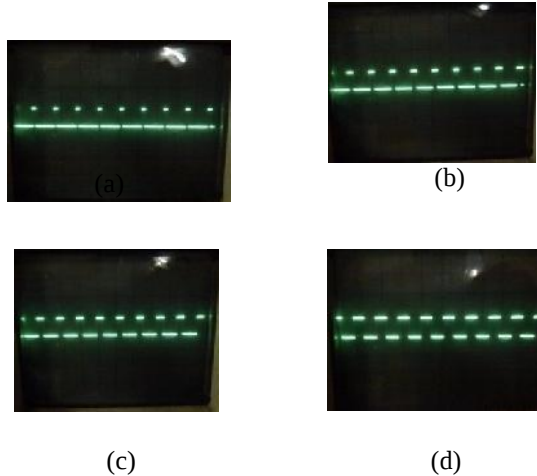
Pengujian ini sesuai dengan persamaan berikut :

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

Setelah mendapatkan jumlah bit maka dikonversi lagi ke PWM :

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

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

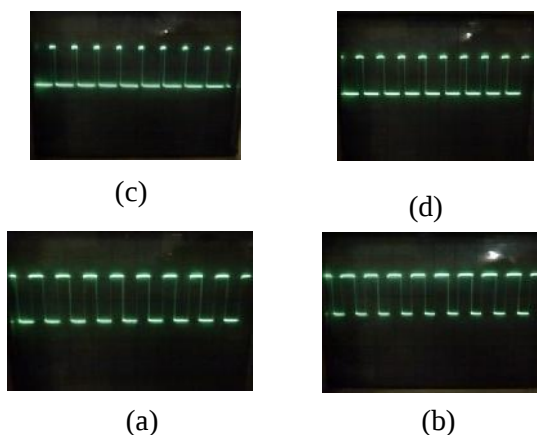


Gambar 11. Keluaran dari mikro kontroler (a) 10%, (b)20%, (c)35%, (d)45%.

Pengujian dan Pengukuran Rangkaian

Buffer No	Speed Kipas Angin	I _{eksitasi} (A)	V _{eksitasi} (V)	V _{output} Generator (V)	ER (%)
1	Tanpa Beban	1.18	20.1	220.2	0.09
2	Speed 1	1.35	21.40	220.4	0.18
3	Speed 2	1.56	23.26	219.87	0.05
4	Speed 3	1.82	25.64	219.63	0.16
Rata-rata tegangan regulasi					0.12

Duty cycle dilihat dari besarnya tegangan yang dibaca oleh sensor dengan tampilan *Oscilloscope* dengan 5 V/div, Time/div 10 μ s sebagai berikut :



Gambar 12. Keluaran dari Rangkaian *Buffer* (a)10%, (b)20%, (c)35%, (d)45%.

Pengujian Rangkaian AVR Pada Generator.

Pengujian ini dilakukan dengan mengasumsikan bahwa setiap ada perubahan rpm *prime over* akan terjadi penurunan tegangan. Pengujian ini menggunakan kipas angin 90 W Sekai IST 1851 dengan 3 kondisi kecepatan sebagai acuan dalam perubahan tegangan keluaran generator. Setiap perubahan dari kecepatan kipas angin akan dihitung seberapa besar arus dan tegangan eksitasi yang dibutuhkan.

Tabel 3. Tanpa AVR

No	Speed Kipas Angin	I _{eksitasi} (A)	V _{eksitasi} (V)	V _{output} Generator (V)	ER (%)
1	Tanpa Beban	1.18	20.18	220	0
2	Speed 1	1.18	20.21	210.12	4.7
3	Speed 2	1.18	20.12	198.3	10.94
4	Speed 3	1.18	20.08	181.15	21.44
Rata-rata tegangan regulasi					9.27

Tabel 4. Dengan Menggunakan AVR

Analisa Kinerja AVR

AVR berfungsi menaikkan arus eksitasi pada generator untuk mendapatkan tegangan *output* yang stabil (220 V). Berdasarkan tabel 3 dan tabel 4 didapatkan perbedaan tegangan regulasi dengan menggunakan AVR sekitar 0,12 % jauh lebih baik dari tanpa menggunakan AVR yang mencapai tegangan regulasi 9,27%. Kinerja AVR ini akan menambah arus eksitasi sesuai yang dibutuhkan. Terbukti dengan hasil perhitungan rerata regulasi tegangan yang semula tanpa AVR sebesar 9,27% sedangkan dengan menggunakan AVR rerata regulasi tegangan menjadi 0,12%, memenuhi standar 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 mikro kontroler Atmega 8. Pembacaan sensor menjadi *input* pada pin *ADC* mikro kontroler dan *outputnya* adalah *PWM*.

4. Kesimpulan

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

- a. Rancang bangun *boost converter* mampu menaikkan arus eksitasi dari pembacaan sensor dari tegangan 180 V sampai 220 mendapatkan tegangan stabil 220 V dengan besar *duty cycle* 45 %.
- b. Dari hasil analisa rata-rata regulasi tegangan yang semula tanpa AVR sebesar 9.27 % sedangkan dengan menggunakan AVR rata-rata regulasi tegangan menjadi 0,12 %.
- c. Batas pemakaian AVR pada generator dengan spesifikasi daya sampai dengan 3 KVA dan dengan arus eksitasi sampai dengan 2 A.

5. Daftar Pustaka

Hendro Uli Sugio Simamora (2012), Tugas Akhir “Aplikasi Konverter Dc-dc Topologi Boost Untuk Catu Daya Lampu LED Bertenaga Baterai 12 Volt” Pekanbaru : Teknik Elektro

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