



Penstabil Pelaksanaan Tegangan Kinerja Berbasis AVR (Automatic Voltage Regulator) Pada Sistem Eksitasi di PLTA Ir. H. Djuanda Jatiluhur

Arkaan Rais¹, Dian Budi Santoso², Ibrahim Lambada³

^{1,2,3} Universitas Singaperbangsa Karawang

Abstract

Received: 15 Desember 2023

Revised: 29 Desember 2023

Accepted: 05 Januari 2024

the increasingly rapid development of technology, students are prepared to prepare themselves and deal with it, not only in the form of theory but also its application in the real world of work. Knowledge obtained in lectures will be of little use if it is not accompanied by active experience in the real world of work as well as the application of science and technology in the field of electrical engineering. Students really need provision of insight and knowledge of the world of work, so that there is this practical work. Students do not only know the theory but also know the practice directly. AVR (Automatic Voltage Regulator) is an electrical system that functions to maintain voltage at a certain value, maintain the stability of reactive power flow, maintain power factor stability, maintain the stability of the rotor angle, limit the generator so that it continues to operate in a safe area. The AVR function is executed automatically using the PID on the controller. AVR is a system that is very important in the process of generating electrical energy.

Keywords: *Avr, Listrik, Daya, Teknologi, PID*

(*) Corresponding Author:

Arkaannraiss279@gmail.com

How to Cite: Rais, A., Santoso, D. B., & Lambada, I. (2024). Penstabil Pelaksanaan Tegangan Kinerja Berbasis AVR (Automatic Voltage Regulator) Pada Sistem Eksitasi di PLTA Ir. H. Djuanda Jatiluhur. <https://doi.org/10.5281/zenodo.10476852>.

INTRODUCTION

Di era modern ini listrik dapat dihasilkan dari berbagai macam sumber energi. Sumber daya energi terbarukan seperti angin, sinar matahari, air menawarkan pilihan yang lebih bersih untuk menggantikan bahan fosil. Sumber daya tersebut lebih sedikit atau bahkan tidak mencemari ataupun menghasilkan gas rumah kaca selain itu sumber daya tersebut akan tetap tersedia.

Air merupakan sumberdaya terbarukan, yang secara terus menerus tersirkulasi oleh penguapan dan peresapan. Panas matahari menyebabkan air di danau dan lautan menguap untuk membentuk awan. Kemudian air tersebut jatuh kembali ke bumi dalam bentuk hujan dan salju yang akan mengalir melalui sungai dan aliran lain menuju lautan. Air yang mengalir dapat dijadikan energi untuk memutar kincir yang selanjutnya energy tersebut digunakan digunakan untuk mekanis industri. Energi aliran air juga dimanfaatkan untuk menghasilkan energi listrik melalui turbin dan generator.

Perum Jasa Tirta II atau yang lebih dikenal dengan PJT II merupakan BUMN (Badan Usaha Milik Negara) yang bergerak dibidang PLTA yaitu PLTA Ir.H. Djuanda Jatiluhur. PLTA Ir. H. Djuanda Jatiluhur ini dapat menghasilkan daya listrik sebesar 187 MW, dengan produksi listrik rata-rata dalam setahun sebesar 826 juta kWh, sebagian untuk memenuhi kebutuhan sendiri dan pengembangan usaha. sedangkan sisanya dijual ke PT.PLN (Persero), dengan tegangan 150 kV melalui *line* Tata Jabar I&II, dan *line* Ciganea.

Generator adalah sebuah mesin yang dapat mengubah energi gerak (*mekanik*) menjadi energi listrik (*elektrik*). Dan untuk jenis generator yang digunakan di PLTA Ir. H. Djuanda Jatiluhur adalah generator sinkron. Salah satu tahapan sebelum generator dapat bekerja adalah dengan memberikan arus (DC) eksitasi ke belitan medan pada rotor generator sinkron. Tegangan yang dihasilkan oleh generator sangat tergantung dari besarnya arus eksitasi dan putaran rotor, hal ini dikarenakan semakin besar arus eksitasi dan putaran yang diberikan, akan semakin besar tegangan yang dihasilkan oleh generator. Berlatar belakang hal tersebut, maka penulis menyimpulkan untuk membahas “Penstabil Tegangan Berbasis AVR (Automatic Voltage Regulator) Pada Sistem Eksitasi di PLTA Ir. H. Djuanda Jatiluhur” pada penyusunan laporan ini.

METHODS

Pemeliharaan dilaksanakan di Unit Usaha PLTA bagian operasional pembangkitan seksi pemeliharaan instrumentasi urusan Sistem SCADA dan Informasi PLTA, dan urusan Sistem Kontrol PLTA. Selama melakukan Peraktik Kerja Lapangan, terdapat beberapa aturan yang harus dipatuhi, diantaranya :

1. Menggunakan APD (Alat Pelindung Diri) yang diinstruksikan atau diwajibkan, selama melakukan pekerjaan.
2. Tidak diperkenankan melakukan pekerjaan tanpa seizin pembimbing lapangan.
3. Melakukan pkerjaan sesuai SOP (*Standar Oprasional Procedure*) dan IK (Instruksi Kerja).
4. Mengikuti semua kegiatan yang diadakan perusahaan.
5. Dilarang merokok di area PLTA Ir. H. Djuanda Jatiluhur.
6. Dilarang memotret tanpa seizin Pembimbing.

Dalam ruang lingkup seksi pemeliharaan Instrument di bagian pembangkitan mempunyai tugas – tugas dan tanggung jawab untuk melakukan K3 serta melakukan *preventive maintenance*, *corrective maintenance*, dan *breakdown/overhaul*.

- *Preventive Maintenance*

Preventive Maintenance merupakan kegiatan untuk mempertahankan suatu fasilitas dalam kondisi sfesifik secara sistematis yang dilakukan secara rutin dan terjadwal meliputi pengecekan, pembersihan, dan pemeriksaan secara subjektif dan objektif pada peralatan ataupun komponen – komponen penyusunnya.

- *Corrective Maintenance*

Corrective Maintenance merupakan kegiatan pemeliharaan yang dilakukan apabila terjadi gangguan terhadap alat atau komponen penyusunnya dengan melakukan pemeriksaan subjektif dan objektif dan melakukan diagnosis terhadap gangguan tersebut untuk selanjutnya melakukan tindakan perbaikan ataupun penggantian.

- *Breakdown atau Overhaul*

Breakdown atau Overhaul merupakan kegiatan terencana dengan priode tahunan. Di PLTA Ir. H. Djuanda Jatiluhur sendiri Overhaul dilakukan 5 tahun sekali dengan melakukan bongkar pasang atau penggantian alat yang telah mencapai umur pakai atau pada alat yang telah mengalami kerusakan.

RESULTS & DISCUSSION

Results

Pemeliharaan Panel Kontrol AVR

Pemeliharaan adalah suatu kegiatan merawat atau memperbaiki peralatan atau mesin perusahaan agar dapat beroperasi dengan efektif dan efisien sesuai dengan perencanaan dengan hasil yang efisien.



Gambar 1. Pemeliharaan Panel Kontrol AVR

Pemeliharaan panel kontrol AVR di PLTA Ir. H. Djuanda Jatiluhur dilakukan secara berulang dengan priode waktu harian, per tiga bulan, dan tahunan. Adapun pemeliharaan panel kontrol meliputi :

1. Pemeliharaan Harian
 - Pengecekan koneksi kabel
 - Pengecekan relay
 - Pengecekan supply 125 VDC dan 24 VDC
2. Pemeliharaan Per 3 Bulan
 - Penggantian MCB
 - Penggantian Relay
 - Penggantian Analog Meter
3. Pemeliharaan Tahunan
 - Penggantian Power supply dan rangkaian kontrol
 - Pengecekan dan penggantian (bila diperlukan) setting PLC dan ABB UNITROL

Mengganti dan Mengecek Relay

Kegiatan pengecekan dan penggantian relay pada panel kontrol AVR bertujuan untuk menjaga relay kontrol dalam kondisi baik. Karena kondisi relay sangat berpengaruh pada sistem kontrol AVR untuk mengatur tegangan generator. Sedangkan untuk penggantian relay dilakukan tiap tiga bulan apabila relay tersebut kinerjanya sudah tidak baik lagi

Pemasangan Thyristor Blok

Pemasangan thyristor di panel AVR dilakukan karena thyristor yang ada di panel tersebut sudah tidak berfungsi dengan baik lagi. Oleh Karena itu dilakukan penggantian thristor yang baru, dan sesuai dengan fungsinya *thyristor* disebut juga dengan penyearah terkendali, karena memiliki *gate* yang berfungsi untuk mengendalikan arus.



Gambar 4.2 Pemasangan Thyristor Blok
Setting ABB UNITROL 1020 Generator

Penyettingan ABB UNITROL 1020 Generator dilakukan apabila alat tersebut



mengalami masalah. Penyettingan ini bisa dilakukan dengan menggunakan komputer atau dengan cara manual.

Gambar 4.3 Penyettingan ABB UNITROL

Pengecekan dan Perawatan Trafo Eksitasi 380/220V

Kegiatan pengecekan dan perawatan ini dilakukan secara rutin, dengan membersihkan karbon yang menempel pada terminal atau pada lilitan trafo. Hal ini dilakukan agar menjaga trafo eksitasi dalam kondisi baik dan beroperasi sesuai dengan fungsinya

Hasil

Pokok pembahasan pada laporan ini adalah mengenai Penstabil Tegangan Berbasis AVR (Automatic Voltage Regulator) Pada Sistem Eksitasi di PLTA Ir. H. Djuanda Jatiluhur

Klasifikasi Generator

Generator di PLTA Ir. H. Djuanda Jatiluhur memiliki 6 unit, namun untuk generator pada unit 1 sampai dengan 5 adalah generator yang sama, klasifikasinya adalah sebagai berikut :

- Output : 35000 KVA
- Tegangan : 6300 V
- Arus : 3208 A
- Faktor daya : 0.93
- Tegangan Eksitasi : 176 V
- Arus Eksitasi : 578 A
- *Duty* : *Continuous*
- Fasa : 3
- *Winding Connection* : Y
- Frekuensi : 50 Hz
- Kelas Isolasi : F
- Kecepatan : 272,2 rmp
- *Manufactured* : *Belfod*

Sistem Eksitasi AVR PLTA Ir. H. Djuanda Jatiluhur

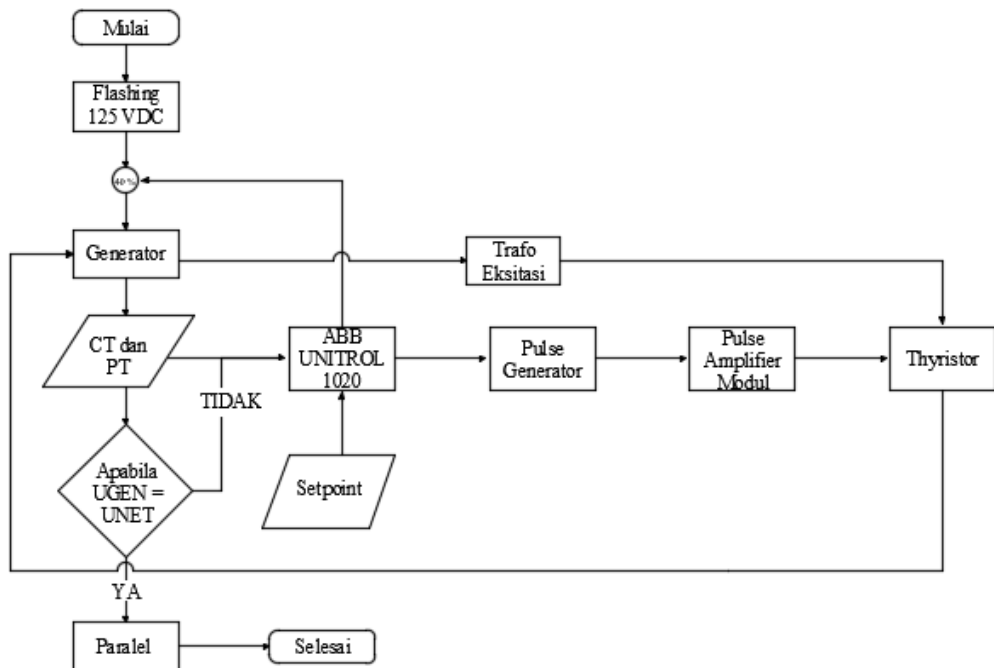
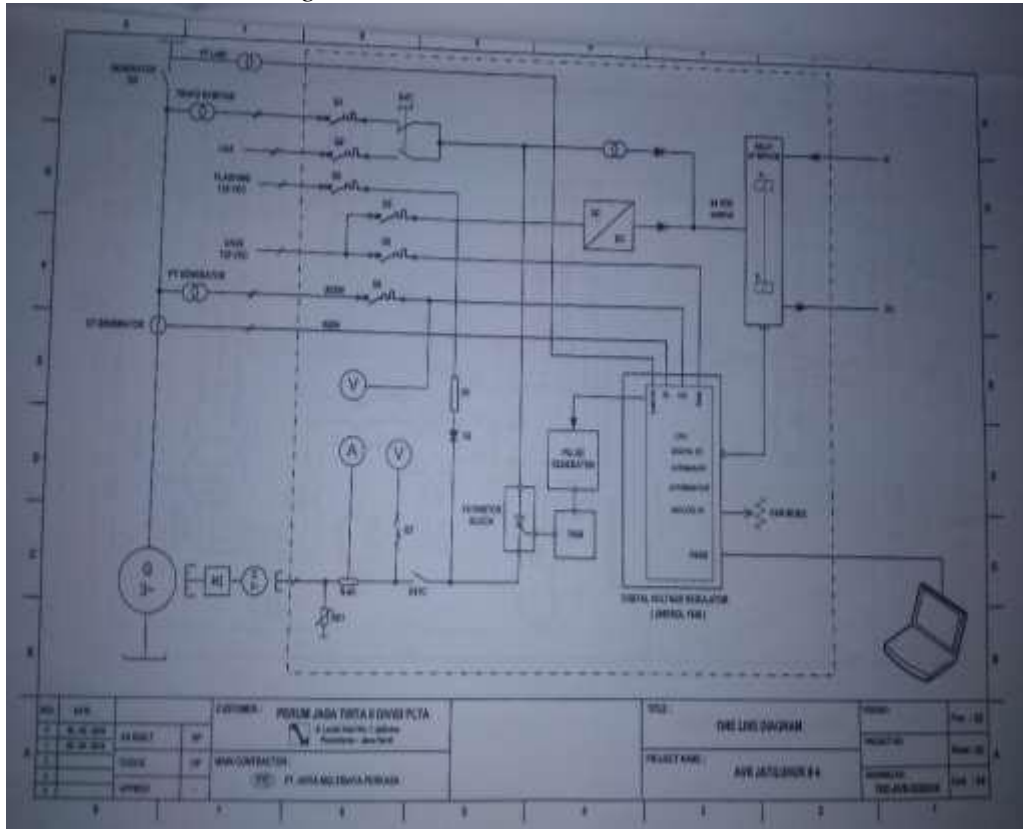
Sistem eksitasi AVR (*Automatic Voltage Generator*) PLTA Ir. H. Djuanda Jatiluhur adalah sistem kelistrikan yang berfungsi untuk :

1. Mempertahankan tegangan pada nilai tertentu
2. Menjaga stabilitas aliran daya reaktif
3. Menjaga stabilitas factor daya
4. Menjaga kesetabilan sudut rotor
5. Membatasi generator, sedemikian hingga tetap beroperasi pada daerah aman

AVR tersebut dijalankan secara otomatis menggunakan analisis PID pada kontrolernya. Sistem eksitasi AVR pada pembangkit sangat penting peranannya, dikarenakan sebuah tegangan keluaran generator akan berubah- ubah karena dipengaruhi beban yang tidak tentu.

Cara Kerja Sistem Eksitasi AVR di PLTA Ir. H. Djuanda Jatiluhur

Gambar *One Line Diagram* Sistem Eksitasi AVR



Gambar *Flowchart* Sistem Eksitasi AVR

Dimulai dengan proses *flashing* menggunakan tegangan 125VDC *supply* dari baterai untuk membangkitkan medan magnet stator generator *exiter* menghasilkan medan magnet dan dipotong oleh kumparan pada rotor *exiter* menghasilkan arus AC, karena rotor generator *exiter* satu poros dengan rotor generator utama. Proses generator eksitasi lalu diubah kembali menjadi listrik DC oleh rangkaian *rotating dioda (fullwave three phase rectifier)* yang disebut dioda putar dikarenakan rangkaian ini ikut berputar bersama dengan rotor generator. Setelah menjadi arus DC, kembali lagi dipakai untuk membangkitkan medan magnet pada rotor generator utama dan terjadilah listrik pada stator generator. Proses *flashing* dilakukan sampai generator bertegangan $\pm 40\%$ dari tegangan nominal (6300V). setelah bertegangan kontaktor *flashing* akan memutuskan *supply*, generator selanjutnya mendapatkan *supply* dari generator eksitasi tiga fasa AC dengan tegangan primer 380V dan sekunder 220V, karena masih tiga fasa dan tegangan AC maka diperlukan rangkaian *rectifier* tiga fasa digunakan thyristor dengan rangkaian *three phase halfwave rectifier* untuk mengkonversi AC ke DC yang nantinya digunakan untuk menginduksi kumparan stator *exciter* (eksitasi).

Thyristor dikendalikan oleh digital voltage regulator UNITROL 1020, sudut pembukaan thyristor diatur dengan mengirimkan sinyal pulsa ke gate thyristor, metode ini disebut *triggering thyristor*. UNITROL 1020 mendapatkan sensing tegangan dan arus dari CT dan PT generator, nilai tegangan hasil ukur PT nantinya akan dikomparasi dengan tegangan jaringan. Setelah nilai tegangan generator dan tegangan jaringan sama maka dapat dilakukan proses *pararel*.

Karakteristik Sistem Eksitasi AVR Unit Pembangkit Di PLTA Ir. H. Djuanda Jatiluhur

Untuk mengetahui karakteristik mengenai sistem eksitasi AVR pada generator sinkron di PLTA Ir. H. Djuanda Jatiluhur, penulis menggunakan sampel data oprasi harian generator yang terdapat pada PLTA Ir. H. Djuanda Jatiluhur unit 2. Data tersebut terkait dengan tegangan generator, frekuensi, arus jangkar, daya beban, factor daya, tegangan eksitasi, dan arus eksitasi.

Data yang dimunculkan dalam pembahasan kali ini yaitu data oprasi harian generator sinkron di PLTA Ir. H. Djuanda Jatiluhur unit 2 yang diperoleh pada jam 10.00 WIB dan 14.00 WIB dan di catat pada tanggal 13 Januari 2020 s/d 17 Januari 2020. berikut adalah data oprasi harian PLTA Ir. H. Djuanda Jatiluhur unit 2.

Tabel 4.1 Data Operasi Harian PLTA Ir.H Djuanda Jatiluhur Unti 2

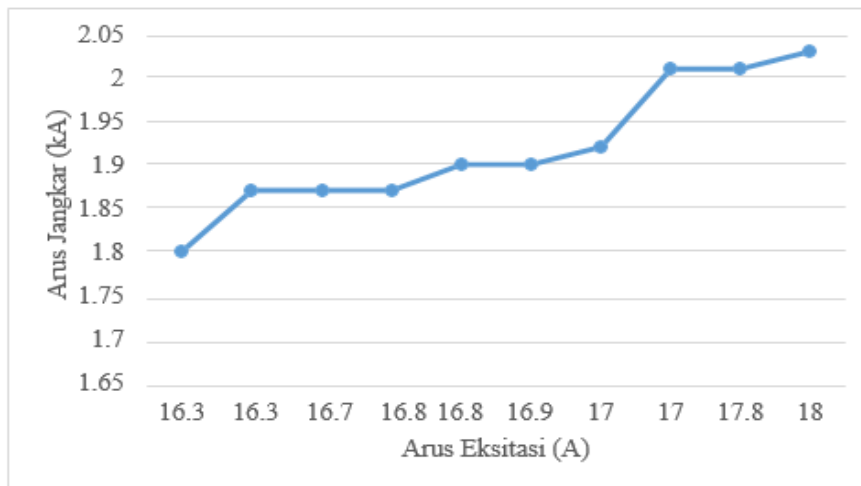
Data Operasi Harian PLTA Ir. H. Djuanda Jatiluhur Unit 2 Pada tanggal 13 Januari 2020 s/d 17 Januari 2020 Pukul 10.00 WIB dan 14.00 WIB									
Jam	V Out Generator (KV)	Daya Aktif (MW)	Daya Reaktif (VAR)	Arus Jangkar (Ka)	frekuensi (Hz)	Faktor Daya	Arus Eksitasi (A)	Tegangan Eksitasi (V)	Kecepatan (Rpm)
10.00	6.10	19.60	1.10	1.87	50.08	1.00	16.3	18.2	273.03
14.00	6.10	19.64	1.09	1.80	50.08	0.99	16.3	18.1	273.03
10.00	6.03	20.30	1.60	1.92	50.09	0.98	17	18.2	272.25
14.00	6.00	20.30	1.55	1.90	50.10	0.99	17	18.6	272.62

10.00	5.92	19.85	1.96	2.03	49.98	0.99	16.8	18.5	272.55
14.00	5.87	20.03	1.80	2.01	50.08	0.98	16.9	18.5	272.92
10.00	5.90	21.09	2.00	2.01	50.0	0.99	18	19	272.78
14.00	5.87	20.95	1.92	1.87	50.09	0.99	17.8	18.2	272.55
10.00	6.05	19.82	1.80	1.87	50.01	0.99	16.8	19	272.40
14.00	6.10	19.75	1.85	1.90	50.04	1.00	16.7	21	272.41

Data diatas menunjukkan dimana data tersebut diambil setiap jam 10.00 WIB dan 14.00 WIB. Sehingga untuk mengetahui karakteristik sistem eksitasi AVR di PLTA Ir. H. Djuanda Jatiluhur maka akan dibuat grafik hubungan dari nilai arus eksitasi dan arus jangkar, arus eksitasi dengan faktor daya, arus eksitasi dengan tegangan terminal, dan arus eksitasi dengan pembebanan.

1. Hubungan Antara Arus Eksitasi dan Arus Jangkar

Berdasarkan table 3.3 yang merupakan data oprasi harian generator sinkron yang ada pada PLTA Ir. H. Djuanda Jatiluhur unit 2 dan data tersebut digunakan dalam mengetahui karakteristik sisitem eksitasi AVR pada generator sinkron di PLTA Ir. H. Djuanda Jatiluhur unit 2. Karakteristik yang terlebih dahulu akan dianalisis adalah hubungan antara arus eksitasi (I_f) terhadap arus jangkar (I_a) pada generator sinkron. Untuk mempermudah dalam peroses penganalisaan, maka data pada table 3.3 akan dibuat grafik yang menunjukkan antara arus eksitasi (I_f) terhadap arus jangkar (I_a).

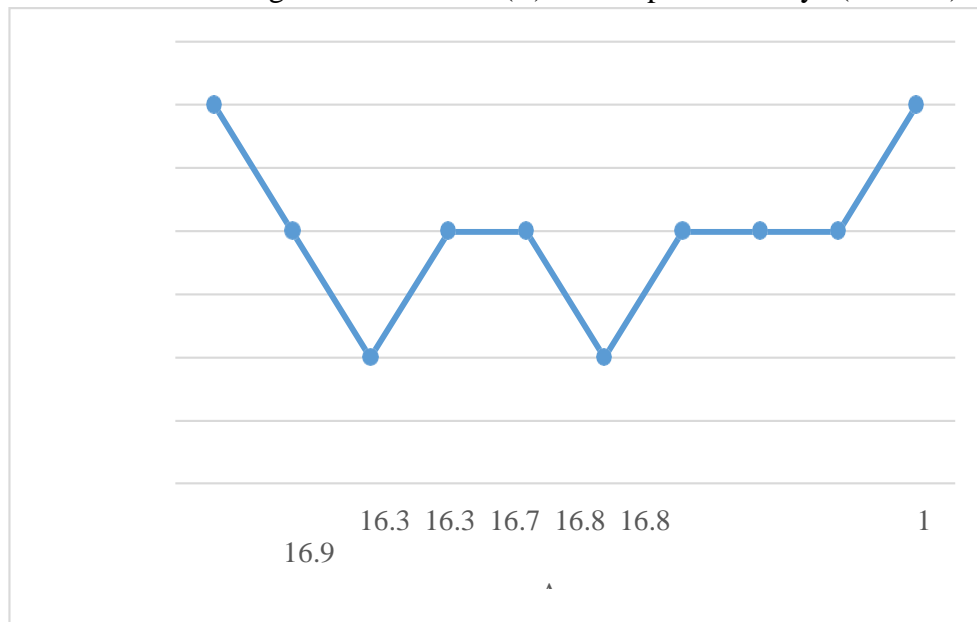


Gambar 4.7 Grafik Hubungan Arus Eksitasi (I_f) terhadap Arus Jangkar (I_a)

Berdasarkan data tabel 3.3 dapat dilihat pada grafik 3.19 diatas menunjukkan hubungan antara Arus Eksitasi (I_f) terhadap Arus Jangkar (I_a) yang ada di PLTA Ir. H. Djuanda unit 2, bahwa nilai arus jangkar tertinggi yaitu 2.03 kA, sedangkan nilai terendah dari arus eksitasi 16.3 A. Dari data tersebut menunjukkan bahwa arus eksitasi berbanding lurus dengan arus jangkar pada generator sinkron. Hal ini dikarenakan semakin besar arus eksitasi, maka arus jangkar generator juga akan semakin besar, begitupun sebaliknya. Sehingga nilai arus jangkar akan berubah sesuai dengan arus eksitasi yang disuplai menuju kumparan rotor generator sinkron.

2. Hubungan Antara Arus Eksitasi Terhadap Faktor Daya

Gambar 4.8 Grafik Hubungan Arus Eksitasi (I_f) terhadap Faktor Daya ($\cos \Phi$)

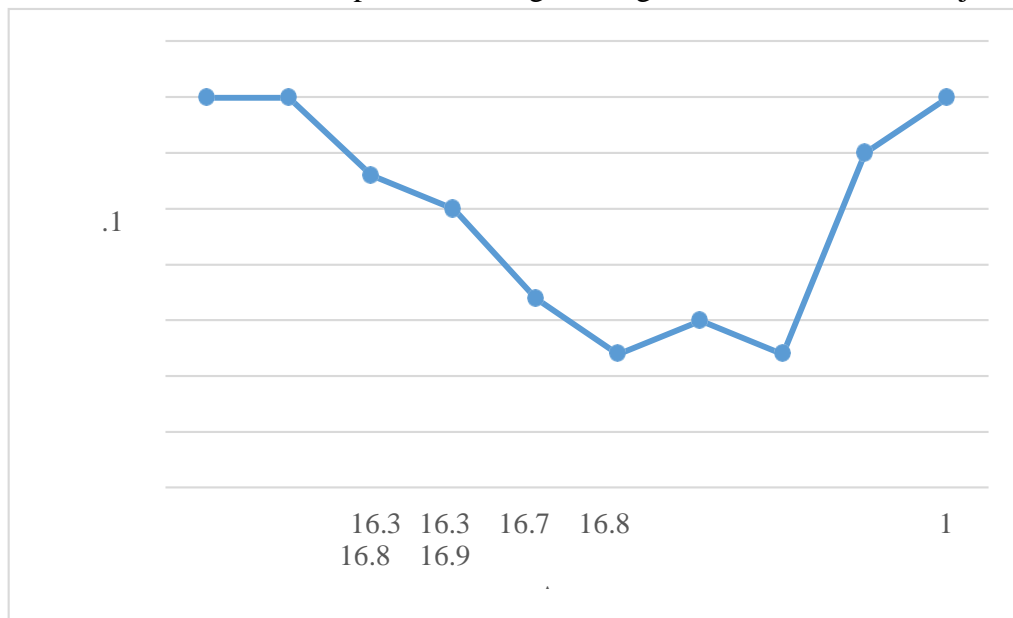


Berdasarkan data tabel 3.3 dapat dilihat di gambar grafik 3.20 diatas yang ada PLTA Ir. H. Djuanda unit 2, bahwa nilai faktor daya tertinggi yaitu 1 dengan nilai arus eksitasi terbesar 16.7 A. Dari data tersebut menunjukkan bahwa PLTA Ir. H. Djuanda unit 4 menjaga supaya nilai dari faktor daya generator sinkron agar tetap konstan yaitu berada pada kisaran mendekati 1. Dari data diatas dapat dilihat kualitas generator dalam keadaan stabil, dimana nilai faktor daya yang bekerja hampir mendekati 1.

3. Hubungan Antara Arus Eksitasi Terhadap Tegangan terminal

Gambar 4.9 Grafik Hubungan Arus Eksitasi (I_f) terhadap Tegangan Terminal (kV)

Berdasarkan data tabel 3.3 dapat dilihat di gambar grafik 3.21 diatas menunjukkan



hubungan arus eksitasi (I_f) terhadap tegangan terminal generator (V) yang ada

PLTA Ir. H. Djuanda unit 2, bahwa nilai tegangan terminal tertinggi yaitu 6.1 kV dengan nilai arus eksitasi sebesar 16.7 A, sedangkan nilai terendah tegangan terminal yaitu 5.87 kV. Tegangan terminal generator terjadi akibat adanya kumparan yang berputar didalam medan magnet yang menimbulkan GGL induksi, ketika tegangan terminal generator turun, maka dapat dinaikan dengan memperbesar arus eksitasi yang akan mempercepat perputaran medan magnet yang menyebabkan tegangan terminal generator menjadi naik. Dalam membangkitkan tegangan terminal generator selain untuk meningkatkan putaran rotor bisa juga untuk meningkatkan penguatan medan magnet pada rotor generator.

Kesimpulan

Dari hasil Peraktik Kerja Lapangan yang dilakukan di Perum Jasa Tirta II Unit Usaha PLTA Ir.H. Djuanda Jatiluhur, dengan judul laporan yaitu Penstabil Tegangan Berbasis AVR (Automatic Voltage Regulator) Pada Sistem Eksitasi di PLTA Ir. H. Djuanda Jatiluhur, penulis menyimpulkan bahwa :

1. AVR (*Automatic Voltage Regulator*) adalah sebuah sistem kelistrikan yang berfungsi untuk mempertahankan tegangan pada nilai tertentu, menjaga stabilitas aliran daya reaktif, menjaga stabilitas faktor daya, menjaga kesetabilan sudut rotor, membatasi generator sedemikian hingga tetap beroperasi di daerah aman.
2. Fungsi AVR dijalankan secara otomatis menggunakan PID pada kontrolernya. AVR adalah suatu sistem yang sangat penting pada proses pembangkitan energy listrik.
3. Karakteristik sistem eksitasi AVR yaitu :
 - a. Arus eksitasi berbanding lurus dengan arus jangkar pada generator sinkron. Hal ini dikarenakan semakin besar arus eksitasi, maka arus jangkar generator juga akan semakin besar, begitupun sebaliknya
 - b. Arus eksitasi menjaga supaya nilai dari faktor daya generator sinkron agar tetap konstan yaitu berada pada nilai kisaran mendekati nilai 1, sehingga kualitas generator sinkron dalam keadaan stabil.
 - c. Ketika tegangan terminal turun, maka dapat dinaikan dengan memperbesar arus eksitasi yang akan mempercepat perputaran medan magnet yang menyebabkan tegangan terminal generator menjadi naik.
 - d. Semakin besar nilai pembebanan (MW), maka nilai dari arus eksitasi (I_f) yang disuplai pada generator sinkron juga akan meningkat, hal ini dilakukan supaya tegangan terminal generator sinkron menjadi stabil.

DAFTAR PUSTAKA

- Gustaf, 2010. Sistem Eksitasi pada Generator
- Nur Ilham L, Dr. Ir. Hemawan. 2016. "Sistem Eksitasi Generator Menggunakan AVR di PT. Geo Dipa Energi Unit 1 Dieng". Unipersitas di Ponogoro.
- PT Hen Jaya, 2014. "*Automatic Voltage Regulator Schematic Diagram* Unit 4 PLTA Ir.H. Djuamda Jatiluhur".
- PT Hen Jaya, 2014. "*training* Singkat Pengoprasian AVR Unit 1,3, dan 5 PLTA Ir.H. Djuamda Jatiluhur".
- Ricky Hendriyan, 2019. Sistem Eksitasi AVR di PLTA Ir. H. Djuamda Jatiluhur.
- Reka Elkomika, 2016. "Studi pengaturan arus eksitasi untuk tegangan krluaran generator di PT Indonesia Power UBP Kamojang Unit 2.

Zuhal.1995. Dasar Teknik Tenaga Listrik dan Elektronika Daya:13, Gaya Gerak Listrik Ditinjau Dari Gaya Magnet dengan Gaya Lauren.