

PENGARUH PEMBEBANAN TERHADAP ARUS EKSITASI PADA GENERATOR

The Effect of Loading on The Excitation Current on The Generator

Hamdan Rizal Maulana*, Agus Suandi, Helmizar

Prodi. Teknik Mesin, Fakultas Teknik, Universitas Bengkulu

Jl. WR. Supratman, Kandang Limun, Bengkulu 38371

*Email : hamdanrizal1117@gmail.com

ABSTRACT

The generator in the hydropower system is used to convert mechanical energy originating from the turbine rotation into electrical energy by producing an electromotive force. Excitation is one of the most crucial parts of the Generator system, where excitation plays a role in forming/producing electromagnetic flux, resulting in an induced emf. The amplifying current is used to adjust the magnitude of the output voltage according to the applied load. The tool used to regulate the excitation current is the Automatic Voltage Regulator (AVR). The differential loading on the generator changes every time. Therefore a power plant must be able to generate electricity in accordance with the magnitude of the changing load. In power generation, these loading fluctuations can be overcome by adjusting the water valve opening and the excitation current flowing to the electromagnet coil on the generator rotor with constant rotor rotation by the AVR so that electric power is generated according to the applied load. The purpose of this study is to analyze the effect of the load on the excitation current. The results obtained are the load has an effect on the excitation current.

Keywords: generator, loading, excitation, power

1. PENDAHULUAN

Generator merupakan salah satu bagian dari sistem tenaga listrik yang digunakan untuk mengkonversi energi mekanik yang berasal dari putaran turbin menjadi energi listrik dengan memanfaatkan gaya gerak listrik. Dalam proses pembangkitan gaya gerak listrik (GGL) selain putaran dari turbin, diperlukan arus penguat (eksitasi) yang berfungsi untuk menghasilkan medan magnet pada kumparan medan di rotor generator. Arus penguatan digunakan untuk mengatur besarnya tegangan keluaran sesuai pembebanan yang diterapkan. Adapun alat yang digunakan untuk mengatur arus eksitasi adalah *Automatic Voltage Regulator* (AVR) [1].

Pembebanan yang diberikan pada pembangkit setiap waktunya berubah-ubah. Oleh karenanya suatu pembangkit tenaga listrik harus mampu membangkitkan daya listrik sesuai dengan besarnya beban yang berubah-ubah tersebut. Pada pembangkitan tenaga listrik, fluktuasi pembebanan ini dapat diatasi dengan mengatur bukaan katup air dan arus eksitasi yang diinjeksikan pada rotor generator pada putaran rotor yang konstan oleh AVR sehingga dihasilkan daya listrik sesuai pembebanan yang diinginkan.

Eksitasi pada generator merujuk pada pemberian arus listrik ke kumparan rotor (bagian berputar) generator untuk menghasilkan medan magnet yang diperlukan dalam proses pembangkitan energi listrik. Medan magnet ini berinteraksi dengan kumparan stator (bagian diam) generator untuk menghasilkan listrik sesuai dengan prinsip induksi elektromagnetik.

Dengan pentingnya fungsi sistem eksitasi pada suatu pembangkit tenaga listrik, maka dibuatlah penelitian ini, tujuan penelitian kali ini adalah untuk menganalisa fungsi eksitasi pada pembangkit tenaga listrik, mengetahui rangkaian sistem penguat generator PLTA TES selain itu untuk mengetahui pengaruh pembebanan terhadap arus eksitasi pada generator di PLTA TES. Tujuan dari pengamatan ini yaitu untuk mengetahui bagaimana sistem eksitasi di PLTA TES, bagaimana pengaturan pembebanan di PLTA TES, dan bagaimana pengaruh pembebanan terhadap arus eksitasi.

2. TINJAUAN PUSTAKA

PLTA Tes merupakan pembangkit listrik yang memanfaatkan energi potensial air yang pertama yang didirikan di wilayah Sumatera. Pusat listrik ini menggunakan pola kolam tando dengan gedung pembangkit berada di permukaan tanah yang memanfaatkan aliran Sungai Ketaun yang dibendung dalam kolam tandon sebelum dialirkan melalui penstock ke turbin, seperti terlihat pada Gambar 1.

2.1 Generator Sinkron

Generator adalah mesin yang digunakan untuk menghasilkan energi listrik dari sumber energi mekanik. Prinsip kerja dari generator listrik adalah induksi elektromagnetik. Berdasarkan jenis arus listriknya, generator dibagi menjadi generator arus searah dan generator arus bolak-balik. Perbedaan keduanya yaitu

penggunaan komutator pada generator arus searah dan cincin selip pada generator arus bolak balik [2].

Generator arus bolak-balik (AC) atau disebut dengan *alternator* adalah suatu peralatan yang berfungsi untuk mengkonversi energi mekanik (gerak) menjadi energi listrik (elektrik) dengan perantara induksi medan magnet. Perubahan energi ini terjadi karena adanya perubahan medan magnet pada kumparan jangkar (tempat terbangkitnya tegangan pada generator).



Gambar 1. PLTA TES

Generator sinkron (alternator) adalah jenis mesin listrik yang berfungsi sebagai penghasil tegangan bolak-balik dengan cara mengubah energi mekanis menjadi energi listrik^[7]. Dikatakan generator sinkron karena jumlah putaran rotornya sama dengan jumlah putaran medan magnet pada stator. Kecepatan sinkron ini dihasilkan dari kecepatan putar rotor dengan kutub-kutub magnet yang berputar dengan kecepatan yang sama dengan medan putar pada stator. Kumparan medan pada generator sinkron terletak pada rotornya sedangkan kumparan jangkarnya terletak pada stator.

Secara umum generator sinkron terdiri atas stator, rotor, dan celah udara. Stator merupakan bagian dari generator sinkron yang diam sedangkan rotor adalah bagian yang berputar dimana diletakkan kumparan medan yang disuplai oleh arus searah dari Eksiter. Celah udara adalah ruang antara stator dan rotor.

1. Rotor. Rotor merupakan bagian berputar yang berfungsi untuk membangkitkan medan magnet yang menghasilkan tegangan dan akan di induksikan ke stator^[3]. Rotor memiliki tiga komponen utama yaitu:
 - a. Slip ring
Slip ring merupakan cincin logam yang melingkari poros rotor tetapi dipisahkan oleh isolasi tertentu. Terminal kumparan rotor dipasangkan ke slip ring ini kemudian dihubungkan ke sumber arus searah melalui sikat (brush) yang letaknya menempel pada slip ring.
 - b. Kumparan rotor
Kumparan medan merupakan unsur yang memegang peranan utama dalam menghasilkan medan magnet. Kumparan ini mendapat arus searah dari sumber eksitasi tertentu.
 - c. Poros rotor
Poros rotor merupakan tempat meletakkan kumparan medan, dimana pada poros rotor tersebut telah terbentuk slot-slot secara paralel terhadap poros rotor.
2. Stator. Stator adalah bagian generator yang diam dan berfungsi sebagai tempat untuk menerima induksi magnet dari rotor. Arus bolak-balik (AC) yang menuju ke beban disalurkan melalui armatur, komponen ini berbentuk sebuah rangka silinder dengan lilitan kawat konduktor yang sangat banyak [3]. Stator memiliki beberapa komponen utama, yaitu:
 - a. Rangka Stator. Rangka stator merupakan rumah (kerangka) yang menyangga inti jangkar generator.
 - b. Inti Stator. Inti stator terbuat dari laminasi-laminasi baja campuran atau besi magnetik khusus yang terpasang ke rangka stator.
 - c. Alur (slot) dan gigi. Alur dan gigi merupakan tempat meletakkan kumparan stator. Ada 3 (tiga) bentuk alur stator yaitu terbuka, setengah terbuka, dan tertutup.
 - d. Kumparan Stator. Kumparan jangkar biasanya terbuat dari tembaga. Kumparan ini merupakan tempat timbulnya ggl induksi.

Adapun prinsip kerja dari generator sinkron secara umum adalah sebagai berikut:

- a. Kumparan medan yang terdapat pada rotor dihubungkan dengan sumber eksitasi tertentu yang akan mensuplai arus searah terhadap kumparan medan. Dengan adanya arus searah yang mengalir melalui kumparan medan maka akan menimbulkan fluks yang besarnya terhadap waktu adalah tetap.
- b. Penggerak mula (Prime Mover) yang sudah terkopel dengan rotor segera dioperasikan sehingga rotor akan berputar pada kecepatan nominalnya.
- c. Perputaran rotor tersebut sekaligus akan memutar medan magnet yang dihasilkan oleh kumparan medan. Medan putar yang dihasilkan pada rotor, akan diinduksikan pada kumparan jangkar sehingga pada kumparan jangkar yang terletak di stator akan dihasilkan fluks magnetik yang berubah-ubah besarnya terhadap waktu. Adanya perubahan fluks magnetik yang melingkupi suatu kumparan akan menimbulkan ggl induksi pada ujung- ujung kumparan tersebut.

Pada generator di PLTA TES ini menggunakan generator type AC 3 Phase, yang mana arus yang digunakan arus bolak-balik yaitu arus listrik yang memiliki arah arus yang berubah-ubah secara bolak-balik. Generator unit 7 memiliki kapasitas sebesar 4.400 kVA , yang mana Tegangan Output dan Frekuensinya yaitu 6.600 Volt di 50 Hz. Generator PLTA Tes baru dapat dilihat pada Gambar 2.



Gambar 2. Generator unit 7 PLTA Tes

Tabel 1. Data Operasi Generator Unit 7

Merk	Hongya
Model	SFW4400-12/2150
<i>Runaway Speed</i>	500 rpm
<i>Duty</i>	S1
<i>Phase</i>	3
<i>Capacity</i>	4400 KVA
<i>Voltage</i>	6,6 KV
<i>Frequency</i>	50 Hz

2.2 Automatic Voltage Regulator (AVR)

Automatic Voltage Regulator (AVR) adalah sebuah divais pengatur tegangan yang digunakan pada generator sinkron untuk menyetabilkan tegangan keluaran yang dihasilkan [6]. Bagian AVR dibagi menjadi dua bagian utama yaitu:

- a. Bagian penyearah (*rectifier*) yang berfungsi mengubah energi AC menjadi DC yang dibutuhkan oleh generator sinkron dalam proses eksitasi. Pada bagian ini yang lebih diutamakan adalah kontrol sinyal yang untuk menyalakan transistor.
- b. Bagian pengatur tegangan yang berfungsi sebagai pengontrol tegangan DC generator sinkron. *Voltage regulator* merupakan bagian terpenting dalam proses eksitasi pada generator sinkron. Pada bagian ini terdapat kontrol PI yang berfungsi untuk mengatur tegangan DC yang akan diinjeksikan pada medan generator sinkron. Masukan dari pengatur tegangan merupakan tegangan DC yang berasal dari penyearah serta tegangan referensi yang diinginkan dengan kontrol PI yang digunakan maka didapat

keluaran berupategangan eksitasi yang menjadi masukan generator sinkron.

Automatic Voltage Regulator (AVR) memiliki fungsi sebagai berikut:

- a. Menjaga kesetabilan tegangan output generator
- b. Mengatur pembagian daya semu rektif saat kerja paralel
- c. Memberikan pengaturan arus eksitasi dalam kondisi gangguan supaya tidak keluar dari sinkronisasi
- d. Menurunkan tegangan dengan cepat apabila generator terlepas dari beban yang akan mengakibatkan terjadinya over voltage.

Prinsip kerja *Automatic Voltage Regulator* (AVR) adalah apabila tegangan output generator dibawah tegangan normal tegangan generator, maka AVR akan memperbesar arus penguatan (*excitacy*) pada exiter. Dengan demikian apabila terjadi perubahan tegangan output generator akan dapat distabilkan oleh AVR secara otomatis dikarenakan dilengkapi dengan peralatan seperti alat yang digunakan untuk pembatasan minimum ataupun maksimum yang bekerja secara otomatis. Tiga keadaan AVR, yaitu [4].

- a. Jika tegangan output tinggi maka *error signal(+)* AVR akan memberikan perintah untuk mengurangi arus eksitasi
- b. Jika tegangan cocok dengan harga *set point* (0) maka AVR tidak akan memberikan perintah apapun
- c. Jika tegangan output rendah maka *error signal* akan (-) maka AVR akan memberi perintah agar menambahkan arus eksitasi

Tabel 2. Spesifikasi AVR unit 7 PLTA Tes

<i>Merk</i>	Emerson
<i>Model</i>	Static Excitation System – DGCP100C-SX
<i>Voltage</i>	6,6 KV
<i>Frequency</i>	50 Hz
<i>Rated Excitation</i>	441 ADC, 72 VDC
<i>Control Voltage</i>	110 DC

2.3 Sistem Eksitasi

Eksitasi adalah bagian dari sistem dari generator yang berfungsi membentuk/menghasilkan fluksi yang berubah terhadap waktu, sehingga dihasilkan satu GGL induksi [5]. Eksitasi atau biasa disebut sistem penguatan adalah suatu perangkat yang memberikan arus penguat (I_f) kepada kumparan medan generator arus bolak-balik (alternating current) yang dijalankan dengan cara membangkitkan medan magnetnya dengan bantuan arus searah. Arus eksitasi adalah pemberian arus listrik pada kutub magnetik. Dengan mengatur besar kecilnya arus listrik tersebut kita dapat mengatur besar tegangan output generator atau dapat juga mengatur besar daya reaktif yang diinginkan pada generator yang sedang paralel dengan sistem jaringan besar (Infinite bus).

Sistem eksitasi dapat dibagi menjadi dua jenis, yaitu sistem eksitasi dengan menggunakan sikat dan sistem eksitasi tanpa sikat.

1. Sistem Eksitasi menggunakan sikat

Sistem eksitasi dengan menggunakan sikat terdiri dari:

- a. Sistem Eksitasi Statis. Sistem eksitasi statik adalah sistem eksitasi generator dengan menggunakan peralatan eksitasi yang tidak bergerak, yang berarti bahwa peralatan eksitasi tidak ikut berputar bersama rotor generator sinkron. Sistem eksitasi ini disebut juga dengan *self excitation* merupakan sistem eksitasi yang tidak memerlukan generator tambahan sebagai sumber eksitasi generator sinkron dan sebagai gantinya sumber eksitasi berasal dari keluaran generator sinkron itu sendiri yang disearahkan terlebih dahulu dengan menggunakan *rectifier* [7].

Awalnya pada rotor ada sedikit magnet yang tersisa, magnet yang sisa ini akan menimbulkan tegangan pada stator, tegangan ini kemudian masuk dalam penyearah dan dimasukkan kembali pada rotor, akibatnya medan magnet yang dihasilkan makin besar dan tegangan AC naik demikian seterusnya sampai dicapai tegangan nominal dari generator AC tersebut. Biasanya penyearah itu mempunyai pengatur sehingga tegangan generator dapat diatur konstan menggunakan AVR

- b. Sistem Eksitasi Dinamik. Sistem Eksitasi dinamik adalah sistem eksitasi generator tersebut disuplai dari eksiteryang merupakan mesin bergerak. Sebagai eksiternya menggunakan generator DC atau dapat juga menggunakan generator AC yang kemudian disearahkan menggunakan *rectifier*. *Slip ring* digunakan untuk menyalurkan arus dari generator penguat pertama ke medan penguat generator penguat kedua [8].

2. Sistem Eksitasi tanpa sikat

Sistem eksitasi tanpa sikat sama sekali tidak bergantung pada sumber listrik eksternal, melainkan dengan menggunakan *pilot exciter dan sistem* penyaluran arus eksitasi ke rotor generator utama, maupun untuk eksitasi eksiter tanpa melalui media sikat arang. *Pilot exciter* terdiri dari sebuah generator arus bolak-balik dengan magnet permanen yang terpasang padaporos rotor dan kumparan tiga fasa pada stator.

3. METODOLOGI

3.1 Sistem Eksitasi PLTA TES

Generator yang digunakan pada PLTA TES tidak menggunakan magnet permanen, maka medan magnet yang digunakan untuk membangkitkan tegangan induksi dihasilkan dengan cara menginjeksikan arus DC pada kumparan medan yang terdapat pada rotor di generator tersebut melalui slip ring dan carbon brush.

Unit 7 PLTA TES ini memiliki tipe sistem eksitasi statis, yakni arus eksitasi berasal dari tegangan keluaran dari generator itu sendiri yang telah diturunkan dan disearahkan dari tegangan AC 3 fasa menjadi sistem tegangan DC.

Peralatan utama yang digunakan pada sistem eksitasi Unit 7 PLTA TES adalah Generator, *Excitation Transformer, Rectifier, Battery, Battery Charger, Regulator dan Gate Control, Field Discharge Device, Ventilation Unit, Polarity Reverse Link, dan Over Voltage Protection.*

Pada prosesnya, tegangan keluaran yang dihasilkan oleh generator Unit 7 PLTA TES adalah tegangan AC 6,6 kV 3 fasa. Kemudian tegangan ini diturunkan menggunakan trafo *stepdown* eksitasi menjadi 220 VAC 3 fasa, selanjutnya tegangan 3 fasa 220 VAC ini disearahkan oleh *converter AC to DC* menggunakan *rectifier* sehingga dihasilkan tegangan DC 110 volt. Tegangan 110 VDC ini akan diinjeksikan ke kumparan medan di rotor melalui *carbon brush* dan *slip ring* untuk membangkitkan medan magnet pada rotor.

Untuk kondisi *start* awal dimana generator belum mampu menghasilkan tegangan keluaran, maka sistem eksitasi untuk generator dilakukan dengan menggunakan *battery*. *Battery* yang digunakan memiliki tegangan 110 V dan arus 150 Ah tiap unitnya. *Battery* ini tersusun secara seri sebanyak 9 unit *battery* yang terletak di *station battery*, sehingga dihasilkan tegangan 110 VDC dengan arus 150 Ah. Selain itu pada *station battery* juga terdapat 9 unit *battery* lainnya yang terhubung secara seri, yang diparalelkan dengan 9 *battery* pertamadengan tegangan dan arus yang sama. 9 *battery* kedua ini difungsikan sebagai *redundant*, yakni *battery* tersebut pada posisi *standby* dan bekerja untuk membantu apabila 9 *battery* pertama sebagai suplai utama mengalami kegagalan serta tidak mampu atau kekurangan daya dalam mencatu arus eksitasi ke kumparan medan di rotor.

Ketika generator telah mampu menghasilkan 20% dari arus beban nol, maka suplai eksitasi dari *battery* secara otomatis akan terputus (*change over*) dan eksitasi akan dicatu daya oleh tegangan keluaran generator itu sendiri selama operasi pembangkitan dilakukan.

3.2 Pengumpulan Data

Sebagai bahan pendukung yang sangat berguna untuk mencari atau mengumpulkan data yang diperlukan dalam penelitian ini serta untuk menyelesaikan masalah pengaruh pembebanan terhadap arus eksitasi generator unit 7 PLTA TES maka dilakukan langkah-langkah sebagai berikut:

1. Mengumpulkan data teknis di lapangan yang dibutuhkan seperti dokumen kerja (hard document)
2. Pengamatan (observation), pengamatan dilakukan untuk melihat lebih jelas kondisi lapangan untuk penelitian yang sedang dikerjakan.
3. Wawancara (Interview), Pada saat pelaksanaan kerja praktek yang dilakukan terdapat diskusi pada supervisor, dan penyampaian juga bertujuan untuk mengetahui agar pengamatan yang dilakukan tidak salah dan juga mendapatkan penjelasan tentang sistem eksitasi serta penjelasan single line diagram di PLTA TES.

4. HASIL DAN PEMBAHASAN

Setelah melakukan pengambilan data harian di PLTA TES, data yang dipilih untuk dilakukan pembahasan ialah data yang diambil pada tanggal 25 Januari 2022.

4.1 Data Pengamatan

Data hasil pengamatan pada unit 7 didapatkan data tegangan output, arus eksitasi, *powerfactor*, daya aktif, daya reaktif dan bukaan Guide Vane serta putaran *shaft* generator stabil di 500 rpm. Dapat dilihat pada Tabel 3.

Tabel 3. Data Hasil Pengamatan

Jam	Daya Aktif (MW)	Guide Vane Opening Angle (%)	Tegangan (KV)	Arus Eksitasi (ADC)	Power Factor	Daya Reaktif (MVAR)
13.00	2,51	44	6,64	4,21	0,99	0,90
14.00	2,52	44	6,64	4,15	0,99	0,41
15.00	2,52	44	6,62	4,14	0,99	0,40
16.00	2,52	44	6,62	4,16	0,99	0,42
17.00	2,52	44	6,64	4,15	0,99	0,42
18.00	2,52	44	6,61	4,17	0,99	0,42
19.00	4,27	78	6,63	4,69	0,99	0,29
20.00	4,28	78	6,64	4,7	0,99	0,29
21.00	4,28	78	6,64	4,72	0,99	0,30

Pembebanan adalah jumlah permintaan minimum yang harus dipenuhi oleh suatu pembangkit listrik dalam jangka waktu tertentu. AVR pada unit 7 PLTA TES berfungsi menjaga kestabilan tegangan output berada di 6,6 KV, untuk menjaga kestabilan tersebut maka AVR mengatur arus eksitasi agar tegangan tetap stabil, karena pada dasarnya tegangan terminal dan arus eksitasi memiliki hubungan yang saling berkaitan terhadap pembebanan. Ketika pembebanan naik, maka tegangan terminal generator akan turun. Oleh karenanya dibutuhkan penambahan arus eksitasi untuk menjaga tegangan terminal generator tetap pada kondisi nominalnya. Pengaruh pembebanan terhadap arus eksitasi dapat dilihat pada Gambar 3.

Dari data yang didapat, pada jam 13.00 daya yang dihasilkan adalah 2,51 MW dan AVR memberikan arus eksitasi sebesar 4,21 A pada medan elektromagnetik. Pada jam 14.00 daya yang dihasilkan adalah 2,52 MW dan AVR memberikan arus eksitasi sebesar 4,15 A pada medan elektromagnetik. Pada jam 15.00 daya yang dihasilkan adalah 2,52 MW dan AVR memberikan arus eksitasi sebesar 4,14 A pada medan elektromagnetik. Pada jam 16.00 daya yang dihasilkan adalah 2,52 MW dan AVR memberikan arus eksitasi sebesar 4,16 A pada medan elektromagnetik. Pada jam 17.00 daya yang dihasilkan adalah 2,52 MW dan AVR memberikan arus eksitasi sebesar 4,15 A pada medan elektromagnetik. Pada jam 18.00 daya yang dihasilkan adalah 2,52 MW dan AVR memberikan arus eksitasi sebesar 4,17 A pada medan elektromagnetik. Pada jam 19.00 daya yang dihasilkan adalah 4,27 MW dan AVR memberikan arus eksitasi sebesar 4,69 A pada medan elektromagnetik. Pada jam 20.00 daya yang dihasilkan adalah 4,28 MW dan AVR memberikan arus eksitasi sebesar 4,7 A pada medan elektromagnetik. Pada jam 21.00 daya yang dihasilkan adalah 4,28 MW dan AVR memberikan arus eksitasi sebesar 4,72 A pada medan elektromagnetik.

4.2 Pembahasan

Generator Unit 7 PLTA TES ini merupakan jenis sistem eksitasi statik, dimana sumber eksitasi berasal dari keluaran generator sinkron itu sendiri yang disearahkan terlebih dahulu dengan menggunakan *rectifier*. Namun, pada saat strating awal dimana generator belum mampu menghasilkan tegangan, maka energi yang digunakan untuk sistem eksitasi diambil dari *battery* yang terletak di station *battery*, proses ini disebut dengan *field flashing*.

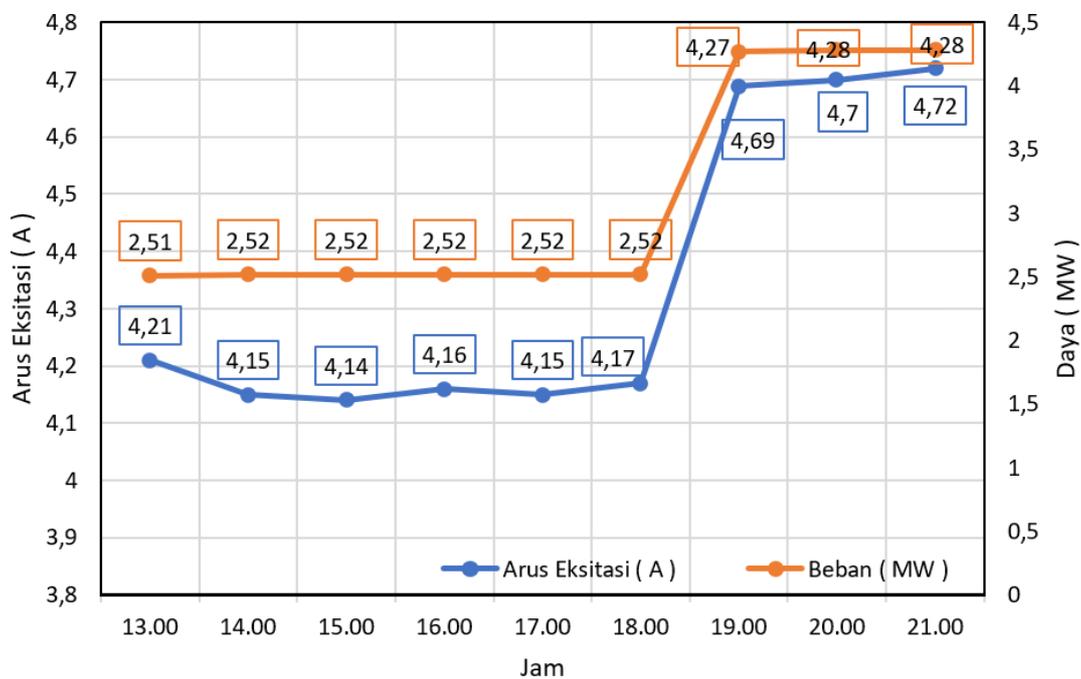
Besarnya arus yang diinjeksikan ke rotor generator oleh *battery* saat proses *field flashing* ini adalah 150 A. Dengan adanya arus inisial eksitasi ini maka generator akan menghasilkan tegangan keluaran. Pada saat tegangan keluaran generator telah mencapai 5% dari tegangan nominalnya sebesar 6,6 kV maka AVR mulai beroperasi dan menaikkan tegangan hingga nilai nominalnya.

Kemudian ketika arus eksitasi yang tersedia pada Bus AC telah mencapai 20% dari arus eksitasi tanpa beban, maka *contactor* yang menghubungkan antara *battery* dengan rotor generator akan terbuka, sehingga sistem eksitasi sekarang dicatu daya oleh tegangan keluaran dari generator itu sendiri. Kemudian untuk pengaturan besarnya arus eksitasi yang diinjeksikan ke rotor pada generator akan diatur oleh *automatic voltage regulator (AVR)*. AVR ini akan mengontrol proses switching sistem eksitasi dengan cara mengatur besarnya arus yang diinjeksikan.

Dapat diketahui bahwa dengan terjadinya perubahan beban, tegangan output generator juga akan ikut berubah. Ketika beban naik, maka yang terjadi adalah tegangan output generator juga menjadi turun

sehingga memaksa generator untuk menaikkan tegangan output generator agar tetap dalam kondisi nominalnya. Tegangan output generator ini dapat dijaga pada kondisi nominalnya dengan cara menambah besarnya arus eksitasi yang diinjeksikan ke rotor generator. Sedangkan pada saat terjadi penurunan beban tegangan output generator juga akan naik melebihi tegangan nominalnya. Pada dasarnya tegangan terminal dan arus eksitasi memiliki hubungan yang saling berkaitan terhadap pembebanan. Seperti yang telah dijelaskan sebelumnya, ketika pembebanan naik, maka tegangan jaringan dan tegangan terminal generator akan turun. Oleh karena itu dibutuhkan penambahan arus eksitasi untuk menjaga tegangan terminal generator tetap pada kondisi nominalnya.

Dari Gambar 3 didapatkan data beban dan arus eksitasi terbesar adalah 4,28 MW dan 4,72 A. Beban terendah yang diberikan adalah 2,51 MW serta arus eksitasi terendah adalah 4,14 A. Dapat disimpulkan bahwa semakin besar beban yang diberikan pada generator maka arus eksitasi yang dibutuhkan juga akan semakin besar, itu karena tegangan terminal yang dibangkitkan akan berbanding lurus dengan ggl induksi. Karena putaran dijaga konstan untuk menjaga frekuensi tetap 50 Hz, maka pengaturan besarnya ggl induksi yang dibangkitkan hanya dipengaruhi oleh fluks yang dihasilkan oleh arus eksitasi. Sehingga semakin besar pembebanan yang dilakukan maka arus eksitasi yang diinjeksikan ke rotor pada generator juga akan semakin besar.



Gambar 3. Hubungan antara waktu dengan arus ekstasi dan daya

5. KESIMPULAN

Kesimpulan yang diperoleh dari hasil pengamatan bahwa pembebanan pada generator unit 7 PLTA TES diatur secara manual menggunakan komputer dari ruang kontrol mengikuti kebutuhan beban di jaringan serta kondisi level air di danau, dan arus eksitasi diatur secara otomatis oleh AVR, Ketika beban naik tegangan output generator akan turun maka dibutuhkan in-jeksi penambahan arus eksitasi agar tegangan output stabil di 6,6 kV. Semakin besar pembebanan yang diberikan maka arus eksitasi yang diinjeksikan akan semakin besar.

DAFTAR PUSTAKA

- [1] Farhan, M. 2021. Pengaruh Pembebanan Terhadap Arus Eksitasi Generator Unit 2 Pltmh Curug. *Jurnal Simetrik*, 11(1) : 398-403.
- [2] Kurniawan, A. 2015. Analisa Pengaruh Arus Eksitasi Generator Terhadap Pembebanan Pada PLTA Cirata Unit 2. Bandung: Politeknik Negeri Bandung.
- [3] Rimbawati, R., Harahap, P., Putra, K. U. 2019. Analisis Pengaruh Perubahan Arus Eksitasi Terhadap Karakteristik Generator (Aplikasi Laboratorium Mesin-Mesin Listrik Fakultas Teknik-Umsu). *RELE (Rekayasa Elektr. dan Energi) J. Tek. Elektro*, 2(1) : 37-44.

- [4] Terimananda, R. G., Hariyanto, N., & Syahrial, S. 2016. Studi Pengaturan Arus Eksitasi untuk Mengatur Tegangan Keluaran Generator di PT Indonesia Power UBP Kamojang Unit. *Reka Elkomika*, 4 (1).
- [5] Ridzki, I. 2013. Analisis Pengaruh Perubahan Eksitasi Terhadap Daya Reaktif generator.11 (2) : 31–41.
- [6] Nurdin, A., Azis, A., Rozal, R. A. 2018. Peranan Automatic VoltageRegulator Sebagai Pengendali Tegangan Generator. 3 (1) : 163–173.
- [7] Azis, H., Pawenary, P., & Sitorus, M.T.2019. Simulasi Pemodelan Sistem Eksitasi Statis pada Generator Sinkron terhadap Perubahan Beban. *Energi & Kelistrikan*.
- [8] David, S., Atmam., Widi, S. 2021. Sistem Pengendalian Generator DC Eksitasi Terpisah menggunakan Programmable Logic Controller. *Jurnal Teknik*.