



Sistem Eksitasi Pada Generator Di PT PJB UBJ O&M PLTU REMBANG

Ahmad Safrudin¹⁾, Bambang Hadi Kunaryo²⁾

Teknik Elektro, Fakultas Teknik Informatika, Universitas PGRI SEMARANG

Email : ahmadsafrudin2909@gmail.com

Abstrak - Sistem eksitasi pada generator di PT.PJB UBJ O&M PLTU REMBANG oleh Ahmad Safrudin, dibimbing oleh Bambang Hadi Kunaryo S.T,M.Eng. PT PJB UBJ O&M PLTU Rembang adalah sebuah Unit Bisnis Jasa Operasi dan Pemeliharaan milik PT PLN yang dikelola oleh PT Pembangkit Jawa-Bali. PT PJBUBJ O&M PLTU Rembang dimulai dengan adanya pelaksanaan proyek percepatan Pembangkit Tenaga Listrik berbahan bakar batubara. Proses singkat pembangkitan energi listrik pada PLTU dimulai dari pemanasan air untuk mendapatkan uap bertekanan tinggi yang kemudian dialirkan untuk memutar turbin generator. Generator berfungsi mengubah tenaga mekanik yang dihasilkan oleh turbin menjadi tenaga listrik. Tenaga mekanik yang dimaksud bisa didapatkan dari tenaga uap. Prinsip kerja generator berdasarkan hukum Faraday yakni apabila suatu penghantar diputar dalam sebuah medan magnet sehingga memotong garis gaya magnet maka pada ujung penghantar tersebut akan timbulkan GGL (Garis Gaya Listrik) yang mempunyai satuan volt. Ada struktur kumparan pada mesin sinkron yaitu kumparan medan pada rotor yang mengalirkan penguat pada DC dan sebuah kumparan jangkat pada stator tempat dibangkitkannya GGL arus bolak balik. Kumparan DC pada medan magnet yang berputar dibubungkan pada sumber listrik DC luar melalui slipring dan sikat arang. Saat generator diputar, pilot exciter yang memiliki permanent magnet pada rotor (field) coilnya akan membangkitkan tegangan AC. Power ini kemudian akan menjadi sumber power untuk AVR (Automatic Voltage Regulator). AVR merupakan suatu peralatan yang terpasang dalam sistem penguatan. Eksitasi generator berfungsi sebagai unit / peralatan pengendali tegangan keluaran generator bekerja secara otomatis dalam arti tanpa campur tangan pihak luar (manusia).

Kata kunci : PLTU PJB, Pembangkit, Generator, Eksitasi generator, AVR

PENDAHULUAN

Perkembangan industri di Indonesia ini cukup pesat, sehubungan dengan hal itu, perguruan tinggi sebagai tempat yang menghasilkan sumber daya manusia berkualitas, berkepribadian mandiri dan memiliki kemampuan intelektual yang baik harus semakin meningkatkan mutu *output* nya. Universitas PGRI Semarang merupakan salah satu perguruan tinggi di Indonesia berupaya untuk mengembangkan sumber daya manusia dan iptek guna menunjang pembangunan industri. Output dari Universitas PGRI Semarang diharapkan siap untuk dikembangkan ke bidang yang sesuai dengan spesifikasinya. Seiring dengan upaya tersebut kerjasama di bidang industri perlu untuk ditingkatkan, dalam hal ini bisa dilakukan dengan jalan studi kerja praktek. Menyangkut bidang yang dipilih untuk di pelajari dalam Praktek Kerja Industri di PT. PLTU PT. PJB UBJOM PLTU Rembang, maka ada beberapa rumusan masalah yang bisa di ambil, Apakah Fungsi generator? Dan Bagaimana system eksitasi Generator?. Agar penulis tidak terlalu melebar, maka ditentukan batasan masalah seperti, Pembahasan laporan ini hanya meliputi fungsi sistem eksitasi Generator, dan Pembahasan laporan ini hanya meliputi perawatan rutin yang dilakukan di PT. PJB UBJ O&M PLTU Rembang dan perawatan ketika terjadi gangguan. Kerja Industri adalah sebagai kurikulum wajib yang harus dilaksanakan oleh mahasiswa program studi Teknik Elektro Universitas PGRI Semarang pada semester 6 atau 7. Dan mahasiswa diharapkan dapat menambah wawasan serta pengetahuan tentang dunia kerja dan mampu untuk beradaptasi dan berinteraksi dengan baik di suatu perusahaan selama mengikuti kegiatan Kerja Praktek. Selain itu mahasiswa juga diharapkan mendapatkan relasi-relasi dari pihak perusahaan supaya mahasiswa lebih mudah untuk bersosialisasi dengan dunia luar selain dunia pendidikan. Dengan adanya kegiatan di luar kampus dalam rangka kerja praktek di perusahaan, maka kegiatan Praktek Kerja Industri ini diharapkan dapat mencapai tujuan: Untuk menerapkan dan membandingkan antara teori dan praktikum yang didapat dibangku perkuliahan dengan praktek diperusahaan. Agar mahasiswa dapat mengetahui dunia kerja yang sesungguhnya dan dapat bersosialisasi



terhadap dunia kerja. Agar mahasiswa mendapat pengalaman, baik ilmu maupun kedisiplinan di dunia industri. Meningkatkan hubungan baik antara Universitas PGRI Semarang dan dunia kerja atau industri, sehingga diharapkan mahasiswa dari Universitas PGRI Semarang mempunyai kemampuan yang lebih dan benar-benar sesuai dengan keadaan di lapangan kerja atau industri.

METODE

Setelah melaksanakan, mahasiswa dituntut dan diwajibkan untuk menyusun laporan. Laporan tersebut berisi hal-hal yang dipelajari selama Praktek Kerja Industri di perusahaan. Untuk keperluan tersebut, dilakukan pengumpulan data untuk dibahas dalam laporan ini. Metode yang digunakan dalam Praktek Kerja Industri kali ini adalah:

Observasi Lapangan, hal ini dimaksudkan untuk mengetahui secara lebih dekat obyek/sasaran kerja yang akan dikerjakan dan membiasakan diri untuk berinteraksi dengan orang lain.

Metode Wawancara Adalah salah satu cara mendapatkan data yang dibutuhkan dengan bertanya langsung kepada teknisi atau engineering yang bersangkutan dengan bidang yang di pilih.

Studi Literatur sebagai sarana untuk melengkapi data-data melalui literatur dan buku-buku yang ada pada perusahaan menyangkut bidang yang di pilih untuk di pelajari.

HASIL DAN PEMBAHASAN

Secara umum Generator berfungsi mengubah tenaga mekanik yang dihasilkan oleh turbin menjadi tenaga listrik. Tenaga mekanik yang dimaksud bisa didapatkan dari tenaga air, tenaga angin, tenaga panas bumi, tenaga matahari, tenaga diesel, tenaga gas, tenaga uap, dan tenaga nuklir. Prinsip kerja generator berdasarkan hukum Faraday yakni apabila suatu penghantar diputar dalam sebuah medan magnet sehingga memotong garis gaya magnet maka pada ujung penghantar tersebut akan timbulkan GGL yang mempunyai satuan volt. Ada struktur kumparan pada mesin sinkron yaitu kumparan medan pada rotor yang mengalirkan penguat pada DC dan sebuah kumparan jangkat pada stator tempat dibangkitkannya GGL arus bolak-balik. Kumparan DC pada medan magnet yang berputar dihubungkan pada sumber listrik DC luar melalui slipring dan sikat arang.

Fungsi Dan Konstruksi Komponen generator

Komponen Stator, Stator Frame, Generator frame didesain explosion safe yaitu frame dapat bertahan bila terjadi ledakan internal karena terjadi pencampuran hydrogen dengan udara, sehingga ledakan tidak melukai manusia, merusak peralatan ataupun bangunan. Dalam kondisi beroperasi udara tidak akan bisa masuk dalam generator karena tekanan hydrogen di dalam generator lebih tinggi dari tekanan atmosfer oleh karena itu operasi generator dikatakan aman sepanjang puritas dan hydrogen selalu dijaga.

Stator Frame Mounting merupakan tempat dimana stator diikat dengan frame berupa pegangan yang cukup untuk meredam adanya vibrasi karena tarikan kutub rotor dengan stator core sehingga getaran yang dialami oleh pondasi bisa diredam seminimal mungkin.

Stator Core, terdiri dari plat silicon dengan losses rendah divamish dan disatukan dengan building bolted trough.

Terminal Generator, main lead bushing terletak dalam gas tight lead box yang ada di bawah frame pada ujung eksiter. Ada 6 bushing pada leadbox, 3 digunakan sebagai main lead untuk output generator yang dihubungkan generator transformer sedangkan 3 lainnya digunakan untuk netral.



Rotor shaft dibuat dari baja yang mengandung chromiu, nikel, molybdenum, dan vanadium

Rotor cool terbuat dari tembaga berlubang sebagai jalur hydrogen untuk mendinginkan rotor coll. Rotor coll harus didesain kuat menghadapi rotasi dan termal expansion. Saat start dan shutdown maupun perubahan generator, lilitan dari rotor akan bergerak relative terhadap strukturnya .

Lower bearing terdiri dari rumah dengan dukungan spherical, dengan 2 bantalan simetris yang dapat bergerak sehingga menjaga bearing dan poros rotor bebas dari tekanan akibat defleksi poros ataupun misalignment.

Sistem gland seal dilengkapi dua aliran oil yaitu hydrogen SIDE untuk aliran pada sisi luar. Masing masing memiliki independent sirkuit . Kedua oil masuk melalui pressure equalizing untuk mengendalikan tekanan masuk sehingga diharapkan tidak ada pertukaran kedua oil tersebut pada gland seal. Sifat dari hydrogen side seal oil jenuh dengan hydrogen sedangkan air side seal oil jenuh dengan udara sehingga dengan tiada pertukaran antara keduanya, kecil kemungkinan hydrogen bocor keluar atau udara masuk ke generator.

Generator di PLTU Rembang ini terdapat 2 unit generator yang beroperasi dengan jenis generator sinkron. Generator yang digunakan pada PLTU Rembang adalah merek *Dongfang Electric* model *QFSN-300-2- 20B* tipe *Self-Shunt Static Excitation H₂O-H₂-H₂ Cooled Generation Unit*. Gambar 3.1 berikut ini merupakan gambar name plate generator pada PLTU Rembang



Gambar 1. Name Plat Generator PLTU Rembang



TABEL

NO	Point	Keterangan	Penjelasan	
1	Type	QFSN-300-2-20B	Q	Bersumber dari turbin
			F	Kode Generator
			S	Pendingin stator menggunakan air
			N	Pendingin rotor menggunakan H ₂
			300	Rating daya yang dihasilkan 300MW
			2	Jumlah kutubnya 2
			20	Rating tegangan yang dihasilkan 20Kv
2	Capacity	353 MVA	B	Eksitasinya berasal dari generator itu sendiri
			Kapasitas maksimal yang dapat dicapai dari proses produksi daya pada generator adalah 353 MVA	
3	Output	300 MW	Rating daya aktif yang dihasilkan dari generator adalah 300 MW	
4	Stator Voltage	20 Kv	Besarnya tegangan di stator sebesar 20 Kv	
5	Stator Current	10189 A	Arus yang mengalir pada stator sebesar 10189 Ampere	
6	Power Factor	0,85	Faktor daya dari output daya generator sebesar 0,85	

Dan dibawah ini akan ditampilkan beberapa gambar letak ruangan generator di PLTU Rembang

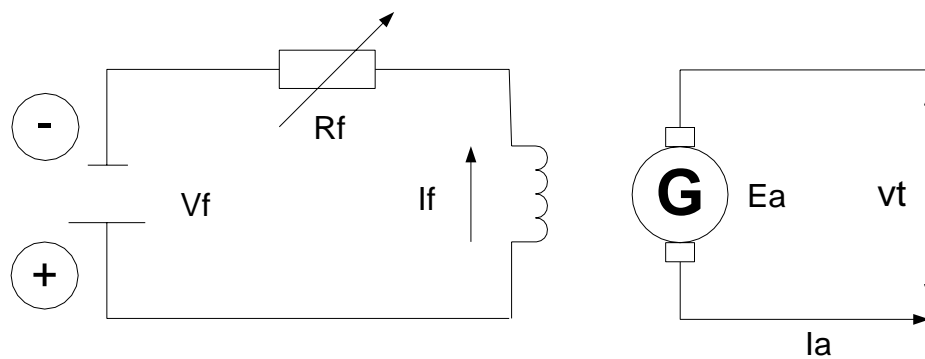
Gambar 2 Letak Generator



Gambar 3 Letak Genaerator

Sistem Eksitasi Generator Generator merupakan peralatan yang berfungsi untuk membangkitkan listrik atau mengkonversikan energi mekanik menjadi energi listrik. Didalam proses pembangkitannya, sebuah generator membutuhkan adanya sumber medan magnet. Medan magnet ini dapat diperoleh dari magnet permanen ataupun induksi magnet listrik, dengan cara mengalirkan sumber tegangan searah kedalam kumparan rotornya.

Dalam hal demikian, diperoleh generator dengan penguatan bebas seperti diperlihatkan pada gambar 4.dibawah.



Gambar 4. Generator Penguatan Bebas.

Dari gambar 1. Menunjukkan bahwa besar tegangan lawan (ggl lawan) yang dibangkitkan generator sepenuhnya tergantung dari besar kecilnya arus medan (I_f) atau tegangan medan (V_f). Untuk mengeluarkan sumber tegangan dc ke dalam kumparan medan (rotor) dapat dilakukan dengan dua cara, yaitu : Statik Dan Dinamik

Yang dimaksud dengan statik eksitasi adalah cara untuk mendapatkan medan magnet pada rotor agar terjadi ggl induksi pada kumparan stator, dimana sumber tegangan dc tidak bergerak (statik tidak ikut berputar). Sehingga didalam statik eksitasi membutuhkan cincin geser (slipring) dan sikat arang sebagai media penghubung antara bagian yang berputar (rotor) dengan bagian yang diam (sumber tegangan DC / baterai).

Dinamik Eksitasi adalah cara untuk mendapatkan medan magnet pada rotor agar terjadi ggl induksi pada kumparan stator dimana sumber tegangan dc ikut bergerak/berputar (dinamis). Sehingga dalam eksitasi dinamik tidak membutuhkan sikat arang maupun slipring, karena sumber dc-nya ikut berputar.

Sistem yang demikian disebut juga Brushless Excitation System (Sistem eksitasi tanpasikat). Contoh dari sistem ini diperlihatkan pada gambar

Sistem Pengaturan Tegangan, Telah disebutkan diatas bahwa untuk mengatur tegangan keluaran atau terminal generator diperlukan eksitasi. Sehingga eksitasi generator berfungsi untuk mengatur tegangan agar tetap berada pada batas-batas tegangan yang diinginkan akibat adanya perubahan beban.

Berdasarkan loop pengaturan maka dapat dibedakan menjadi dua sistem, yaitu :

Sistem pengaturan terbuka (Open Loop) Pada sistem ini tegangan generator yang diinginkan secara langsung diatur dari inputnya (masukannya) setiap saat bila terjadi penyimpangan pada tegangan generator yang diakibatkan oleh gangguan atau perubahan beban, maka inputnya diatur secara manual, hingga didapatkan tegangan generator yang konstan

Sistem pengaturan tertutup ini lebih dikenal dengan istilah Feed Back Control System (sistem kendali umpan balik). Dimana setiap saat sinyal output generator diumpankan balik, untuk dibandingkan dengan sinyal referensi masukan guna memperkecil sinyal kesalahan (error). Sehingga output (tegangan) generator tetap berada pada batas-batas yang diinginkan.

prinsip kerja sistem eksitasi, saat generator diputar, pilot exciter yang memiliki permanent magnet pada rotor (field) coilnya akan membangkitkan tegangan AC. Power ini kemudian akan menjadi sumber power untuk AVR merupakan suatu peralatan yang terpasang dalam sistem penguatan. Eksitasi generator berfungsi sebagai unit / peralatan pengendali tegangan keluaran generator bekerja secara otomatis dalam



arti tanpa campur tangan pihak luar (manusia).

Komponen Sistem Ekstasi untuk membangkitkan medan magnet pada rotor diperlukan arus searah (DC) yang diartikan kekomparan motor yang disebut penguat. Piranti yang berfungsi untuk memasok arus penguat ini disebut eksiter. Pada prinsipnya terdapat dua macam sistem eksitasi brushless dan sistem eksitasi statis arus penguat aliran kekomparan rotor melalui slipring.

Excitation Transformer berfungsi untuk mengambil daya dari output generator untuk digunakan arus penguat pada rotor. Excitation Transformer ini dihubungkan ke AVR.

AVR berfungsi untuk menyearahkan sumber AC 3 fasa dari excitation transformer menjadi DC dan mengendalikan arus penguat tersebut pada generator.

Brush Exciter Komponen Ini berfungsi untuk mentransferkan arus dari AVR ke rotor coil melalui sikat arang. Karena dalam kondisi beroperasi sikat arang bergesek terus menerus dengan slip rings sehingga sikat arang akan terkikis maka diperlukan pergantian sikat arang secara berkala.

Stator Cooling Water air pendingin stator coil berasal dari air demineralisasi yang kemudian ditreatment kembali agar memiliki conductivity yang rendah sekitar $0.1 \mu\text{s/cm}$

Insulated Phase Busduct (IPB) berfungsi untuk menghubungkan terminal generator ke generator transformer, PT/SA dan excitation transformer.

Fungsi AVR antara lain : Mengatur tegangan keluaran generator agar tetap konstan (stabil), Mengatur besarnya daya reaktif, mempertinggi kapasitas pemuatan (Charging Capacity) saluran transmisi tanpa beban dengan mengendalikan eksitasi, menekan kenaikan tegangan pada pembuangan beban (Load Rejection), menaikkan batas daya stabilitas peralihan

Jenis-jenis AVR yang digunakan pada sebuah unit pembangkit dapat dibedakan menjadi 3, antara lain:

AVR type Magnetic Amplifier (penguat magnet), AVR type Static Excitation System (eksitasi static), AVR type Brushless Excitation System (eksitasi tanpa sikat arang).

Pemeliharaan pada peralatan-peralatan AVR dimaksud untuk mengetahui kerusakan secara dini bagian-bagian dan sistem AVR agar dapat menjamin operasi yang aman dari operasi generator. Dengan pemeliharaan yang teratur dapat memberikan suatu masukan, untuk menganalisa dalam mengatasi terjadinya gangguan pada sistem AVR dengan cepat dan tepat. Ada 4 macam pemeriksaan pada AVR:

Pemeliharaan harian dilaksanakan pada bagian pengukuran (parameter) indikator dari sistem pendinginan ruangan AVR (fan motor bagi AVR yang tidak ditempatkan di ruang AC), bila fan tidak operasi agar dioperasikan fan yang menjadi cadangannya, dan lain-lain.

Pemeliharaan mingguan dilaksanakan pada Sistem Slip Rings (bagi yang ada) , Base Adjuster 70E, Voltage Adjuster 90R

Pemeriksaan Unit Stop dapat dilaksanakan pemeliharaan meliputi pada bagian AVR dari panelnya meliputi, item pada pemeliharaan mingguan, pembersihan debu/kotoran pada bagian AVR dan panelnya yang dapat dijangkau oleh vacum cleaner, pemeriksaan sambungan-sambungan terminal kabel atau braid tap pada resistor terhadap yang kendor dan kelainan yang ada.

Pemeliharaan tahunan biasanya dilaksanakan bersamaan pada saat unit di overhold dengan waktu cukup lama. Bagian AVR yang diperlukan meliputi, motor Voltage Adjuster (90R), Panel AVR dan Modul-modul Card , Pemutus penguat (field Breaker Rotating Diode (



Dioda Berputar), Fan Motor Pendingin (Bila Ada), motor di overhaul, exciter dan alat bantu ,Sumber Daya AC dan DC

KESIMPULAN

Berdasarkan hasil pengamatan dan pembahasan yang didapat maka dapat disimpulkan. Generator merupakan komponen atau alat terpenting untuk sistem pembangkit karena dengan generatorlah yang mengubah dari energi gerak (mekanik) menjadi energi listrik (elektrik). Sistem eksitasi adalah sistem pasokan listrik DC sebagai penguatan pada generator listrik atau sebagai pembangkit medan magnet, sehingga suatu generator dapat menghasilkan energi listrik dengan besar tegangan keluaran generator bergantung pada besarnya arus eksitasinya. Dalam generator terdapat system eksitasi yang berfungsi untuk membangkitkan listrik atau mengkonversikan energi mekanik menjadi energi listrik. Didalam proses pembangkitannya, sebuah generator membutuhkan adanya sumber medan magnet. Medan magnet ini dapat diperoleh dari magnet permanen ataupun induksi magnet listrik, dengan cara mengalirkan sumber tegangan searah kedalam kumparan rotornya

SARAN

Perawatan (*maintenance*) harus sering dilakukan agar keandalan dari mesin mejadi lebih baik dan mempunyai kinerja yang optimal.

APD (Alat Pelindung Diri) sangat diperlukan seperti helm proyek, *safety shoes, earplug*, masker, dan pakaian PDL saat ke *local area* karena banyaknya alat- alat berat, debu, dan kebisingan.

Diharapkan agar bisa menjalin komunikasi yang baik dengan pihak institusi kami setelah Praktek Kerja Lapangan (PKL) ini selesai

UCAPAN TERIMA KASIH penulis mengucapkan terima kasih kepada PT. PJB UBJ O&M PLTU REMBANG yang telah berkenan memberikan kesempatan untuk Melaksanakan Praktek Kerja Lapangan di wilayah Jawa Tengah

DAFTAR PUSTAKA

B. Kho, “Jenis-jenis Maintenance (Perawatan) Mesin/Peralatan Kerja,” *April*, vol. 20, p. 2017, 2016.

A. A. MARIO, “OPTIMALISASI PERAWATAN GENERATOR DIKAPAL MT. KAHAYAN PT. PELUMIN,” *KARYA TULIS*, 2019.

H. D. Laksono and A. Febrianda, “Analisa Performansi Tanggapan Tegangan Sistem Eksitasi Generator Terhadap Perubahan Parameter,” *J. Nas. Tek. Elektro*, vol. 4, no. 1, 2015.

N. W. Priambodo, B. B. S. D. A. Harsono, and B. S. Munir, “Root Cause Analysis of Transformer and Generator Stator Failure on Hydropower Plant in Indonesia,” in *2018 10th International Conference on Information Technology and Electrical Engineering (ICITEE)*, 2018, pp. 428–431.

A. Raikhani, M. Ali, and D. Ajiatmo, “Desain Optimal Automatic Voltage Regulator Pada Pembangkit Listrik Mikro Hidro Menggunakan Fuzzy Logic Controller,” *J. Intake J. Penelit. Ilmu Tek. dan Terap.*, vol. 7, no. 1, pp. 30–39, 2016.

A. Nurdin, A. Azis, and R. A. Rozal, “Peranan Automatic Voltage Regulator Sebagai Pengendali Tegangan Generator Sinkron,” *J. Ampere*, vol. 3, no. 1, pp.163–176, 2018.



M. Tartibi and A. Domijan, “Optimizing ac-exciter design,” *IEEE Trans. energyConvers.*, vol. 11, no. 1, pp. 16–24, 1996.

J. E. Rucker, J. L. Kirtley, and T. J. McCoy, “Design and analysis of a permanentmagnet generator for naval applications,” in *IEEE Electric Ship Technologies Symposium, 2005.*, 2005, pp. 451–458.