

STUDI TENTANG PENGARUH COOLING WATER TERHADAP KINERJA GENERATOR PADA GT 2.1 DI PLN NUSANTARA POWER UPDK BELAWAN

STUDY ON THE EFFECT OF COOLING WATER ON GENERATOR PERFORMANCE AT GT 2.1 AT PLN NUSANTARA POWER UPDK BELAWAN

Oleh :

Haksa Fadilman Sinambela, Samudra Padang

Program Studi Teknik Listrik

Politeknik Negeri Medan

Jl. Almamater, No. 1, Padang Bulan, Medan Baru, Medan, Sumatera Utara 20155

samudrapadang21@gmail.com

Abstract

The generator in GT 2.1 has a function, namely that the generator must remove it First by circulating air flow in a closed cooling system and changing the heat that Has accumulated with the water cooling system, as an air or water heat exchanger, Then the cooling water is pumped into the air conditioner and the heat generated Generated will be discharged into the atmosphere. This air conditioner is a Mechanical draft type cooler. In this case the UPDK Belawan GT 2.1 generator Requires media to remove the heat that arises in the generator which uses air and Water cooling media. The purpose of this study is to analyze the working principle Of the generator and the losses in it, the working principle of cooling water and its Components and the effect of cooling water on generator losses. This research uses A quantitative method, in which researchers will collect data and process data. Synchronous generators will work based on a voltage source that will supply direct Current to the field coil which will cause flux. The rotation of the rotor will rotate The magnetic field generated by the field coil. The rotating field generated by the Rotor will be induced in the anchor coil so that the magnetic flux occurs in the Anchor coil which varies and will cause an induced emf in the coil ends. Cooling Water functions to maintain the air circulation around the generator so that the coil On the generator can maintain a stable or stable temperature and not exceed what Is allowed. The existence of a cooling water cooling system will minimize powerb Losses in the generator. The lower the temperature in the cooling water cooling, the Smaller the power losses generated.

Keywords: Cooling Water, Generator, Loss, Temperature

Abstrak

Generator pada GT 2.1 yang memiliki fungsi yaitu generator harus didinginkan terlebih dahulu dengan cara mengalirkan aliran udara dalam sistem pendingin tertutup serta menukar panas yang sudah terakumulasi dengan sistem pendingin air, Sebagai penukar panas udara ataupun air, maka air pendingin dipompa ke pendingin Udara serta panas yang dihasilkan akan dibuang ke atmosfer. Pendingin udara ini Adalah pendingin jenis draft mekanis. Dalam hal tersebut generator GT 2.1 UPDK Belawan membutuhkan media untuk mengeluarkan panas yang timbul di dalam Generator yang menggunakan media pendingin udara dan air. Tujuan dari penelitian Ini yaitu untuk menganalisa prinsip kerja generator serta rugi-rugi didalamnya, Prinsip kerja cooling water dan komponen-komponennya dan pengaruh cooling Water terhadap kinerja generator. Penelitian ini menggunakan metode kuantitatif, Yang dimana peneliti akan melakukan pengumpulan data dan pengolahan data. Generator sinkron akan bekerja berdasarkan sumber tegangan akan mensuplai arus Searah ke kumparan medan yang akan menimbulkan fluks. Perputaran rotor akan Memutar medan magnet yang dihasilkan kumparan medan. Medan putar yang Dihasilkan rotor akan diinduksikan pada kumparan jangkar sehingga kumparan Jangkar terjadi fluks magnetik yang berubah-ubah dan akan menimbulkan ggl Induksi pada ujung-ujung kumparan. Cooling water berfungsi untuk menjaga temperatur udara sekitar generator sehingga kumparan pada generator dapat terjaga temperaturnya atau stabil serta tidak melebihi yang diperbolehkan.

Kata Kunci: Cooling Water, Generator, Rugi, Suhu

1. PENDAHULUAN

Listrik merupakan kebutuhan yang sangat penting pada zaman sekarang, selama beberapa tahun ini kebutuhan listrik di Indonesia sangatlah meningkat. Baik untuk kebutuhan rumah tangga maupun industri dan diperkirakan masih akan terus meningkat hingga beberapa tahun kedepan. Untuk mengatasi permintaan listrik tersebut, pemerintah perlu meningkatkan pemasokan listrik guna memacu pertumbuhan ekonomi. Sehubungan dengan hal ini, banyak sarana kelistrikan seperti pembangkit, transmisi dan distribusi yang sedang dibangun. PLTGU adalah pembangkit listrik yang mengubah energi panas dari pembakaran bahan bakar dan udara menjadi energi listrik yang berguna. Ini adalah penggabungan antara PLTG dan PLTU. PLTU memanfaatkan panas dan uap dari gas buang PLTG untuk memanaskan air di HRSG (Heat Recovery Steam Generator), menghasilkan uap kering. Uap ini digunakan untuk memutar baling-baling. Gas dari ruang bakar PLTG menggerakkan turbin dan generator, menghasilkan energi listrik. Bahan bakar PLTG bisa berbentuk cair atau gas, mempengaruhi efisiensi pembakaran dan prosesnya. PLTGU merupakan solusi penting untuk memenuhi kebutuhan listrik dengan efisiensi tinggi.

Generator GT 2.1 di UPGK Belawan harus didinginkan dengan aliran udara dan air dalam sistem pendingin tertutup. Pompa air pendingin beroperasi secara permanen dan membuang panas ke atmosfer. Ini adalah pendingin draft mekanis. Dalam kasus korsleting listrik, terjadi pergantian otomatis ke pompa air standby. Komponen media pendingin termasuk hydrogen, udara, dan air. GT 2.1 membutuhkan media ini untuk menghilangkan panas yang dihasilkan, menggunakan pendingin udara dan air.

Berdasarkan uraian diatas, Pembahasan lebih lanjut sehingga dapat diketahui bagaimana pengaruh dari sistem Pendingin terhadap kinerja generator. Pengambilan data dilakukan pada Pembangkit Listrik Tenaga Gas dan Uap (PLTGU) Belawan yang Beralamatkan di Jl. Pulau Sicanang, Belawan-Medan. Data yang diambil Mencakup data harian atas kinerja PLTGU UPGK Belawan.

2. TINJAUAN TEORITIS

Generator adalah komponen kunci dalam sistem pembangkit listrik, bertanggung jawab untuk mengubah energi mekanik menjadi energi listrik. Namun, selama operasinya, generator menghasilkan panas akibat berbagai rugi, seperti rugi tembaga dalam gulungan stator dan rotor. Panas berlebih dapat merusak komponen generator dan mengurangi efisiensinya. Oleh karena itu, sistem pendinginan diperlukan untuk menjaga suhu generator dalam batas yang aman. Sistem pendinginan generator memiliki peran krusial dalam menjaga kinerja generator. Ini memungkinkan generator untuk beroperasi pada suhu yang optimal, mencegah overheating, dan memastikan efisiensi yang tinggi.

Salah satu cara kerja sistem pendinginan ini adalah dengan mengatasi rugi tembaga, yang merupakan salah satu penyebab utama panas dalam generator.

Rugi tembaga terjadi karena resistansi tembaga pada gulungan stator dan rotor generator. Selama aliran arus listrik, resistansi ini menghasilkan panas. Semakin tinggi arus listrik atau resistansi tembaga, semakin besar panas yang dihasilkan. Oleh karena itu, pemilihan material yang baik, desain gulungan yang optimal, penggunaan isolasi yang efektif, dan perawatan yang berkala sangat penting untuk mengurangi rugi tembaga dan menjaga kinerja generator. Selain rugi tembaga, faktor lain yang memengaruhi kinerja generator adalah suhu operasional. Generator harus beroperasi pada suhu yang aman agar komponen-komponennya tidak mengalami kerusakan. Suhu yang terlalu tinggi dapat mengakibatkan perubahan struktural pada material isolasi dan bahkan merusak gulungan.

Sistem pendinginan dalam generator memiliki beberapa metode yang berbeda, tergantung pada ukuran dan jenis generator yang digunakan. Salah satu metode yang umum digunakan adalah menggunakan air sebagai media pendingin. Air adalah media pendingin yang efisien karena memiliki kapasitas perpindahan panas yang tinggi. Namun, penggunaan air dalam sistem pendinginan juga memiliki tantangan tersendiri, seperti perlunya pengendalian kimia air dan risiko kebocoran air. Selain air, media pendingin lain yang umum digunakan adalah udara dan hidrogen. Udara digunakan dalam sistem pendinginan udara-udara, di mana udara sirkulasi di sekitar generator untuk mendinginkannya. Udara ini kemudian didinginkan menggunakan air sebelum kembali ke generator. Sistem ini relatif sederhana dan efisien.

Sementara itu, hidrogen digunakan dalam generator dengan kapasitas besar. Hidrogen memiliki keuntungan seperti efisiensi dalam pembebanan, perpindahan panas yang baik, umur mesin yang lebih lama, dan tingkat kebisingan yang rendah. Namun, penggunaan hidrogen juga melibatkan risiko bahaya ledakan saat hidrogen bercampur dengan udara, sehingga memerlukan peralatan khusus untuk mengatasi risiko tersebut.

Penting untuk memilih media pendingin yang sesuai dengan kebutuhan generator dan memastikan bahwa sistem pendinginan beroperasi dengan efisien dan aman. Konfigurasi dan spesifikasi sistem pendinginan dapat bervariasi tergantung pada jenis dan ukuran generator, serta lingkungan operasionalnya.

Selain memilih media pendingin yang tepat, perawatan rutin sistem pendinginan juga sangat penting. Ini mencakup pembersihan filter, pemeriksaan pompa, perawatan pipa, dan komponen lainnya.

Perawatan yang baik akan membantu menjaga kinerja generator dalam kondisi optimal dan mencegah kerusakan yang dapat mengganggu operasional pembangkit listrik.

Dalam konteks pembangkit listrik, generator sinkron adalah salah satu jenis generator yang umum digunakan. Generator sinkron mengubah energi mekanik menjadi energi listrik melalui prinsip induksi elektromagnetik. Prinsip kerjanya didasarkan pada hukum Faraday, yang menyatakan bahwa perubahan jumlah garis gaya magnetik yang melintasi kumparan akan menghasilkan gaya gerak listrik di dalamnya.

Generator sinkron terdiri dari dua komponen utama: stator (bagian diam) dan rotor (bagian berputar). Stator terdiri dari rangka stator, inti stator dengan alur dan gigi untuk kumparan stator, dan kumparan stator yang menghasilkan gaya gerak listrik. Rotor memiliki slip ring, kumparan rotor (kumparan medan), poros rotor, dan inti rotor.

Kinerja generator sinkron dapat diukur berdasarkan beberapa parameter, termasuk tegangan terminal, arus beban, dan faktor daya. Efisiensi generator sinkron adalah perbandingan daya keluaran dengan daya masukan. Dalam operasinya, generator sinkron mengalami beberapa jenis rugi, termasuk rugi tembaga atau rugi listrik, rugi inti (akibat histeresis dan arus eddy), rugi mekanik, dan rugi beban hilang.

Rugi tembaga stator dan rotor terkait dengan tahanan dan reaktansi jangkar serta medan magnet. Rugi inti terjadi akibat perubahan fluks magnetik dalam inti besi. Rugi mekanik terkait dengan efek mekanis, seperti gesekan dalam poros generator. Rugi beban hilang biasanya diambil sebagai persentase kecil dari beban penuh.

Dalam menjaga kinerja generator sinkron, perawatan rutin dan pemantauan sangat penting. Ini melibatkan pemeriksaan berkala terhadap kondisi fisik generator, periksa slip ring, pemantauan suhu, dan pengujian tegangan serta arus. Pemeliharaan yang baik akan membantu menjaga kinerja optimal generator sinkron dan memastikan kelangsungan operasi sistem pembangkit listrik.

Selain sistem pendinginan dan perawatan rutin, pemilihan media pendingin juga memengaruhi kinerja generator sinkron. Beberapa generator sinkron menggunakan air sebagai media pendingin, sementara yang lain menggunakan udara atau bahkan hidrogen, tergantung pada kebutuhan dan kapasitasnya.

3. METODE PENELITIAN

Metode penelitian yang digunakan dijelaskan tentang pendekatan apa yang digunakan, data yang digunakan, cara pengumpulan data, dan cara analisis data.

1.1. Tempat Penelitian

Penelitian ini menggunakan metode kuantitatif dengan pengumpulan data di PT PLN Nusantara Power UPDK Belawan dari 9 Januari hingga 17 Februari 2023. Data dikumpulkan pada tanggal 15-16 Februari 2023 di alamat Jalan Pulau Sicanang No. 1 Belawan. Pengolahan data dilakukan secara manual.

1.2. Alat peralatan

Dalam operasi sistem pendingin GT 2.1, peralatan yang digunakan meliputi tangki air pendingin tertutup, pompa air pendingin tertutup, kipas pendingin air tertutup, penukar panas air pendingin tertutup, serta katup (valve). Bahan yang digunakan mencakup air demineralisasi dan udara.

1.3. Prosedur Penelitian

Prosedur penelitian melibatkan observasi langsung di lapangan, studi literatur, dan diskusi dengan pegawai terkait. Observasi digunakan untuk mengumpulkan data langsung, studi literatur untuk mendukung analisis, dan diskusi untuk interaksi dengan pegawai yang berkompeten dalam penelitian ini.

1.4. Metode Pengolahan Data

Adapun data yang didapatkan diperoleh dari name plate dan data operasional generator pada PT PLN Nusantara Power UPDK Belawan. Kemudian dilakukan penganalisaan terhadap data yang ada untuk mendapatkan hasil pengaruh cooling water terhadap kinerja generator.

1.4.1. Data Lokasi

Unit : UPDK BELAWAN

Lokasi : PLTGU BLOK 2

1.4.2. Data Teknis

Data teknis cooling water pump generator circulation water pump adalah sebagai berikut:

1. Jumlah cooling water pump
2. Nomor cooling water pump : 2: 1
3. Tipe : MPR 11 AP OO1
4. Tahun Produksi : 1992
5. Kapasitas Pompa : 83,5 m³/s
6. Jumlah Putaran : 455 1/m
7. Head Pump : 23,6 m
8. Tekanan : 1,8-2 bar
9. Temperatur : < 60 °C
10. Tekanan before close cooling water pump : ± 2 bar
11. Temperatur before close cooling water pump : ± 32 °C
12. Tekanan after close cooling water pump : ± 3 bar
13. Temperatur before circulation water inlet temperature : ± 32 °C
14. Temperatur after circulation water inlet temperature : ± 37-40 °C
15. Tekanan inside generator coolers : ± 2,5 bar
16. Tekanan after generator coolers : ± 2 bar
17. Normal level head tank : > 200 mm ; < 560 mm

1.5. Langkah Pelaksanaan Penelitian

Langkah pelaksanaan pekerjaan dimulai dengan persiapan pengoperasian yang mencakup penggunaan APD seperti wear pack, helm, sepatu keselamatan, dan masker. Metode pengoperasian sistem air pendingin GT 2.1 melibatkan beberapa tahap, termasuk memeriksa level head tank, mengatur katup, memastikan kipas cooling tower siap, dan berkoordinasi dengan operator. Selama pengoperasian, perlu memantau vibrasi, kebocoran pipa, dan perubahan suhu sistem pendingin untuk memastikan kinerja yang baik. Sistem pendingin penting untuk menjaga temperatur generator agar tidak terlalu panas, yang dapat merusaknya.

1.6. Pengambilan Data

Data yang diambil dalam penyelesaian laporan akhir ini menggunakan data yang diperoleh dari PT PLN Nusantara Power UPDK Belawan. Berikut data- data yang penulis peroleh :

1. Kapasitas generator : 162,75 MVA
2. Tegangan generator : 10,5 kV
3. Arus generator : 8.949 A
4. Tegangan penguat/medan : 421 V
5. Arus penguat/medan : 928 A
6. Faktor daya : 0,8

4. HASIL DAN PEMBAHASAN

Dengan adanya sistem pendingin cooling water dapat mempengaruhi kinerja pada generator. Sistem pendingin cooling water yang baik dapat mengakibatkan kinerja generator ataupun daya yang keluar pada generator semakin baik. Sistem pendingin ini dapat memperkecil rugi-rugi daya pada generator.

Pendinginan memiliki peran yang penting dalam menjaga kinerja generator pada tingkat yang optimal. Selama proses ini, terjadi peningkatan suhu pada berbagai komponen generator karena adanya resistansi, perpindahan panas, dan fenomena fisika lainnya.

Pentingnya pendinginan dalam kinerja generator meliputi beberapa aspek :

1. Mengurangi keausan dan kerusakan: Ketika generator beroperasi pada suhu tinggi secara berlebihan, komponen internalnya, seperti kumparan, inti besi, dan stator, dapat mengalami deformasi, keausan, dan bahkan kerusakan permanen. Pendinginan membantu mengurangi risiko ini dan memperpanjang umur operasional generator.
2. Meningkatkan efisiensi: Generator yang terlalu panas akan mengalami penurunan efisiensi konversi energi mekanik menjadi energi listrik. Dengan menjaga suhu optimal, generator dapat beroperasi lebih efisien dan menghasilkan lebih banyak energi dengan biaya yang lebih rendah.
3. Meningkatkan kapasitas beban: Dengan pendinginan yang efektif, generator dapat menangani beban lebih berat tanpa risiko overheat. Ini memungkinkan generator untuk berfungsi secara stabil dalam kondisi beban tinggi atau saat digunakan sebagai sumber cadangan dalam sistem daya.
4. Mengurangi kebisingan: Suhu yang berlebihan juga dapat menyebabkan ekspansi termal yang menyebabkan getaran dan kebisingan yang tidak diinginkan. Pendinginan yang tepat dapat membantu mengurangi kebisingan dan potensi masalah akustik.

Metode pendinginan yang umum digunakan pada generator listrik meliputi:

1. Pendinginan udara (air cooling): Pendinginan udara melibatkan penggunaan kipas atau sirip-sirip pendingin untuk mengalirkan udara melalui komponen generator untuk menyerap panas berlebih dan membawanya keluar dari sistem.
2. Pendinginan air (water cooling): Dalam pendinginan air, air digunakan sebagai media untuk mengalirkan panas dari komponen generator. Air kemudian didinginkan kembali melalui sistem sirkulasi yang menggunakan pompa dan radiator.
3. Pendinginan minyak (oil cooling): Minyak digunakan sebagai medium pendinginan yang efisien karena memiliki kapasitas panas yang tinggi. Minyak mengalir melalui komponen yang memerlukan pendinginan dan kemudian dialirkan melalui pertukaran panas untuk mendinginkan kembali.

Setiap jenis generator dan aplikasi mungkin memerlukan metode pendinginan yang berbeda sesuai dengan kebutuhan dan lingkungan operasionalnya. Dalam banyak kasus, kombinasi dari metode-metode ini juga digunakan untuk mencapai kinerja yang optimal.

5. PENUTUP

5.1. Kesimpulan

Berdasarkan dari penelitian yang dilakukan maka dapat diperoleh beberapa kesimpulan yaitu :

1. Ketika suhu pendingin rendah maka efisiensi pada generator tinggi, sedangkan suhu pendingin tinggi maka efisiensi pada generator rendah.
2. Dalam proses menghasilkan listrik, generator juga menghasilkan panas yang dapat menurunkan kinerja generator itu sendiri. Jika panas berkelanjutan, maka dapat menyebabkan isolator terbakar. Sehingga diperlukan adanya pendingin untuk mengurangi panas pada generator.
3. Sistem air pendingin GT 2.1 atau cooling water system berfungsi untuk menyediakan air pendingin yang bersih dengan temperatur rendah untuk keperluan pendinginan peralatan utama dan peralatan bantu turbin gas.

5.2. Saran

Adapun saran yang dapat penulis berikan adalah sebagai berikut:

1. Kerja dari cooling water sangat dibutuhkan dalam pendinginan dan diharapkan dapat bekerja terus menerus sehingga dapat menjaga temperatur kumparan agar tidak melebihi batas yang diizinkan.
2. Perlu dilakukan perhitungan kembali untuk memaksimalkan hasil analisa secara lebih detail.
3. Untuk kedepannya diharapkan lebih banyak referensi dalam perhitungan data untuk digunakan sebagai referensi pembandingan.

DAFTAR PUSTAKA

- Ananda, Muhammad Fajar Keke Rizki. “Unjuk Kerja Cooling Fan Terhadap Temperatur Air Untuk Meningkatkan Kinerja Generator Di PT PLN (Persero) PLTG Paya Pasir.” Jurnal Ilmiah Mahasiswa Teknik [JIMT] 2.6 (2022).
- Anam, Chairul. Studi Pola Sebaran Panas Air Pendingin di PT. Pembangkitan Jawa-Bali Unit Pembangkit Gresik (PT. PJB UP Gresik). Diss. Institut Teknologi Sepuluh Nopember, 2015.
- Samola, G. J., Patras, L. S., & Mangindaan, G. M. C. (2022). Analisa Sistem Pendingin Berdasarkan Besar Daya Listrik Yang Di Bangkikan Pada PLTP Lahendong.
- Siemens, Generator Forced Cooling Sistem, PLTGU PT PLN (Persero) Sektor Pembangkitan Belawan., 2018.
- Tri, Kholistianingsih, dan Pingit. 2014. Pembangkit Tenaga Listrik. Yogyakarta:Graha Ilmu.
- Ilmu Teknologi dan Industri. 2016. Pengertian, Sejarah, Komponen dan Cara Kerja Turbin Gas.
- Daryanto. 2010. Keterampilan Kejuruan Teknik Listrik.Bandung: PT Sarana Tutorial Nurani Sejahtera.