

ANALISIS PERHITUNGAN EFISIENSI TURBIN DAN GENERATOR DI PLTA WADASLINTANG

Yafrisal Fitrah Sertiandi¹, Ramadoni Syahputra², Anna Nur Nazilah³

^{1,2,3}Department of Electrical Engineering, Universitas Muhammadiyah Yogyakarta
Jl Lingkar Selatan Tamantirto Kasihan Bantul, (0274)387656

*Corresponding author, e-mail : yafrisalfitrahsertiandi@gmail.com

Intisari - PLTA Wadaslintang merupakan pembangkit listrik tenaga air dengan kemampuan produksi listrik sebanyak 2 X 9 MW dan memproduksi 92 juta KWH setiap tahunnya. Pada turbin dan generator masing-masing mempunyai banyak permasalahan termasuk permasalahan tentang efisiensi turbin dan generator. Efisiensi turbin merupakan unjuk kerja suatu mesin turbin untuk menghasilkan suatu daya dimana perbandingan yang dihasilkan dengan kinerja mesin turbin. Efisiensi generator adalah perbandingan daya keluaran atau daya masukan generator. Pada tabel perhitungan efisiensi dapat disimpulkan bahwa turbin bekerja baik dan secara optimal. Dikarenakan nilai efisiensi turbin tidak kurang dari 50%. Nilai daya turbin turun karena pada nilai elevasi intake rendah, begitupun sebaliknya. Hari pertama efisiensi generator yang didapatkan dari hasil perhitungan adalah 89,77%, hari kedua 89,77%, hari ketiga 91,02%, hari keempat 91,25%, dan hari kelima 91,59%. perbandingan efisiensi hari pertama, kedua, ketiga, keempat, dan kelima adalah pada beban. hal ini dikarenakan pada beban mengalami perubahan nilai arus setiap harinya. Sehingga pada beban mengalami perubahan. Perubahan beban tersebut merupakan suatu realitas dalam batas wajar. Dari kondisi itu dapat disimpulkan bahwa efisiensi turbin dan generator sinkron di PLTA Wadaslintang berada dalam kondisi baik dan bekerja secara optimal.

Kata kunci: Efisiensi Turbin, Efisiensi Generator, Turbin, Generator Sinkron

I. Pendahuluan

Tenaga listrik merupakan salah satu energi yang sangat dibutuhkan oleh masyarakat di dunia. Seiring dengan perkembangan teknologi yang sangat meningkat, tingkat kebutuhan tenaga listrik setiap hari juga semakin meningkat dalam setiap aktivitas manusia dan industri. Tenaga listrik yang dibutuhkan oleh konsumen setiap harinya tidak tetap. Hal ini akan menyebabkan beban yang diterima oleh turbin dan generator akan berubah (tidak tetap) sehingga akan mempengaruhi sistem ketenaga listrikannya sendiri.

Turbin air adalah alat untuk mengubah energi potensial air menjadi

energi mekanik dan kemudian dirubah menjadi energi listrik oleh generator. Daya masukan generator berupa daya mekanik sedangkan untuk daya keluaran generator berupa daya listrik. Efisiensi generator merupakan perbandingan antara daya keluaran atau daya yang dibangkitkan generator dengan daya masukan generator. Daya masukan generator sama dengan gaya yang dihasilkan oleh turbin karena turbin dan generator dikopel dan bekerja sama. Untuk menghitung efisiensi generator adalah dengan membandingkan daya keluaran generator dan daya masukan generator, dimana daya masukan generator sama dengan daya yang dihasilkan turbin.

Pada turbin dan generator masing-masing mempunyai banyak permasalahan termasuk permasalahan tentang efisiensi turbin dan generator. Gangguan pada efisiensi turbin dan generator dapat berakibat fatal pada turbin dan generator serta menyebabkan generator tidak bekerja secara optimal dan sistem kelistrikan konsumen juga akan padam.

Karena hal tersebut dibahas analisis perhitungan efisiensi turbin dan generator yang diterapkan di PLTA Wadaslintang. Dengan menghitung efisiensi turbin dan generator, maka dapat diketahui turbin dan generator bekerja secara optimal atau kurang optimal.

II. Tinjauan Pustaka

2.1 Generator

Generator adalah suatu alat yang dapat mengubah energi mekanik menjadi energi listrik. Energi mekanik bisa berasal dari panas, uap, dan air. Energi listrik yang dihasilkan oleh generator bisa berupa listrik AC maupun DC. Hal tersebut tergantung rancangan generator yang dipakai oleh pembangkit tenaga listrik. generator bekerja berdasarkan hukum *faraday*. Apabila suatu penghantar diputar dalam sebuah medan magnet sehingga dapat memotong garis-garis gaya magnet, maka pada ujung penghantar akan menimbulkan GGL (Gaya Gerak Listrik).

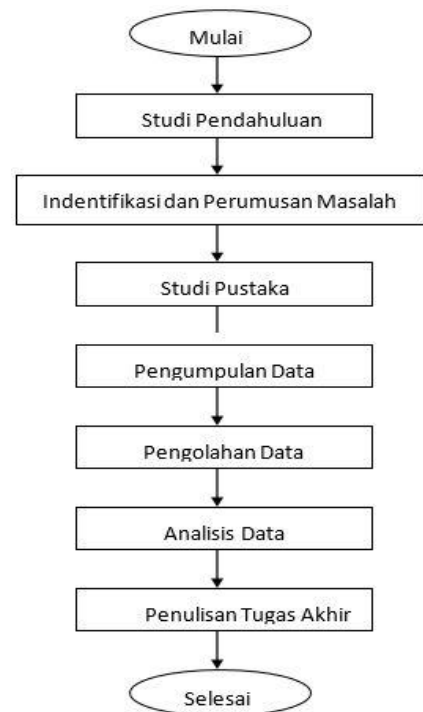
2.2 Turbin Air

Turbin air adalah alat untuk mengubah energi potensial air menjadi energi mekanik dan kemudian dirubah menjadi energi listrik oleh generator. Turbin air

merupakan peralatan utama di pembangkit listrik tenaga air (PLTA) selain generator.

III. Metode Penelitian

Dalam penulisan tugas akhir, penulis menggunakan metode penelitian mengikuti alur *flowchart* sebagai berikut:



1. Studi pendahuluan merupakan tahap awal metode penulisan. Pada tahap ini dilakukan perijinan pengambilan data terkait efisiensi turbin dan generator, data-data yang diambil adalah data real di PLTA Wadaslintang.
2. Mengidentifikasi perumusan masalah, pada tahap ini penelitian merumuskan permasalahan yaitu bagaimana hasil setelah menghitung efisiensi turbin dan generator di PLTA Wadaslintang, solusi untuk permasalahan tersebut

dengan melakukan perhitungan menggunakan rumus efisiensi turbin dan generator.

3. Untuk mendukung penulisan tugas akhir perlu dilakukan studi pustaka untuk mencari landasan teori dan metode untuk melengkapi penulisan tugas akhir.
4. Pengumpulan data ini dilakukan dengan cara melakukan pengamatan di PLTA Wadaslintang dan melakukan wawancara dengan pembimbing lapangan dan beberapa karyawan.
5. Pengolahan data ini menentukan hasil analisis perhitungan efisiensi turbin dan generator dengan cara melakukan pengamatan dan melakukan perhitungan.
6. Dari hasil perhitungan efisiensi turbin dan generator akan mendapatkan hasil yang menunjukkan apakah turbin dan generator tersebut sudah efisien. Hasil pengamatan akan diperjelas menggunakan rumus perhitungan efisiensi dan dibuat berdasarkan data-data real yang diperoleh di Wadaslintang.
7. Setelah selesai melakukan pengolahan data dan analisis data maka langkah selanjutnya adalah penulisan tugas akhir sesuai dengan aturan yang baku dan penulisan sesuai dengan tata cara yang berlaku.
8. Selesai

IV. Hasil dan Pembahasan

4.1 Perhitungan Efisiensi Turbin

Berdasarkan data yang diperoleh untuk perhitungan efisiensi turbin maka dapat dilakukan sebagai berikut:

Perhitungan efisiensi turbin hari ke-1:

$$P_t: 8254.60 \text{ kW} = 8254600 \text{ watt}$$

$$\rho: 1000 \text{ kg/m}^3$$

$$g: 9.8 \text{ m/s}^2$$

$$Q: 8.85 \text{ m}^3/\text{s}$$

$$H: 180.77 - 84.75 = 96.02 \text{ mdpl}$$

$$(\eta_T) = \frac{P_t}{\rho \cdot g \cdot Q \cdot H} \times 100\%$$

=

$$\frac{8254600 \text{ watt}}{1000 \text{ kg/m}^3 \cdot 9.8 \text{ m/s}^2 \cdot 8.85 \text{ m}^3/\text{s} \cdot 96.02 \text{ mdpl}} \times 100\%$$

$$= \frac{8254600 \text{ watt}}{1000 \cdot 9.8 \cdot 8.85 \cdot 96.02} \times 100\%$$

$$= \frac{8254600 \text{ watt}}{8327814.6} \times 100\%$$

$$= 0.9912084258$$

$$(\eta_T) = 99.12\%$$

Pada hasil perhitungan diatas dapat dilihat pada tabel tersebut bahwa unjuk kerja mesin turbin dalam keadaan baik dan optimal karena nilai efisiensi turbin melebihi dari 50%. Apabila nilai efisiensi kurang dari 50% maka unjuk kerja mesin turbin dalam keadaan tidak baik dan belum optimal. Hari pertama efisiensi turbin yang didapatkan dari hasil perhitungan adalah 99.12%. pada hari kedua turun efisiensinya menjadi 98.89%. perbandingan efisiensi

hari pertama dan hari kedua adalah 0.23%. Perbandingan tersebut disebabkan karena elevasi intake dan daya turbin mengalami penurunan nilai setiap harinya. Daya turbin berbanding lurus dengan elevasi intake. Hal ini dapat dilihat ketika elevasi intake tinggi daya turbin juga tinggi begitupun juga sebaliknya ketika elevasi intake rendah maka daya turbin juga rendah. Turunnya elevasi intake dipengaruhi oleh tekanan/pressure. Apabila tekanan tinggi maka elevasi intake tinggi begitupun sebaliknya. *factor* air yang mulai berkurang bisa menyebabkan elevasi intake rendah dikarenakan musim kemarau.

4.3 Perhitungan Efisiensi Generator

Berdasarkan data yang diperoleh untuk perhitungan efisiensi generator maka dapat dilakukan sebagai berikut:

Perhitungan daya aktual generator hari ke-1:

$$V: 6300 \text{ Volt} = 6,3 \text{ KV}$$

$$I: 815 \text{ Ampere}$$

$$\varphi: 0,9$$

$$P_{actual} = \sqrt{3} \times V \times I \times \cos \Phi$$

$$= 1,73 \times 6,3 \times 815 \times 0,9$$

$$= 7,9 \text{ MW}$$

Perhitungan efisiensi generator hari ke-1:

$$P: 8,8 \text{ MW}$$

$$P_{actual}: 7,9 \text{ MW}$$

$$\eta_{gen} = \frac{P_{actual}}{P} \times 100\%$$

$$= \frac{7,9}{8,8} \times 100\%$$

$$= 89,77\%$$

Pada hasil perhitungan diatas dapat dilihat pada tabel tersebut bahwa unjuk kerja generator dalam keadaan sangat baik dan optimal karena nilai efisiensi generator melebihi dari 50%. Apabila nilai efisiensi kurang dari 50% maka unjuk kerja generator dalam keadaan tidak baik dan belum optimal. Hari pertama efisiensi generator yang didapatkan dari hasil perhitungan adalah 89,77%, hari kedua 89,77%, hari ketiga 91,02%, hari keempat 91,25%, dan hari kelima 91,59%. perbandingan efisiensi hari pertama, kedua, ketiga, keempat, dan kelima adalah pada beban. hal ini dikarenakan pada beban mengalami perubahan nilai arus setiap harinya. Sehingga pada beban mengalami perubahan. Perubahan beban tersebut merupakan suatu realitas dalam batas wajar. Tegangan stabil 6,3 kv karena dijaga otomatis oleh AVR. Sedangkan frekuensi stabil karena putaran kecepatan generator dipengaruhi oleh air yang memutar turbin. Bila tekanan dan debit air tinggi maka torsi yang dihasilkan semakin besar dan begitupun sebaliknya. Daya aktual adalah daya yang dihasilkan generator sedangkan daya nominal adalah daya standar dari generator itu sendiri. Penurunan efisiensi generator bisa disebabkan oleh beberapa faktor diantaranya sudah melemahnya kemampuan kerja generator maupun meningkatnya rugi-rugi yang ada pada generator. Pada buku *Electric Machinery Fundamentals, S.J. Chapman* dijelaskan bahwa rugi-rugi generator meliputi rugi-rugi panas pada kumparan (*winding*) dan rugi-rugi pada inti generator (*core*), serta rugi-rugi mekanik akibat gesekan terhadap udara pada saat berputar. Nilai efisiensi generator bisa melebihi dari 50%

karena pada generator tidak terdapat rugi-rugi tersebut.

5 Penutup

Dari hasil analisis dapat disimpulkan sebagai berikut :

1. Analisis yang telah dilakukan menyatakan bahwa nilai efisiensi turbin turun setiap harinya. Dikarenakan elevasi intake dan daya turbin mengalami penurunan nilai setiap harinya.
2. Berdasarkan analisis yang telah dilakukan menyatakan bahwa daya turbin berbanding lurus dengan elevasi intake. Hal ini dapat dilihat ketika daya turbin tinggi elevasi intake tinggi begitupun sebaliknya ketika daya turbin rendah elevasi intake rendah.
3. Turunnya elevasi intake dikarenakan pada tekanan/pressure rendah. Apabila tekanan pada pressure tinggi maka elevasi intake akan tinggi.
4. Pada hasil perhitungan efisiensi generator menyatakan bahwa nilai efisiensi generator naik ketika beban pada daya generator tetap. Akan tetapi ketika beban turun maka nilai efisiensi generator akan turun. Penurunan efisiensi generator bisa disebabkan oleh beberapa faktor diantaranya sudah melemahnya kemampuan kerja generator maupun meningkatnya rugi-rugi yang ada pada generator.
5. Efisiensi turbin dan generator pada PLTA Wadaslintang dapat dikatakan berada dalam kondisi yang baik, hal ini dikarenakan nilai efisiensi turbin dan generator tidak kurang dari 50%.

Daftar Pustaka

- Anonim. (2016). *Pemeliharaan Listrik Pembangkit*. Perusahaan Listrik Negara.
- Anonim. (2017). *Pengoperasian Generator Dan Sistem Kelistrikan Pembangkit*. Perusahaan Listrik Negara.
- Basofi. (2014). *Studi Pengaruh Arus Eksitasi Pada Generator Sinkron Yang Bekerja Paralel Terhadap Perubahan Faktor Daya*. Medan: Universitas Sumatera Utara
- Chapman, Stephen J, (2001) “*Electric Machinery Fundamentals*”, 4rd Edition, Mc Graw – Hill Book Company, Australia, 2004..
- Dwi Cahyadi (2015) *Analisa Perhitungan Efisiensi Turbine Generator QFSN-300-2-20B UNIT 10 DAN 20 PT. PJB UBJOM PLTU REMBANG*. Semarang: Teknik Elektro Universitas Diponegoro.
- Kurniawan, Aditya (2015). *Analisa Pengaruh Arus Eksitasi Generator Terhadap Pembebanan Pada PLTA Cirata Unit 2*. Bandung: Politeknik Negeri Bandung.
- Muliawan, Arief. (2016). *Analisis Daya Dan Efisiensi Turbin Air Kinetis Akibat Perubahan Putaran Runner*. Jurnal Of Saintek. Teknik Elektro Sekolah Tinggi Teknologi Bontang.
- Pane, Ennopati (2009). *Studi Sistem Eksitasi Dengan Menggunakan Permanent Magnet Generator (Aplikasi Pada Generator Sinkron Di PLTD PT. Manunggal*

Wiratama). Medan: Universitas Sumatera Utara.

Rajagukguk, Buhari Tongam (2009). *Studi Pengaturan Arus Eksitasi Terhadap Arus Jangkar Dan Faktor Daya Pada Motor Sinkron 3 Fasa*. Medan: Universitas Sumatera Utara.

Ramdhani, Mohammad (2008). *Rangkaian Listrik*. Jakarta: Erlangga

Rohiqin Macktum (2011) *Kajian Efisiensi Daya Pembangkit Listrik Tenaga Mikrohidro Dengan Turbin Pelton*. Jember: Universitas Jember

Ujiyanto, Tri. *Perhitungan Efisiensi Pada Turbin Generator 51gl Kondisi Ekstraksi Di Utilities Section Area 50 PT Pertamina RU IV Cilacap*, UNDIP: Makalah Kerja Praktek.