

## ANALISIS UNJUK KERJA TURBIN AIR PADA PUSAT LISTRIK TENAGA AIR (PLTA) DENGAN KAPASITAS 70 MW

Ir. Basori, M.T, Ir. Wismanto Setyadi, M.T. , Reza Ferdiana  
Fakultas Teknik dan Sains, Universitas Nasional, Jakarta - Indonesia

### ABSTRAK

Pusat Listrik Tenaga Air (PLTA) merupakan pembangkit listrik yang memanfaatkan air sebagai sumber energi. Energi potensial dan energi kinetik dari air dirubah menjadi energi mekanik oleh turbin dan kemudian energi mekanik dirubah menjadi energi listrik oleh generator. Seiring berjalannya waktu, unjuk kerja turbin akan mengalami penurunan jika tidak dilakukan pemeliharaan. Penelitian tugas akhir ini menganalisis unjuk kerja turbin air pada PLTA Musi Unit 2 yang telah melakukan *major overhaul*, karena telah beroperasi selama 40.000 jam. Analisis unjuk kerja turbin air ini mengacu pada standar ASME PTC 18 : 2002. Pengambilan data dilakukan pada lima kondisi yaitu pada saat komisioning, setelah beroperasi 36.000 jam, setelah *annual inspection*, setelah beroperasi 40.000 jam dan setelah *major overhaul*. Selanjutnya dilakukan perhitungan dan perbandingan pada lima kondisi untuk mengetahui adanya perbedaan dan penyebab terjadinya penurunan unjuk kerja turbin air. Berdasarkan hasil analisis, setelah dilakukan *major overhaul* pada turbin air efisiensi mengalami kenaikan sebesar 2,14% yaitu menjadi 85,155% jika dibandingkan dengan efisiensi setelah 40.000 jam. Jika dibandingkan dengan efisiensi setelah 36.000 jam, efisiensi mengalami kenaikan sebesar 1,474% dan jika dibandingkan dengan efisiensi saat komisioning, efisiensi mengalami penurunan sebesar 5,876%. Dengan debit air 19,4 m<sup>3</sup>/s dan tinggi jatuh air 426,2 m dapat menghasilkan daya masuk sebesar 81,029 MW, maka daya keluar yang dihasilkan oleh turbin air sebesar 69 MW.

**Kata Kunci** : francis, pemeliharaan, turbin air, unjuk kerja.

### ABSTRACT

*Hydropower plant is a power plant that utilizes water as a source of energy. Potential energy and kinetic energy of water is converted into mechanical energy by a turbine and mechanical energy is converted into electrical energy by a generator. As time goes by, the performance of the turbine will be decline if there are no maintenance. This thesis research will be conducted performance analysis of the hydro turbine at PLTA Musi Unit 2 which have done major overhaul, because it has been operating for 40.000 hours. Performance analysis of the hydro turbine is based on standard of ASME PTC 18 : 2002. Data were collected on five conditions that are at time commissioning, after operates 36.000 hours, after annual inspection, after operates 40.000 hours and after major overhaul. Then conducted calculation and comparisons on five condition to know differences and the cause of a decrease in performance the hydro turbine. Based on the analysis result, after the major overhaul the hydro turbine efficiency increased amounted 2,14 % that is became 85,155 % when compared to after 40.000 hours. When compared with the efficiency 36.000 hours, the efficiency increased amounted 1,474% and when compared with the efficiency at time commissioning, the efficiency decreased amounted 5,876 %. With water flow 19,4 m<sup>3</sup>/s and head 426,2 m can generated input power amounted 81,029 MW, then output power generated by the hydro turbine amounted 69 MW.*

**Keyword:** francis, maintenance, performance, water turbine.

## I. PENDAHULUAN

PLTA memanfaatkan energi potensial dan energi kinetik dari air baik dari bendungan, air terjun maupun aliran sungai. Energi potensial dan energi kinetik dari air dirubah menjadi energi mekanik oleh turbin air dan kemudian energi mekanik dirubah menjadi energi listrik oleh generator.

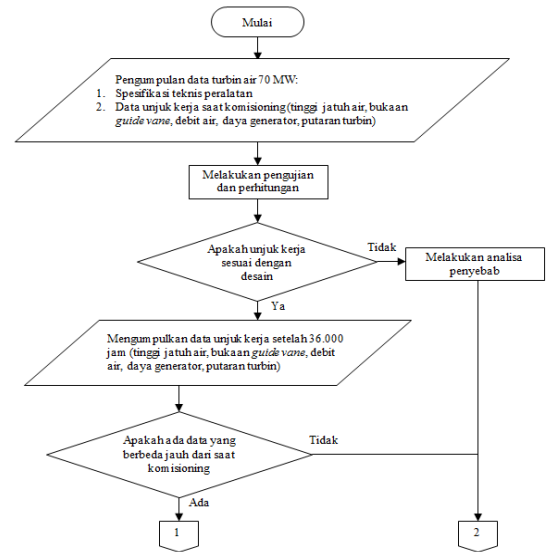
Pada umumnya unjuk kerja turbin air saat komisioning akan berbeda dengan unjuk kerja saat dioperasikan secara normal. Seiring berjalannya waktu, unjuk kerja turbin air akan mengalami penurunan secara signifikan jika tidak dilakukan pemeliharaan dengan baik.

Pada kesempatan ini, penulis melakukan analisis unjuk kerja turbin air terhadap pemeliharaan besar yang telah dilakukan oleh PLTA Musi di Bengkulu, dimana mesin pembangkit tersebut telah beroperasi selama 40.000 jam. Analisis yang dilakukan yaitu dengan membandingkan unjuk kerja turbin air saat komisioning, setelah beroperasi 36.000 jam, setelah dilakukannya annual inspection, setelah beroperasi 40.000 jam dan setelah dilakukan major overhaul.

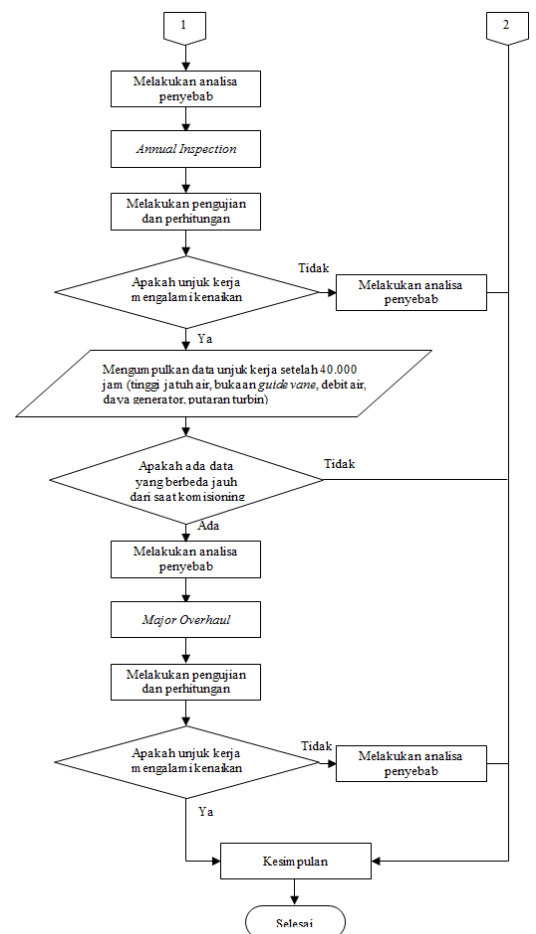
Tujuan dari penelitian tugas akhir ini adalah untuk mengetahui perbedaan unjuk kerja turbin air pada saat komisioning, setelah beroperasi 36.000 jam, setelah *annual inspection*, setelah beroperasi 40.000 jam dan setelah dilakukannya *major overhaul*. Selain itu untuk mengetahui penyebab dari penurunan unjuk kerja turbin air dan mengetahui tercapai atau tidaknya sasaran pemeliharaan yang dilakukan.

Hasil dari penelitian ini diharapkan dapat mengetahui perbedaan unjuk kerja turbin air pada setiap kondisi dan dapat melakukan evaluasi jika sasaran dari pemeliharaan tidak tercapai. Selain itu dapat melakukan pengembangan ataupun inovasi untuk mengurangi penyebab penurunan unjuk kerja turbin air.

## II. METODE



Gambar 1. Flow Chart Diagram 1



Gambar 2. Flow Chart Diagram 2

Metode yang digunakan yaitu dengan membandingkan unjuk kerja turbin air pada saat komisioning, operasi 36.000 jam, dilakukannya *annual inspection*, operasi 40.000 jam sampai dengan dilakukannya *major overhaul*. Dengan menggunakan standar ASME PTC 18 : 2002 dilakukan perhitungan efisiensi turbin air bertipe francis dengan rumus :

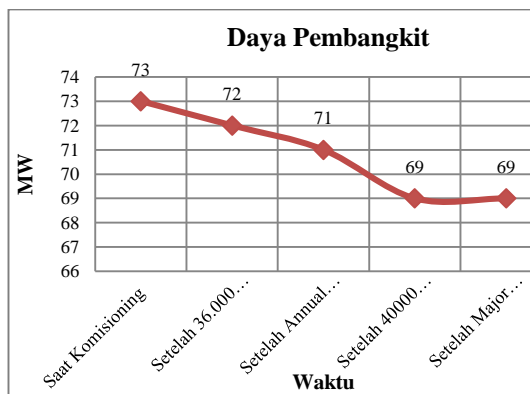
$$\eta = \frac{\text{Turbin Output (Po)}}{\text{Turbin Input (Pw)}} = \frac{1000 P_o}{\rho \cdot H \cdot Q \cdot g} \quad (1)$$

### III. HASIL DAN PEMBAHASAN

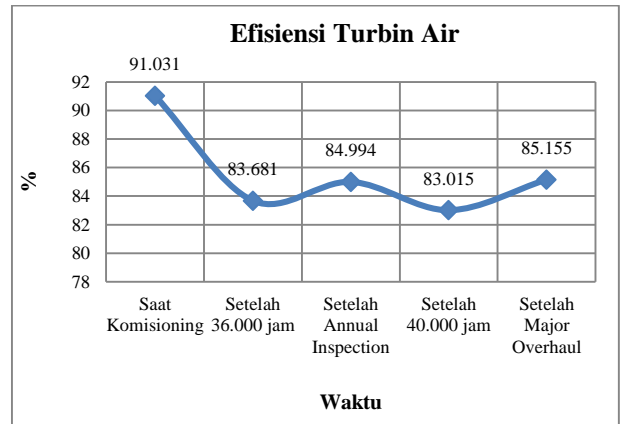
Tabel 1. Perbandingan Seluruh Unjuk Kerja Turbin

No	Parameter	Nilai Komisioning	Nilai setelah 36.000 jam	Nilai setelah Annual Inspection	Nilai setelah 40.000 jam	Nilai setelah Major Overhaul	Satuan
1	Tinggi Jatuh air	426,2	426,2	426,2	426,2	426,2	m
2	Debit Air	19,2	20,6	20	19,9	19,4	m <sup>3</sup> /s
3	Bukaan Guide Vane	82	88	86	85	83	%
4	Guide Vane Limit	100	100	100	97	94,7	%
5	Putaran Turbin	500	500	500	500	500	rpm
6	Frekuensi	50 ± 0,2	50,16	49,9	50,3	49,9	Hz
7	Daya Generator	73	72	71	69	69	MW
8	Efisiensi	91,031	83,681	84,994	83,015	85,155	%

Dari tabel di atas dapat diperlihatkan grafik perbandingan daya pembangkit pada gambar 3.1 dan Grafik perbandingan efisiensi seluruh unjuk kerja turbin air pada gambar 3.2.



Gambar 3. Grafik perbandingan daya pembangkit



Gambar 4. Grafik perbandingan efisiensi seluruh unjuk kerja turbin air

Dilihat dari perbandingan tabel dan grafik di atas, efisiensi saat komisioning memiliki nilai sebesar 91,031 %. Setelah beroperasi 36.000 jam, efisiensi mengalami penurunan sebesar 7,35 % yaitu menjadi 83,681 %. Penurunan efisiensi ini disebabkan oleh Umur peralatan yang telah lama beroperasi yaitu 36.000 jam dan selain itu terdapat gejala kavitasi di dalam turbin air yang mengakibatkan terjadinya getaran dan suara bising.

Efisiensi mengalami kenaikan sebesar 1,313 % yaitu menjadi 84,994 % setelah dilakukan pemeliharaan *annual inspection*. Pekerjaan yang dilakukan diantaranya pemeriksaan, pengukuran, penyetelan, perbaikan kecil dan dilakukan pengujian.

Setelah beroperasi 40.000 jam, efisiensi mengalami penurunan sebesar 1,979 % yaitu menjadi 83,015 %. Jika dibandingkan dengan efisiensi saat komisioning, efisiensi mengalami penurunan sebesar 8,016 %. Penyebab penurunan efisiensi ini diantaranya umur peralatan yang telah lama beroperasi yaitu 40.000 jam. Selain itu terjadi kavitasi pada turbin air dan terbawanya pasir ke dalam saluran air ke turbin sehingga terdapat pengikisan terhadap sudu-sudu turbin air.

Efek-efek dari kavitasi diantaranya timbulnya dan pecahnya gelembung-gelembung uap air, terjadinya erosi terhadap sudu-sudu turbin air, terjadinya getaran, dan timbulnya suara bising.

Setelah dilakukan pemeliharaan besar, daya pembangkit masih sama dengan daya setelah beroperasi 40.000 jam yaitu 69 MW, akan tetapi efisiensi mengalami kenaikan sebesar 2,14 % yaitu menjadi 85,155 %. Jika

dibandingkan dengan efisiensi saat komisioning, efisiensi mengalami penurunan sebesar 5,876 %. Pekerjaan yang dilakukan diantaranya pemeriksaan, pengukuran, pembongkaran total peralatan utama, penggantian peralatan, perbaikan, dan dilakukan pengujian.

Dengan daya sebesar 69 MW, maka pembangkit ini masih memiliki daya mendekati kapasitas terpasangnya yaitu 70 MW. Dari hasil uji keandalan sesuai lampiran 7, PLTA Musi Unit 2 ini dapat beroperasi dengan aman, baik dan dapat menyesuaikan dengan kebutuhan beban yang ada.

#### IV. KESIMPULAN DAN SARAN

Terdapat penurunan efisiensi turbin air setelah beroperasi 36.000 jam menjadi 83,681 % atau sebesar 7,35 % dari hasil saat komisioning yang memiliki efisiensi sebesar 91,031 %. Penurunan ini disebabkan oleh umur peralatan yang telah lama beroperasi yaitu selama 36.000 jam, dan disamping itu terdapat gejala kavitasi di dalam turbin yang mengakibatkan terjadinya getaran serta timbulnya suara bising.

Setelah dilakukan annual inspection, efisiensi turbin air mengalami kenaikan sebesar 1,313 % yaitu menjadi 84,994 %.

Setelah beroperasi 40.000 jam efisiensi turbin air mengalami penurunan sebesar 1,979 % yaitu menjadi 83,015 %. Penurunan ini disebabkan oleh umur peralatan yang telah lama beroperasi yaitu selama 40.000 jam, terjadinya kavitasi pada turbin dan juga adanya pengikisan terhadap sudu-sudu turbin dikarenakan pasir yang terbawa.

Setelah dilakukan pemeliharaan besar pada PLTA Musi Unit 2, daya masih sama dengan daya setelah 40.000 jam yaitu 69 MW, akan tetapi efisiensi mengalami kenaikan sebesar 2,14 % yaitu menjadi 85,155 %.

#### V. REFERENSI

- R. K. Turton, 1995. *Principles of Turbomachinery*. Chapman & Hall, London.
- ANONIM, 2002. *Hydraulic Turbines and Pump-Turbines Performance Test Codes*. ASME PTC 18.

- K. Kaygusuz, 2004. *Hydropower and the Worlds Energy Future, Energy Sources*. Vol. 26, No. 3, pp. 215-224. doi:10.1080/00908310490256572.

- A. Date, 2009. *Low Head Simple Reaction Water Turbine*. Ph.D. Dissertation, RMIT University, Melbourne.

- Dwi Kusuma, Dimas, 2011. *Karakteristik Unjuk Kerja Turbin Francis pada Pembangkit Listrik Tenaga Mikro Hidro (PLTMH) Terhadap Perubahan Kapasitas Aliran*. Universitas Jember, Jawa Timur.

- Akbarzadeh, Aliakbar, 2012. *Performance Investigation of a Simple Reaction Water Turbine for Power Generation from Low Head Micro Hydro Resoueces*.

<http://www.scirp.org/journal/PaperInformation.aspx?PaperID=22066>, 07 Desember 2015.

- ANONIM, 2013. *Handout Pemeliharaan PLTA*. Udiklat Padang, Sumatera Barat.

- Bayu Islam Nuswantoro, Dorit, 2013. *Pengaruh Variasi Bukaan Guide Vane Terhadap Tingkat Kavitasi pada Turbin Francis Poros Horizontal*. Universitas Brawijaya, Malang.

<http://7ask.blogspot.co.id/2009/11/cara-kerja-turbin-air.html>

<http://abdoelmccoy.blogspot.co.id/>

<http://antopaendeblog.blogspot.co.id/2012/02/turbin-francis.html>

<https://elearning.pln-pusdiklat.co.id/>

<http://em->

[ridho.blogspot.co.id/2011/09/turbin-air.html](http://ridho.blogspot.co.id/2011/09/turbin-air.html)

<http://fisikastudycenter.com>

<http://scipost.wikipg.com/wiki>

<http://tulisanakhwat.blogspot.co.id/2014/02/makalah-turbin-air.html>

[http://docslide.us/documents/3-](http://docslide.us/documents/3-pemeliharaan-plta.html)

[pemeliharaan-plta.html](http://docslide.us/documents/3-pemeliharaan-plta.html)

[http://www.academia.edu/17716234/TURBIN\\_AIR](http://www.academia.edu/17716234/TURBIN_AIR)

<http://emirrachmad2.blogspot.co.id/>

<http://www.pelajaransekolah.net/2015/11/pengertian-energi-listrik-dan-daya-listrik-serta-contoh-perubahan-energi-listrik.html>

<http://teknikelektronika.com/pengertian-transformator-prinsip-kerja-trafo/>

<http://www.slideshare.net/comradegenerals/turbin-air-50068019>