



VANOS

JOURNAL OF MECHANICAL ENGINEERING EDUCATION

<http://jurnal.untirta.ac.id/index.php/vanos>

ISSN 2528-2611, e-ISSN 2528-2700

Vol.2, No.1, Juli 2017, Hlm.39-46.



PENGARUH PEMOTONGAN *BLADE* TERHADAP PERFORMA *LOW PRESSURE STEAM TURBINE*

THE INFLUENCE OF BLADE CUTTING TO PERFORMANCE LOW PRESSURE STEAM TURBINE

Fitri Nurotusholihah¹ & Sulaeman Deni Ramdani¹

¹Pendidikan Teknik Mesin, Fakultas Keguruan Dan Ilmu Pendidikan
Universitas Sultan Ageng Tirtayasa
fitrinurotusholihah@gmail.com

Diterima: 25 Maret 2017. Disetujui: 15 Juni 2017. Dipublikasikan: 30 Juli 2017

ABSTRACT

Electricity is something that is needed, because it needs a plant to convert mechanical energy into electrical energy, one of which is a steam turbine. The purpose of this research is to know the steam turbine system, to know the problems that happened on the performance of low pressure steam turbine and can compare the performance of low pressure before and after blade cut. Data collection techniques have been done with various methods to obtain research information. Observation method is done by observing the activities undertaken in the industry. Besides doing the interview by asking questions directly or indirectly to 8 informants working at PT. Indonesia Power UJP PLTU Banten 2 Labuan as well as collection of certain documents as documentation and literature study by collecting information from books, manual book, or internet. The descriptive quantitative method the authors do research by obtaining data in the form of numbers. The conclusion in this research that turbine using closed system, there is a decrease in power in low pressure turbine due to poor vapor content so that the blade is cut on stage 4. Cutting the blade because of the crack and very influential on the value of low pressure turbine performance. The value is down by 20 MW from the previous value.

Keywords: turbine blade, crack, power, cutting, performance

ABSTRAK

Listrik merupakan sesuatu yang sangat dibutuhkan, karena itu perlu adanya pembangkit untuk mengkonversi energi mekanis menjadi energi listrik, salah satunya adalah turbin uap. Tujuan dilakukan penelitian untuk mengetahui sistem turbin uap, mengetahui permasalahan yang terjadi pada performa *low pressure* turbin uap serta dapat membandingkan performa *low pressure* turbin uap sebelum dan setelah *blade* dipotong. Teknik pengumpulan data telah dilakukan dengan berbagai metode untuk mendapatkan informasi penelitian. Metode observasi dilakukan dengan mengamati kegiatan yang dilakukan di industri. Selain itu dilakukannya wawancara dengan mengajukan pertanyaan secara langsung ataupun tidak langsung kepada 8 Narasumber yang bekerja di PT. Indonesia Power UJP PLTU Banten 2 Labuan serta pengumpulan dokumen-dokumen tertentu sebagai dokumentasi dan studi pustaka dengan mengumpulkan informasi dari buku, data *manual book* perusahaan, atau internet. Adapun metode kuantitatif deskriptif penulis melakukan penelitian dengan memperoleh data berupa angka-angka. Kesimpulan penelitian ini yaitu turbin menggunakan sistem tertutup, terdapat penurunan daya di *low pressure turbine* akibat kandungan uap yang kurang baik karena mengandung silika sehingga dilakukan pemotongan *blade* pada *stage* ke-4. Pemotongan *blade* tersebut karena adanya *crack* dan sangat berpengaruh terhadap nilai performa *low pressure turbine*. Nilai tersebut menjadi turun sebesar 20 MW dari nilai sebelumnya.

Kata kunci : sudu turbin, *crack*, daya, pemotongan, performa

PENDAHULUAN

Tenaga listrik merupakan sesuatu hal yang sangat dibutuhkan oleh masyarakat banyak, dan kesediaannya dalam jumlah yang cukup menjadi syarat bagi masyarakat yang memiliki taraf kehidupan yang baik dalam perkembangan industri. Salah satu pembangkit utama untuk mengkonversi energi mekanik menjadi energi listrik yaitu turbin uap.

Turbin uap merupakan mesin tenaga yang berfungsi untuk mengubah energi thermal (enthalpy) menjadi energi poros (putaran). Sebelum energi thermal (enthalpy) tersebut dirubah menjadi energi poros (putaran), energi tersebut dirubah menjadi energi kinetik. (Yunus, 2010). Karena turbin merupakan merupakan komponen penting dalam pengubahan energi kinetik, maka perlu adanya konsistensi agar terjadi efisiensi dalam energi potensial uap sehingga penulis memilih sebagai bahasan dalam penelitian.

Dalam melakukan penelitian, penulis memiliki tiga tujuan khusus diantaranya yaitu untuk mengetahui sistem turbin yang terdapat di PT. Indonesia Power UJP PLTU Banten 2 Labuan, untuk mengetahui permasalahan yang terjadi terhadap performa *low pressure* turbin uap serta dapat membandingkan hasil pengaruh dari pemotongan *blade* terhadap performa *low pressure* turbin uap.

METODE

Metode pengumpulan data yang digunakan penulis untuk menyusun laporan

hasil penelitian antara lain metode observasi yaitu merupakan teknik pengumpulan data, dimana peneliti melakukan pengamatan secara langsung ke objek penelitian untuk melihat dari dekat kegiatan yang dilakukan (Riduwan, 2004: 104). Metode observasi yang dilakukan dalam penyusunan laporan penelitian ini adalah dengan menggunakan dokumentasi. Sedangkan menurut Mantju (1994) Suatu teknik penelitian lapangan dalam rangka mengumpulkan data dimana peneliti sebagai partisipan dalam lingkungan kultural objek yang diteliti. Menurut Esterberg dalam Sugiyono (2013:231) wawancara merupakan pertemuan dua orang untuk bertukar informasi dan ide melalui tanya jawab, sehingga dapat dikonstruksikan makna dalam suatu topik tertentu. Sedanagakn menurut Sutrisno Hadi (1989:192) Wawancara adalah proses pembekalan verbal, di mana dua orang atau lebih untuk menangani secara fisik, orang dapat melihat muka yang orang lain dan mendengarkan suara telinganya sendiri, ternyata informasi langsung alat pengumpulan pada beberapa jenis data sosial, baik yang tersembunyi (laten) atau manifest. Metode wawancara yang dilakukan adalah jenis wawancara terbuka, jenis tersebut digunakan untuk diperolehnya pertanyaan yang tidak terbatas/ tidak terikat jawabannya. Menurut Sarwono (2006) Studi Pustaka adalah mempelajari berbagai buku referensi serta hasil penelitian sebelumnya yang sejenis yang berguna untuk

mendapatkan landasan teori mengenai masalah yang akan diteliti. Studi pustaka tersebut dilakukan dengan mengumpulkan informasi dari buku, data manual book perusahaan, maupun internet. Dalam melakukan analisis penelitian, penulis melakukan metode kuantitatif deskriptif. Penelitian ini merupakan penelitian yang bertujuan menjelaskan fenomena yang ada dengan menggunakan angka-angka untuk mencandarkan karakteristik individu atau kelompok (Syamsudin & Damiyanti: 2011).

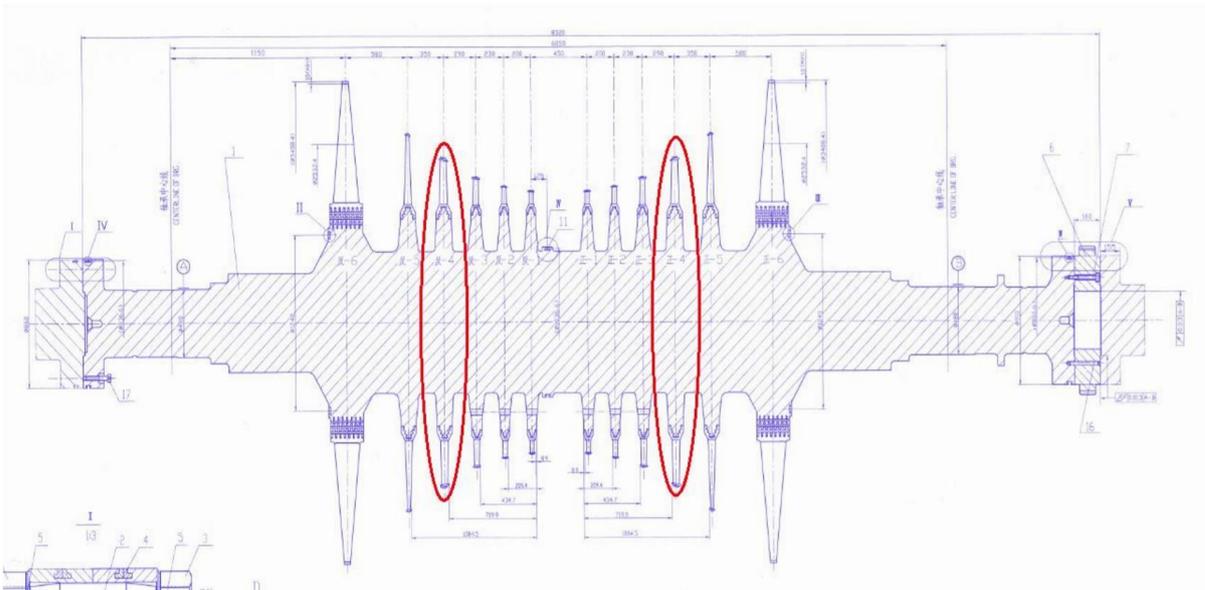
HASIL DAN PEMBAHASAN

Sistem Turbin Uap

Dari hasil wawancara yang telah dilakukan di PT. Indonesia Power UJP PLTU Banten 2 Labuan, mengemukakan bahwa sistem yang di terapkan yaitu sistem tertutup. Sistem tertutup artinya uap hasil kondensat digunakan lagi untuk menjadi air pengisi diboiler.

Permasalahan Performa Low Pressure Steam Turbine

Di PT. Indonesia Power UJP PLTU Banten 2 Labuan terdapat kasus dimana terjadi penurunan daya pada *low pressure steam turbine* unit 1. Penurunan daya tersebut diakibatkan oleh uap yang masuk kedalam turbin adalah uap dengan kandungan uap yang kurang baik. Kasus ini bisa disebut dengan *blade errossion*. *Turbine blade errossion* merupakan pengikisan (*crack*) pada *blade turbine* akibat kandungan uap yang kurang baik karena adanya kandungan silika. Apabila tetap dibiarkan beroperasi, maka akan berdampak buruk pada *blades* yang lain. *Blade* yang terkena *crack* merupakan *blade* pada *stage* ke-4 pada *low pressure steam turbine*. Maka untuk mengatasi masalah tersebut harus dilakukan pemotongan pada *blade stage* ke-4. Pemotongan *blade* tersebut akan berpengaruh pada performa turbin.



Gambar 1. bagian *blade* yang dipotong



Gambar 2. Bagian *blade* sebelum dipotong



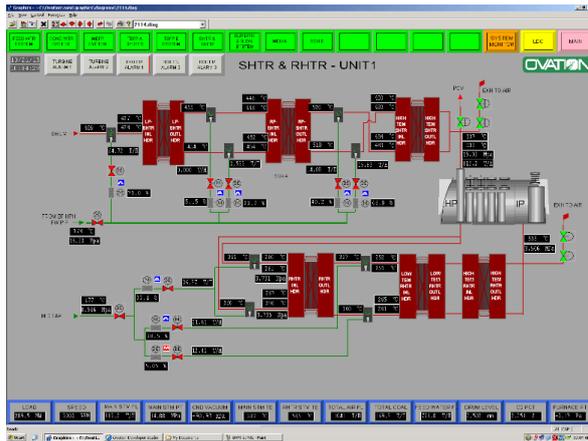
Gambar 4. Bagian *blade* yang terkena crack



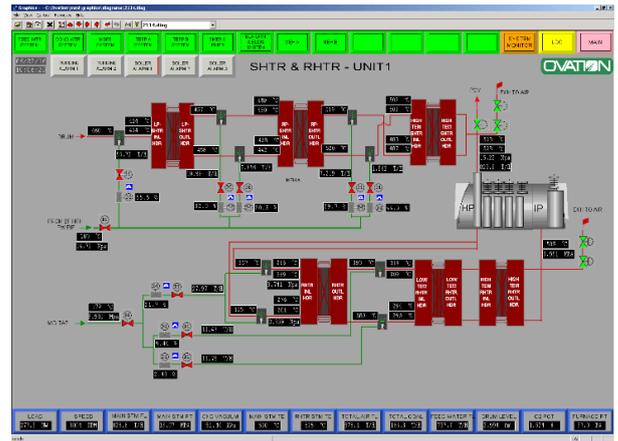
Gambar 3. Bagian *blade* setelah dipotong

HASIL DAN PEMBAHASAN

Dari hasil pengamatan tersebut, penulis membutuhkan dua data yaitu perhitungan laju uap sebelum dan setelah *blade* dipotong. Dari data tersebut dapat dibandingkan pengaruh pemotongan *blade* pada performa *low pressure turbine*. Berikut merupakan data yang didapatkan :



Gambar 5. Parameter sebelum *blade* dipotong.



Gambar 6. Parameter setelah *blade* dipotong

Tabel 1. Parameter sebelum dan sesudah *blade* dipotong

Parameter	Setelah <i>blade</i> dipotong		Sebelum <i>blade</i> dipotong pada		
	Masuk	Keluar	Masuk	Keluar	Satuan
\dot{m}_{HP}	826,5	815,763021	813,6	803,097238	Kg/s
THP	538	356	536	361	°C
PHP	15,29	3,86	15,13	3,84	MPa
\dot{m}_{IP}	868,993021	773,21	873,987238	777,848642	Kg/s
TIP	534	328,5	535	340	°C
PIP	3,534	0,88	3,553	0,87	MPa
\dot{m}_{LP}	773,21	634,0322	777,848642	637.835886	Kg/s
TLP	328,5	47,1	340	49	°C
PLP	0,88	0,00991	0,87	0,010	MPa
Pg	276,5		290,6		KWh

Menentukan Laju Uap Yang Masuk

Menentukan nilai uap yang masuk ke dalam *high pressure turbine* maka nilai uap masuk bisa di lihat di *turbine steam system*. Uap yang masuk HP turbin melewati *superheater* terlebih dahulu maka ada tambahan massa uap. Sedangkan untuk memperoleh nilai uap yang masuk ke dalam *intermediate pressure turbine* maka menggunakan rumus dimana nilai uap yang keluar dari *high pressure turbine* dijumlah dengan *total spray* ($\dot{m}_{IPin} = \dot{m}_{HPout} + total\ spray$).

Sedangkan nilai uap yang masuk kedalam

low pressure turbine sama dengan masa uap yang keluar dari *intermediate pressure turbine* ($\dot{m}_{LPin} = \dot{m}_{IPout}$). Berikut merupakan perolehan nilai uap yang masuk ke HP, IP, dan LP turbine.

Tabel 2. Laju Uap Masuk

Parameter	Sebelum <i>blade</i> dipotong	Setelah <i>blade</i> dipotong	Satuan
\dot{m}_{HP}	813,6	826,5	Kg/s
\dot{m}_{IP}	873,987,238	868,993,021	Kg/s
\dot{m}_{LP}	777,848,642	773,21	Kg/s

Menentukan Laju Uap Yang Keluar

Menentukan nilai uap yang keluar dari *high pressure turbine* maka dengan cara rasio outlet *high pressure exhaust* dikalikan dengan masa uap *high pressure* yang masuk.

$$(\dot{m}_{HPout} = \text{ratio outlet } HP_{exhaust} \times \dot{m}_{HP}).$$

Sedangkan untuk memntukan laju uap uang keluar dari *intermediate pressure turbine* maka dengan cara mengkalikan *ratio outlet IP exhaust* dengan laju uap yang masuk kedalam *intermediate pressure turbine*.

$$(\dot{m}_{IPout} \text{ rasio outlet } IP_{exhaust} \times \dot{m}_{IP}).$$

Kemudian untuk mencari laju uap yang keluar dari *low pressure turbine* maka rasio outlet *intermediate pressure turbine* dikalikan dengan masa uap yang masuk kedalam *intermediate pressure turbine*.

$$(\dot{m}_{LPout} = \text{ratio outlet } IP \times \dot{m}_{IP}).$$

Tabel 3. Menentukan Laju Uap Keluar

Parameter	Sebelum blade dipotong	Setelah blade dipotong	satuan
\dot{m}_{HP}	803,097,238	815,763,021	Kg/s
\dot{m}_{IP}	777,848,642	773,21	Kg/s
\dot{m}_{LP}	637.835886	6,340,322	Kg/s

Menentukan Entalpi

Dari data tekanan dan teperatur yang diamati, maka dapat kita peroleh nilai entalpi dengan bantuan *sowftware steam property* sebagai berikut:

Tabel 4. Menentukan entalpi

Parameter	Setelah blade dipotong		Sebelum blade dipotong	
	Masuk	Keluar	Masuk	Keluar
PHP	15,29	3,86	15,13	3,84
THP	538	356	536	361
hHP	3414,5	3111,4	3410,8	3124
PIP	3,534	0,88	3,553	0,87
TIP	534	328,5	535	340
hIP	3528,2	3115,2	3530,3	3139,7
PLP	0,88	0,00991	0,87	0,010
TLP	328,5	47,1	340	49
hLP	3115,2	2586,4	3139,7	2590,1

Menentukan Daya Turbin Sebelum dan Setelah Dipotong

Sebelum blade dipotong:

Daya HP Turbin

$$= \dot{m}_{mainsteam} (h_{main\ steam} - h_{HP_{exhaust}})$$

$$= 813,6 (3410,8 - 3124)$$

$$= 233340480 \text{ KJ/Jam}$$

$$= 233340480 / 3600$$

$$= 64816,8 \text{ kW} = 64,8168 \text{ MW}$$

Daya IP Turbin = $\dot{m}_{reheat} (h_{IPinlet} - h_{IP_{exhaust}})$

$$= 873987,238 (3530,3 - 3139,7)$$

$$= 341379415 \text{ KJ/Jam}$$

$$= 341379415 / 3600$$

$$= 94827,6153 \text{ kW} = 94,827 \text{ MW}$$

Daya LP Turbin = $\dot{m}_{LP_{exhaust}} (h_{LP_{exhaust}} - h_{LP_{exhaust}})$

$$= 777848,642 (3139,7 - 2590,1)$$

$$= 427505614 \text{ KJ/Jam}$$

$$= 427505614 / 3600$$

$$= 118751,559 \text{ kW} = 118,756 \text{ MW}$$

Setelah blade dipotong

Daya HP Turbin = $\dot{m}_{mainsteam} (h_{main\ steam} - h_{HP_{exhaust}})$

$$= 826500 \text{ kg/jam} (3414,5 - 3111,4)$$

$$= 250512150 \text{ KJ/Jam}$$

$$= 250512150 / 3600$$

$$= 69586,7083 \text{ kW} = 69,58 \text{ MW}$$

$$\begin{aligned} \text{Daya IP Turbin} &= \dot{m}reheat (hIPinlet - hIPexhaust) \\ &= 868993,021 \text{ kg/jam} (3528,2-3115,2) \\ &= 358894118 \text{ KJ/Jam} \\ &= 358894118/3600 \\ &= 99692,8106 \text{ kW} = 99,692 \text{ MW} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{Daya LP Turbin} &= \dot{m}LPexhaust (hLPexhaust - hLPexhaust) \\ &= 773210 \text{ kg/jam} (3115,2-2586,4) \\ &= 408873448 \text{ KJ/Jam} \\ &= 408873448/3600 \\ &= 113575,958 \text{ kW} = 113,575 \text{ MW} \end{aligned}$$

Daya total kapasitas sebelum blade dipotong

$$\begin{aligned} &= (\text{Daya HP Turbin} + \text{Daya IP Turbin} + \text{Daya LP Turbin}) \\ &= (64,8168 \text{ MW} + 94,827 \text{ MW} + 118,756 \text{ MW}) \\ &= 278,3998 \text{ MW} \end{aligned}$$

Keterangan: permintaan APB PLN P2B dengan kapasitas maksimal mampu 300 MW.

Daya total kapasitas setelah blade dipotong

$$\begin{aligned} &= (\text{Daya HP Turbin} + \text{Daya IP Turbin} + \text{Daya LP Turbin}) \\ &= (69,58 \text{ MW} + 99,692 \text{ MW} + 113,575 \text{ MW}) \\ &= 282,847 \text{ MW} \end{aligned}$$

Dari hasil total perhitungan terdapat selisih sebesar 4,4472 MW, dengan daya total kapasitas setelah *blade* dipotong lebih besar yaitu sebesar 282,287 MW dibandingkan dengan daya total kapasitas sebelum *blade* dipotong yaitu sebesar 278,3998 MW. Namun pada saat sebelum *blade* dipotong, daya total yang dihasilkan dapat mencapai maksimal 300 MW, hanya saja pada saat belum dipotong mencapai kapasitas 278,3998 MW karena permintaan dari PLN distribusi jaringan. Berbeda dengan setelah *blade*

dipotong yaitu daya total yang dihasilkan maksimal 280 MW.

KESIMPULAN

Setelah melaksanakan penelitian di PT. Indonesia Power UJP Banten 2 Labuan dengan tujuan untuk mengenal lingkungan kerja, khususnya mengetahui pengaruh pemotongan *blade* terhadap *heat rate* turbin di Unit 1 PLTU Labuan, maka penulis dapat menyimpulkan bahwa pemotongan *blade* dilakukan karena adanya *crack* akibat dari pengikisan uap yang disebabkan masih mengandung silika, sehingga kualitas uap yang buruk, pada saat sebelum *blade* dipotong kapasitas maksimal daya turbin 300 MW, setelah *blade* dipotong turun menjadi 280 MW, pemotongan *blade* tersebut sangat berpengaruh terhadap nilai performa *low pressure turbine*. Nilai tersebut menjadi turun sebesar 20 MW dari nilai sebelumnya dan upaya untuk turbin dapat beroperasi dengan maksimal maka, kapasitas daya turbin dimaksimalkan di nilai 280 MW.

DAFTAR PUSTAKA

Agung, Rangkagumilang. 2016. Laporan Kerja Praktik: Analisis Heat Rate Pada Turbine Unit 1. Bandung: Politeknik Negeri Bandung.
 Albert, P. G. (1996). Thermal Performance Evaluation and Assessment of Steam Turbine Units. *GE Power System Schenectady, NY*, (GER-3953), 14–18.
 Anonim. Dongfang Turbine Co, Ltd. 2008. Thermodynamic Performance For Labuan Steam Turbine. (WQ)D300N-000073ASM.
 Anonim. Indonesia Power PLTU Banten 2 Labuan. Diakses pada tanggal 17 Desember 2016.

- anonim. Steam Turbine Product Spesification (Steam Turbine). (2009). Labuan: Chengda Engineering.
- Ilvana, M. S. (2010). Analisis Perambatan Retak Statik Akibat Beban Tekanan Uap pada Last Stage Moving Blade Turbin Uap Menggunakan Finite Element Method (FEM). *Tugas Akhir, (Analisa Tegangan dan Perambatan Retak)*, 20.
- P. Bloch, H., & P. Singh, M. (2009). *Steam Turbines: Design, Applications and Re-rating. Journal of Chemical Information and Modeling* (Vol. 53).
- Putri, Permata. 2016. Laporan Kerja Praktik: Sistem Eksitasi Generator 300 MW Unit 1 di PT. Indonesia Power UJP PLTU Banten 2. Cilegon: Teknik Elektro Universitas Sultan Ageng Tirtayasa.
- Ramdani, S. D. (2016). Revitalisasi Pemanfaatan Wind Power Sebagai Upaya Untuk Mendukung Kemandirian Listrik Nasional. *Prosiding Kongres Teknologi Nasional*, (July 2016), 25–27.
- Ristyanto, A. N., Windarto, J., & Handoko, S. (2010). Simulator Efisiensi Sistem Pembangkit Listrik Tenaga Uap (PLTU) Rembang. *Sistem Pembangkit, (Efisiensi)*, 8.
- Wright, J. S. (1996). Steam Turbine Cycle Optimization, Evaluation, and Performance Testing Considerations. *DE Power System Schenectady, NY, (GER-3642E)*, 18–22.