

MAINTENANCE DAN INSPECTION PADA RUNNER TURBIN

MAINTENANCE AND INSPECTION ON TURBINE RUNNERS

AM Saifutaqi Fatwa Mayfi*, Nurul Iman Supardi, Angky Puspawan

Prodi. Teknik Mesin, Fakultas Teknik, Universitas Bengkulu
Jl. W.R. Supratman, Kandang Limun, Bengkulu, Indonesia 38371

*) Email : fatwamayfi4@gmail.com

ABSTRACT

The PLTA TES is a generator that relies on water as the driving force for a turbine unit system. There are 7 PLTA Tes turbine units that are still operating with alternating working hours. In keeping a turbine unit operating properly, one way is to do maintenance and general inspection (GI). Maintenance is one way to keep a tool or object from being damaged. Then General Inspection (GI) is a process of activities in the PLTA Test company in checking, measuring, adjusting, repairing and testing one turbine unit in operating for 20,000 hours on a regular basis so that the unit can operate better than before, maintenance is carried out. One of the turbine components that is the object of maintenance is the runner. The runner is the heart of a turbine so that it can operate by relying on flowing water so that the runner can rotate. Runners are given a spot check to see if there is a crack in the runner's condition and measure the runner's clearance so that there is no excessive friction when the runner is operating and the runner is not thirsty.

Keywords: Maintenance, general inspection, runner, turbine

1. PENDAHULUAN

Kebutuhan energi listrik dapat menyebabkan pertumbuhan penduduk dan ekonomi yang terus mengalami peningkatan di Indonesia setiap tahunnya. Dikarenakan sebuah energi listrik semakin meningkat di dalam kehidupan modern seperti yang dirasakan saat ini. Boleh dibilang bahwasanya aktifitas kehidupan umat manusia semakin takterpisahkan dari tenaga listrik. Kebutuhan energi listrik yang meningkat menuntut PT PLN (Persero) untuk dapat memenuhi kebutuhan masyarakat terhadap energi listrik melalui pembangkit listrik tenaga air [1].

PT. PLN (Persero) merupakan perusahaan yang bergerak di bidang pembangkit listrik yang diketahui salah satu perusahaan yang bekerja dibawah naungan ini adalah PLTA Tes. PLTA Tes ini terletak di desa Turan Tiging Kecamatan Lebong Selatan Kabupaten Lebong Provinsi Bengkulu. Dalam proses menghasilkan listrik, media yang digunakan berupa pemanfaatan aliran sungai ketahun yang dibendung dalam kolam tando sebelum dialirkan melalui *penstock* ke turbin. Turbin yang dimiliki terdapat 7 unit yang bertipe *francis* yang selalu ada bekerja terus-menerus dan terkadang secara bergantian sepanjang target listrik belum terpenuhi. Dengan turbin berjalan terus-menerus, ada kalanya turbin tersebut harus dilakukannya *maintenance* dan *inspection*.

Maintenance general inspection yang dilakukan pada turbin unit 3 merupakan salah satu kegiatan yang rutin dilakukan. Bagian komponen yang dilakukan *maintenance* dan *inspection* yaitu *runner* pada turbin tersebut. *Runner* bisa dikatakan sebagai pusat penghantar fluida yang akan menghasilkan sebuah torsi pada poros turbin. Dengan demikian *runner* dilakukan *maintenance* dan *inspection* untuk menjaga kondisi *runner* dapat beroperasi dalam kondisi yang optimal. Maka dari itu dilakukan suatu pembahasan mengenai proses *maintenance* dan juga dilakukan *inspection clearance* sebelum pemeriksaan dan *clearance* sesudah pemeriksaan pada *runner* turbin unit 3.

2. TINJAUAN PUSTAKA

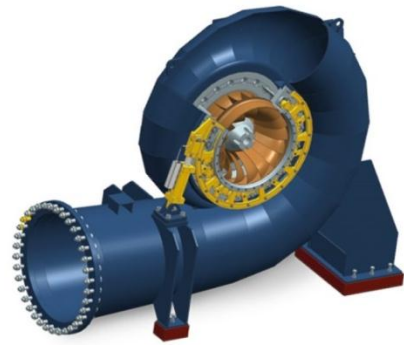
Potensial air. Dimana sumber penggerak air yang dihasilkan untuk proses menghasilkan listrik yaitu dari danau tes, lebong, Bengkulu. PLTA Tes memiliki 7 buah unit turbin untuk mesin utama proses menghasilkan listrik. Tempat lokasi PLTA Tes ini terletak di Desa Taba Anyar dan Desa Turan Tiging. Sumber air dari (PLTA) Pembangkit Listrik Tenaga Air ini yaitu berasal dari danau tes, yang mana air yang masuk dari dua sumber yaitu Sungai Ketahun dan Sungai Pau. Danau Tes terbentang antara dua buah desa yaitu Desa Kota Donok (Desa Tengah) dan Desa Adat Tes. Danau ini terletak di kecamatan lebong selatan, Kabupaten Lebong dan berada di lereng pegunungan Bukit Barisan dengan ketinggian 500 meter di atas permukaan laut, seperti terlihat pada Gambar 1.

2.1 Turbin Francis

Turbin *francis* ini digunakan pada *head* 10-300 m, dimana baling-balingnya terbuat dari baja. Turbin akan dipasang diantara sumber air bertekanan tinggi dibagian masuk dan air bertekanan rendah dibagian keluarnya. Turbin ini menggunakan sudu pengarah yang akan menggerakkan air masuk secara tangensial.



Gambar 1. Sumber Air PLTA Tes



Gambar 2 Turbin *Francis*

2.2 Maintenance

Suatu perusahaan pasti akan melindungi asetnya dari berbagai gangguan, sehingga aktivitas perusahaan senantiasa berjalan dengan optimal. Untuk melaksanakan misi tersebut maka dilakukan dengan maintenance. Menurut Manzini [2], maintenance adalah kegiatan untuk memonitor dan memelihara fasilitas dengan merancang, mengatur, menangani, dan memeriksa pekerjaan. Dengan demikian, berguna untuk menjamin fungsi dari unit selama waktu operasi (*uptime*) dan meminimalisasi selang waktu berhenti (*downtime*) yang diakibatkan oleh adanya kerusakan atau kegagalan. Secara umum, manfaat maintenance pada mesin tentunya untuk memperbaiki dan menambah usia pakai/keproduktivitasan sebuah unit mesin. Beberapa tujuan maintenance, antara lain [3] :

- Untuk memperpanjang daya guna sebuah aset mesin, agar kapasitas produksi dan kualitas input tetap terjaga
 - Menjaga kualitas pada tingkat yang tepat untuk memenuhi apa yang dibutuhkan oleh produk itu sendiri, dan kegiatan produksi yang tidak terganggu alias berjalan dengan lancar
 - Membantu mengurangi pemakaian dan penyimpangan yang diluar batas, dan menjaga modal uang diinvestasikan tersebut
 - Mencapai tingkat biaya pemeliharaan serendah mungkin, dengan melaksanakan kegiatan pemeliharaan yang dapat membahayakan keselamatan para pekerja
 - Menghindari kegiatan pemeliharaan yang dapat membahayakan keselamatan para pekerja
1. *Corrective Maintenance*. Perawatan yang dilakukan setelah terjadinya kerusakan atau kelainan pada fasilitas atau peralatan sehingga tidak dapat berfungsi dengan baik. Tindakan perawatan yang dilakukan biasanya berupa perbaikan atau reparasi.
 2. *Preventive Maintenance*. Pemeliharaan pencegahan adalah kegiatan pemeliharaan atau perawatan yang dilakukan untuk mencegah timbulnya kerusakan-kerusakan yang tidak terduga dan menentukan kondisi atau keadaan yang menyebabkan fasilitas produksi mengalami kerusakan pada waktu yang digunakan dalam proses produksi. Kegiatan yang dilakukan pada *preventive maintenance* dibedakan atas dua kegiatan yaitu:
 - a. *Routine Maintenance* adalah kegiatan pemeliharaan ataupun perawatan yang dilakukan secara rutin, misalnya melakukan pembersihan fasilitas/ peralatan, pemberian minyak pelumas dan melakukan pengecekan oli yang dilakukan setiap hari.
 - b. *Periodic Maintenance* adalah kegiatan pemeliharaan dan perawatan yang dilakukan secara berkala dalam jangka waktu tertentu. Jangka waktu yang digunakan dapat berdasarkan jam kerja mesin atau fasilitas produksi [1].
 3. *Planned Maintenance*.
 - a. *Preventive maintenance*. Perawatan yang dilakukan untuk mencegah terjadinya kerusakan, meliputi :
 - b. *Corrective maintenance*. Perawatan yang dilakukan untuk memperbaiki dan meningkatkan kondisi fasilitas/peralatan sehingga mencapai kondisi yang dapat diterima.
 - c. *Running maintenance*. Perawatan yang dilakukan ketika fasilitas atau peralatan dalam keadaan beroperasi.
 - d. *Shut down maintenance*. Perawatan yang dilakukan ketika fasilitas atau peralatan harus dalam keadaan berhenti.
 - e. *Breakdown maintenance*. Perawatan yang dilakukan setelah terjadi kerusakan pada peralatan, dan untuk memperbaiki harus disiapkan suku cadangan, material, alat-alat dan tenaga kerjanya.
 - f. *Overhaul maintenance*. Perawatan yang merupakan kegiatan rutin yang meliputi pembongkaran, pembersihan, pemeriksaan, pengukuran, perbaikan, perakitan, dan pengetesan.
 4. *Unplanned Maintenance* meliputi *Emergency maintenance*. Perawatan yang dilakukan seketika mesin mengalami kerusakan yang tidak terdeteksi sebelumnya [4].

Terdapat juga perbedaan antara pemeliharaan dengan perawatan. Pemeliharaan ialah suatu tindakan yang dilakukan pada sebuah alat ataupun produk supaya alat atau produk tersebut tak mengalami kerusakan, tindakan tersebut meliputi penyetelan, pelumasan, pemeriksaan pelumas, serta mengganti spare part yang sudah

tak layak pakai. Sedangkan perawatan ialah tindakan perbaikan yang dilakukan pada sebuah alat yang sudah mengalami kerusakan supaya alat yang rusak tersebut bisa dipergunakan kembali.

Kesimpulannya yaitu pemeliharaan dilakukan sebelum suatu alat atau produk mengalami kerusakan dan mencegah terjadinya kerusakan, sedangkan perawatan yaitu dilakukan setelah suatu alat mengalami kerusakan (perbaikan) [5].

2.3 Inspection

Inspeksi atau *Inspection* pada dasarnya hanya melakukan pengukuran terhadap tingkat kesesuaian dengan standar dan karakteristik produk yang ditentukan dan memisahkan produk-produk yang tidak sesuai dengan standar kualitas dengan produk-produk yang memenuhi standar kualitas yang ditentukan. Inspeksi atau *Inspection* dapat dibagi menjadi beberapa jenis, diantaranya adalah sebagai berikut [6]:

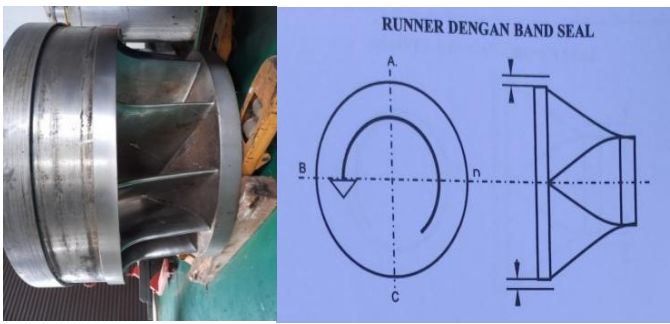
1. *Floor Inspection* adalah Inspektor melakukan pemeriksaan terhadap Material atau produk setengah jadi (*Semi Goods*) pada proses produksi baik yang dilakukan oleh Manusia maupun Mesin. Inspektor akan melakukan pemeriksaan dari satu mesin/pekerja ke mesin/pekerja lainnya. Metode pemeriksaan ini dapat mendeteksi permasalahan lebih awal sebelum produk tersebut dihasilkan dalam jumlah banyak.
2. *Centralised Inspection* adalah Inspeksi yang dilakukan pada lokasi tertentu atau terpusat pada tempat yang ditentukan. Semua sampel produk yang akan dilakukan pengujian dibawa ke lokasi tersebut untuk dilakukan pengujiannya.
3. *Combined Inspection* adalah kombinasi dari *Floor Inspection* dan *Centralised Inspection*.
4. *Functional Inspection* adalah Inspeksi terhadap Fungsional pada produk. Seperti contoh pada pemeriksaan Fungsi sebuah Motor, Inspeksi Fungsional akan memeriksa karakteristik kecepatan motor tersebut sesuai dengan yang ditentukan tanpa harus mengetahui karakteristik masing-masing komponen pembentuk motor itu.
5. *First Piece Inspection* adalah Inspeksi yang dilakukan terhadap unit pertama. Unit pertama yang dimaksud ini bisa jadi adalah unit pertama pada pergantian shift kerja, unit pertama pada pergantian LOT produk, unit pertama pada pergantian alat kerja ataupun unit pertama pada pergantian parameter mesin.
6. *Pilot Piece Inspection* adalah inspeksi yang dilakukan terhadap produk baru ataupun model-model baru.
7. *Final Inspection* adalah Inspeksi yang dilakukan pada Produk Jadi (*Finished Goods*). *Final Inspection* ini memeriksa karakteristik produk secara menyeluruh baik Fungsional maupun Kosmetiknnya. *Final Inspection* ini dilakukan sebelum produk jadi tersebut dikirimkan ke pelanggan.

3. METODE PENELITIAN

3.1 Objek Pengamatan

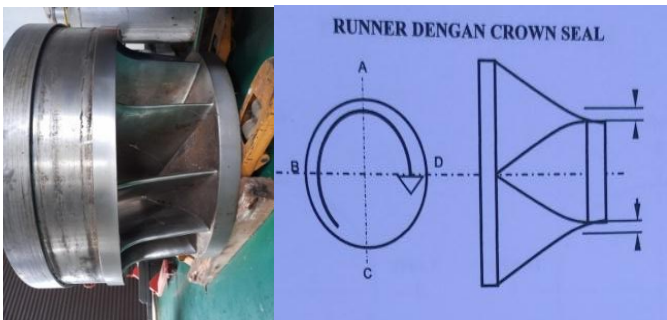
Objek pengamatan yang dilakukan pada *runner* turbin unit 3 terdapat 2 bagian sebagai berikut:

1. *Runner* dengan *band seal*, seperti terlihat pada Gambar 3.



Gambar 3. *Runner* dengan *band seal*

2. *Runner* dengan *crown seal*, seperti terlihat pada Gambar 4.



Gambar 4. *Runner* dengan *crown seal*

4. HASIL DAN PEMBAHASAN

Pada pembahasan ini akan menjelaskan mengenai perusahaan PLTA Tes lebung. PLTA Tes merupakan salah satu pembangkit listrik yang mengandalkan air sebagai penggerak suatu sistem unit turbin. PLTA Tes memiliki *power house* lama dan *power house* baru. Turbin yang digunakan perusahaan pembangkit ini yaitu turbin bertipe *francis*. Turbin yang dimiliki perusahaan berjumlah 7 unit turbin dengan berbeda kapasitas daya. Untuk unit 1 dan 2 kapasitas daya sebesar 1200 kW. Sedangkan unit 3 sampai 7 sebesar 5 X 4400 kW.

Ketika proses *maintenance* pada perusahaan PLTA Tes ini, dilakukan kegiatan *maintenance general inspection*. *General inspection* (GI) merupakan salah satu kegiatan diperusahaan PLTA Tes dalam memeriksa, pengukuran, penyetelan, perbaikan dan dilakukan pengujian salah satu unit turbin dalam beroperasi selama 20.000 jam secara rutin agar unit dapat beroperasi lebih baik dari sebelum dilakukannya perawatan. Salah satu komponen yang dilakukan perawatan yaitu *runner* pada turbin. Sebagai jantung dalam proses suatu turbin dapat beroperasi.

Runner turbin dilakukan pemeliharaan terlebih dahulu dengan mengecek *runner* menggunakan *spotcheck* untuk melihat keadaan *runner* terdapat keretakan atau tidak. Selanjutnya dilakukan pembersihan menggunakan *brush* dengan menyikat *runner* agar kerak yang menempel terlepas pada *runner* lalu dibersihkan menggunakan kain ketika sudah disikat. Kemudian, Dalam pemeriksaan itu akan menghitung atau mengukur suatu *clearance runner* ketika sebelum pemeliharaan dan sesudah pemeliharaan. Terdapat 2 bagian yang akan dilakukan pemeriksaan yaitu pada bagian *runner* dengan *band seal* dan bagian *runner* dengan *crown seal*. Dengan alat yang digunakan saat mengukur *clearance runner* yaitu *feeler gauge*.

4.1 Hasil Pengukuran *Clearance Runner* dengan *Band Seal*

Pengukuran *clearance* ini dilakukan di 4 titik, sebelum pemeliharaan dan sesudah pemeliharaan pada bagian *runner* dengan *band seal*. Hasil pengukuran dapat dilihat pada Tabel 1

Tabel 1 Hasil Pengukuran <i>Clearance Runner</i> Dengan <i>Band Seal</i>									
Putaran	Sebelum Penyetelan				Setelah Penyetelan				Keterangan
	A	B	C	D	A	B	C	D	
0°	0.60	0.80	0.60	0.80	0.60	0.80	0.60	0.80	Alat Ukur : <i>Feeler Gauge</i> Satuan : mm STD : 0.5-0.8 mm
90°	0.60	0.70	0.50	0.70	0.70	0.80	0.65	0.80	
180°	0.65	0.70	0.50	0.70	0.75	0.80	0.60	0.80	
270°	0.60	0.70	0.50	0.70	0.70	0.80	0.55	0.75	

Note : Diameter *runner* A sampai C : 1265.0 mm
Diameter *runner* B sampai D : 1265.7 mm



Gambar 5. Bagian pengukuran *runner* dengan *band seal*

4.2 Hasil Pengukuran *Clearance Runner* Dengan *Crown Seal*

Pengukuran *clearance* ini dilakukan sebelum dan sesudah pada bagian *runner* dengan *crown seal*. Tetapi pengukuran yang dilakukan hanya dapat dilakukan 2 titik karena hanya ada 2 lubang untuk mengukur dari sisi *flywheel*. Hasil pengukuran dapat dilihat pada Tabel 2.

Tabel 2 Hasil Pengukuran Clearance Runner Dengan crown seal

Putaran	Sebelum Penyetelan				Setelah Penyetelan				Keterangan
	A	B	C	D	A	B	C	D	
0°	0.60		0.50		0.85		0.65		Alat Ukur : <i>Feeler Gauge</i> Satuan : mm STD : 0.40 mm
90°	0.80		0.50		0.90		0.60		
180°	0.80		0.50		0.90		0.65		
270°	0.80		0.50		0.85		0.70		

Note : Diameter runner A sampai C : 1044.7 mm
Diameter runner B sampai D : 1044.47 mm



Gambar 6 Bagian pengukuran runner dengan crown seal

4.3 Perhitungan Daya

Dalam sebuah pemeliharaan terdapat daya yang akan diketahui daya sebelum pemeriksaan dan sesudah pemeriksaan dapat dilihat sebagai berikut:

- 1. **Perhitungan Daya Sebelum dilakukan Pemeriksaan Pada Turbin Unit 3**
Daya mampu unit x (30 hari x 24 Jam) x (Harga transfer energi - Biaya pokok produksi)
= 4,400kW x (720 jam) x (Rp.1,023 – Rp.244.81)kWh
= Rp.2,465,305,920,-
Jika turbin unit 3 beroperasi dengan normal maka akan menghasilkan sebesar Rp.2,465,305,920,-
- 2. **Perhitungan Daya Sesudah dilakukan Pemeriksaan Pada Turbin Unit 3**
Daya mampu unit x (Durasi perbaikan) x (Harga transfer energi - Biaya pokok produksi)
= 4,400kW x (8 hari x 24 jam) x (Rp.1,023 - Rp.244.81)kWh
= Rp.657,423,360,-
Kerugian yang dihasilkan selama dilakukan pemeriksaan yaitu Rp.657,423,360,-
- 3. **Perhitungan Daya yang didapat Setelah Pemeriksaan**
= Perhitungan sebelum - Perhitungan sesudah
= Rp.2,465,305,920 - Rp.657,423,360
= Rp.1,807,882,560,-
- 4. **Hasil Perhitungan Daya**
Hasil perhitungan daya pada turbin unit 3 dalam beberapa jam kerja dapat dilihat pada Tabel 3

Tabel 3 Hasil Perhitungan Daya

No	Keterangan	Jam Kerja	Hasil
1	Sebelum Pemeriksaan	720 jam	Rp.2,465,305,920,-
2	Saat Pemeriksaan	192 jam	Rp.657,423,360,-
3	Setelah Pemeriksaan	528 jam	Rp.1,807,882,560,-

Dari hasil pemeriksaan pengukuran *clearance runner* sebelum pemeliharaan dan pengukuran *clearance runner* sesudah pemeliharaan. Ketika nilai pengukuran dibandingkan dengan standar disetiap bagian, hasil yang didapat saat pengukuran lebih bagus dari standar. *Clearance runner* saat diukur mendapatkan perbedaan nilai *gap*. *Clearance* sesudah dilakukan pemeliharaan terjadi perubahan *gap* antara *runner* dengan *band seal* dan *runner* dengan *crown seal*. *Clearance* dari tiap-tiap titik terjadi *gap* sebesar 5 mm sampai 10 mm. Kemudian dilakukan pengecekan kembali saat dilakukan MO(Major Overhaul) agar *clearance runner* tetap keadaan bagus. Dengan hasil itu, maka *clearance runner* tidak terjadi gesekan atau kehausan ketika beroperasi dan tidak diperlukan nya *reparasi* atau perbaikan dan tidak keluar nya modal yang besar dalam pengadaan *runner* yang baru.

5. KESIMPULAN

1. Proses *maintenance general inspection* yang dilakukan terjadi pada turbin unit 3. *General inspection* (GI) ini dilakukan perawatan, pemeriksaan, pengukuran dan pengujian secara rutinitas suatu unit turbin selama beroperasi 20.000 jam di PLTA Tes. Komponen yang dilakukan pemeriksaan yaitu *runner* turbin tersebut. Proses *maintenance runner* ini dilakukan *spotcheck* pada *runner* kemudian membersihkan kerak menggunakan *brush* pada *runner* dan memeriksa suatu *clearance runner*.
2. Pengukuran yang dilakukan pada *runner* turbin ini terjadi *inspection* pada *clearance runner* dengan *band seal* dan *runner* dengan *crown seal*. Proses pengukuran dilakukan pada putaran 0°, 90°, 180° dan 270° di 4 titik pengukuran untuk *runner* dengan *band seal*. Tetapi untuk *runner* dengan *crown seal* dilakukan pengukuran hanya di 2 titik yaitu A dan C karena hanya ada 2 lubang untuk mengukur dari sisi *flywheel*. Hasil pemeriksaan *clearance* antara *runner* dengan *band seal* dan juga dibagian *runner* dengan *crown seal* terjadi perubahan. Hasil *clearance* sebesar 5 mm sampai 10 mm. Ketika hasil pengukuran dibandingkan dengan standar, nilai pengukuran lebih bagus. Maka *runner* ini tidak terjadinya kehausan atau gesekan saat turbin beroperasi..

DAFTAR PUSTAKA

- [1] Ritonga, D. A. A. (2019). Penentuan Waktu Preventive Maintenance Turbin dengan Metode Criticality Analysis Pada PLTA Sipansihaporas. *Jurnal SiMeTRi Rekayasa* : 1 (2).
- [2] Manzini, R., Regattieri, A., Pham, H., Ferrari, E. 2010. Maintenance for industrial systems. London : Springer-Verlag
- [3] Daryus, A. 2007. Diktat Manajemen Pemeliharaan Mesin. Jakarta: Universitas Dharma Persada
- [4] <https://ilmumanajemenindustri.com/pengertian-inspeksi-inspection-dalam-pengendalian-kualitas/>
- [5] <https://kumparan.com/mutiara-aurellia-s/pemeliharaan-dan-perawatan-dalam-perusahaan-1v15PBevRbM>
- [6] Saputra, J. C. (2007). Usulan Preventive Maintenance dan Periodic Inspection Untuk Meminimasi Downtime Mesin Kritis (Studi Kasus pada PT. Pura Barutama, Kudus).