

PENERAPAN PREVENTIVE MAINTENANCE PADA TURBIN UAP DI PLTU REMBANG

Ilham Akbar Islami¹⁾*

¹⁾ Program Studi Teknik Mesin, Fakultas Teknik, Universitas Negeri Surabaya

Naskah diterima 31 05 2022; direvisi 15 05 2023; disetujui 15 05 2023

doi: <https://doi.org/10.24843/JEM.2022.v15.i01.p06>

Abstrak

Pembangkit Listrik Tenaga Uap (PLTU) saat ini memiliki peran yang strategis dalam sistem kelistrikan di Indonesia. Sistem pemeliharaan yang diterapkan oleh perusahaan pembangkit listrik tenaga uap akan sangat berpengaruh terhadap keberlangsungan listrik yang dihasilkan. Pembangkit listrik tenaga uap memiliki beberapa bagian utama dalam sistem produksinya, salah satunya adalah turbin. Tujuan dari penelitian ini adalah untuk menjawab bagaimana perawatan turbin uap di Pembangkit Listrik Tenaga Uap (PLTU) Rembang. Metode yang digunakan dalam penelitian ini adalah deskriptif kualitatif. Pengumpulan data yang dilakukan melalui observasi langsung dan wawancara dengan pihak yang bersangkutan dibagian perawatan turbin uap. Hasil penelitian menunjukkan bahwa *preventive maintenance* pada turbin uap di Pembangkit Listrik Tenaga Uap (PLTU) Rembang terbukti efektif serta efisien untuk meminimalisir berbagai gangguan atau masalah yang terjadi pada komponen-komponen turbin uap serta dapat meminimalisir biaya perawatan serta keselamatan kerja dapat terjamin.

Kata kunci: *preventive maintenance*, turbin uap

Abstract

Steam Power Plants (PLTU) currently have a strategic role in the electricity system in Indonesia. The maintenance system implemented by the steam power plant company will greatly affect the sustainability of the electricity produced. The steam power plant has several main parts in its production system, one of which is the turbine. The purpose of this research is to answer how to maintain the steam turbine at the Rembang Steam Power Plant (PLTU). The method used in this research is descriptive qualitative. Data collection was carried out through direct observation and interviews with related parties in the steam turbine maintenance section. The results show that preventive maintenance on the steam turbine at the Rembang Steam Power Plant (PLTU) has proven to be effective and efficient to minimize various disturbances or problems that occur in the components of the steam turbine and can minimize maintenance costs and work safety can be guaranteed.

Keywords: preventive maintenance, steam turbine

1. PENDAHULUAN

Energi sangat dibutuhkan untuk kehidupan manusia, salah satu energi yang diperlukan untuk menunjang kehidupan manusia yaitu energi listrik. Energi listrik diperlukan manusia untuk berbagai keperluan baik itu untuk kepentingan rumah tangga, industri, dan berbagai prasarana lainnya. Energi listrik yang besar serta penggunaannya yang terus menerus tidak dapat tersedia secara alami atau langsung. Oleh sebab itu dibutuhkan adanya pembangkit listrik.

Pembangkit Listrik Tenaga Uap (PLTU) saat ini memiliki peran yang strategis dalam sistem kelistrikan di Indonesia. Sebagian besar pembangkit listrik di Indonesia menggunakan tenaga uap karena dinilai memiliki berbagai keunggulan diantaranya lebih ekonomis, cepat dan dapat menghasilkan energi listrik yang memadai untuk berbagai kepentingan. Harga yang terjangkau serta ketersediaan yang melimpah menjadi faktor utama penggunaan pembangkit listrik tenaga uap di Indonesia, dan umumnya pembangkit dan jaringan listrik di

*Korespondensi: E-mail: ilham.19075@mhs.unesa.ac.id

Indonesia dikuasai oleh Badan Usaha Milik Negara (BUMN).

Sistem pemeliharaan yang diterapkan oleh perusahaan pembangkit listrik tenaga uap akan sangat berpengaruh terhadap keberlangsungan listrik yang dihasilkan. Sistem produksi suatu perusahaan pada umumnya memiliki kegiatan pemeliharaan yang baik untuk menunjang kegiatan operasional. Ketika suatu sistem mengalami kerusakan, maka sistem tersebut memerlukan perbaikan. Pembangkit listrik tenaga uap memiliki beberapa bagian utama dalam sistem produksinya, salah satunya adalah turbin.

Turbin merupakan salah satu mesin konversi yang mengubah energi aliran suatu fluida menjadi energi gerak yang dapat dimanfaatkan. Mesin turbin terdiri dari beberapa bagian salah satunya rotor yang merupakan bagian berputar terdiri dari poros atau shaft dengan sudu – sudu disekelilingnya. Tumbukan pada aliran fluida menyebabkan rotor berputar. Terdapat dua jenis turbin, yaitu turbin implus dan turbin reaksi. Pada turbin implus, rotor berputar karena tumbukan dari fluida yang diarahkan oleh nosel. Sedangkan pada turbin reaksi rotor berputar karena tekanan fluida uap dari nosel yang keluar pada ujung

Turbin sendiri merupakan salah satu bagian yang sering mengalami gangguan atau kerusakan, dimana perawatan korektif merupakan salah satu penyebab gangguan atau kerusakan tersebut. Turbin memiliki banyak komponen yang apabila salah satu komponen tersebut mengalami gangguan maka akan mempengaruhi kinerja secara keseluruhan. Selain itu, kegagalan juga disebabkan oleh keausan mekanis, daya tahan, elemen material, usia dan faktor lingkungan. Evaluasi kinerja diperlukan untuk meminimalkan gangguan atau kerusakan tersebut.

Pemeliharaan dan perawatan adalah kegiatan untuk menjaga berbagai komponen agar tetap pada kondisi yang baik, serta mengadakan perbaikan dan penyesuaian agar operasi produksi memuaskan sesuai yang direncanakan. Preventive maintenance merupakan salah satu jenis perawatan yang

banyak digunakan oleh perusahaan manufaktur dan jasa. Metode ini bertujuan untuk mencegah kerusakan komponen yang sifatnya mendadak atau kerusakan komponen yang tidak diharapkan. Pekerjaan perawatan ini biasanya dilakukan pada waktu yang sudah direncanakan. Jarak interval ini ditentukan dari tingkat peralatan, mesin dan kondisi komponen. Pekerjaan perawatan preventif bisa membantu memperpanjang umur mesin tiga sampai dengan empat kali dan mengurangi kerusakan yang tidak diharapkan. Perbaikan pada preventive maintenance umumnya dikategorikan menjadi empat tingkat sesuai dengan beban pekerjaan yaitu : inspeksi, perbaikan ringan, perbaikan sedang dan overhaul. Maka pada penelitian kali ini peneliti memiliki tujuan untuk mengetahui bagaimana cara preventive maintenance untuk mengatasi gangguan atau kerusakan yang terjadi pada turbin uap di pembangkit listrik tenaga uap yang berada di Rembang Jawa Tengah.

2. TINJAUAN PUSTAKA

Pembangkit listrik tenaga uap di Rembang Jawa Tengah merupakan pembangkit listrik dengan bahan bakar batubara yang memanfaatkan fluida kerja berupa uap (steam) untuk menggerakkan turbin yang bertindak sebagai penggerak mula yang kemudian turbin akan memutar rotor generator untuk menghasilkan listrik. Dalam proses produksi listrik, banyak terjadi proses konversi energi. Proses konversi energi sendiri merupakan proses perubahan energi berdasarkan perubahan bentuk dan sifatnya. Berawal dari energi kimia yang terkandung dalam batubara yang dikonversi menjadi energi kalor dalam proses pembakaran. Kemudian dikonversi lagi menjadi energi kinetik berupa aliran uap (steam), selanjutnya dikonversi menjadi energi mekanik melalui putaran turbin dan pada proses akhirnya energi mekanik tersebut dikonversikan menjadi energi listrik melalui generator.

Turbin Uap

Turbin uap merupakan suatu penggerak mula yang mengubah energi potensial uap menjadi energi kinetik dan selanjutnya diubah menjadi energi mekanis dalam bentuk putaran poros

turbin. Poros turbin, langsung atau dengan bantuan roda gigi reduksi, dihubungkan dengan mekanisme yang akan digerakkan. Tergantung pada jenis mekanisme yang digunakan, turbin uap dapat digunakan pada berbagai bidang seperti pada bidang industri, untuk pembangkit tenaga listrik dan untuk transportasi. Pada proses perubahan energi potensial menjadi energi mekanisnya yaitu dalam bentuk putaran poros dilakukan dengan berbagai cara. Pada dasarnya turbin uap terdiri dari dua bagian utama, yaitu stator dan rotor yang merupakan komponen utama pada turbin kemudian di tambah komponen lainnya yang meliputi pendukungnya seperti bantalan, kopleng dan sistem bantu lainnya agar kerja turbin dapat lebih baik. Sebuah sistem turbin uap – generator yang digunakan untuk pembangkit listrik tenaga uap berfungsi untuk mengkonversikan energi panas dari uap air menjadi energi listrik. Proses yang terjadi adalah energi panas yang ditunjukkan oleh perubahan temperatur yang dikonversikan oleh turbin menjadi energi kinetik dan sudu-sudu turbin mengkonversikan energi kinetik ini menjadi energi mekanik pada poros atau shaft. Kemudian generator mengkonversikan energi mekanik menjadi energi listrik. Panas dari uap air yang tidak terkonversi menjadi energi mekanik, dibuang di kondenser oleh air pendingin.

Pada umumnya pembangkit listrik tenaga uap yang ada di Indonesia menggunakan turbin uap tipe multistage, yakni turbin uap yang terdiri atas lebih dari satu stage turbin (Turbin High Pressure, Intermediate Pressure, dan Low Pressure). Uap air superheater yang dihasilkan oleh boiler masuk ke turbin High Pressure (HP), dan keluar pada sisi exhaust menuju ke boiler lagi untuk proses reheater. Uap air yang dipanaskan kembali ini dimasukkan kembali ke turbin uap sisi Intermediate Pressure (IP), dan uap yang keluar dari turbin intermediate pressure akan langsung masuk ke Turbin Low Pressure (LP). Selanjutnya uap air yang keluar dari turbin low pressure masuk ke dalam kondenser untuk mengalami proses kondensasi.

Komponen Turbin Uap

Berikut adalah beberapa bagian-bagian penting pada turbin uap :

- a) Shaft seal adalah bagian dari turbin antara poros dengan casing yang berfungsi untuk mencegah uap air keluar dari dalam turbin melewati sela - sela antara poros dengan casing akibat perbedaan tekanan dan juga untuk mencegah udara masuk ke dalam selama turbin uap beroperasi. Turbin uap menggunakan sistem labyrinth seal untuk shaft seals. Sistem ini berupa bagian yang berliku - liku pada poros dan casing yang dimana kedua sisinya saling bertemu secara berselang - seling. Sistem ini bertujuan untuk mengurangi tekanan uap air di dalam turbin yang masuk di sela - sela labyrinth sehingga tekanan antara uap air dengan udara luar akan mencapai nilai yang sama pada titik tertentu. Selain adanya sistem labyrinth seal, ada satu sistem tambahan bernama sistem seal & gland steam. Sistem ini bertugas untuk menjaga tekanan di labyrinth seal pada nilai tertentu terutama pada saat start up awal atau shut down turbin dimana pada saat tersebut tidak ada uap air yang masuk ke dalam turbin uap.
- b) Turbine bearing pada turbin uap memiliki fungsi sebagai berikut :
 - 1) Menahan diam komponen rotor secara aksial.
 - 2) Menahan berbagai macam gaya tidak stabil dari uap air.
 - 3) Menahan gaya kinetik akibat ketidakseimbangan karena kerusakan sudu.
 - 4) Menahan gaya aksial pada beban listrik yang bervariasi.

Jenis bearing yang digunakan dalam desain turbin uap yaitu thrust bearing, journal bearing, dan kombinasi antara keduanya. Dibutuhkan juga sebuah sistem pelumasan menggunakan oli, yang secara terus-menerus disirkulasi dan didinginkan untuk melumasi bearing yang terus mengalami gesekan saat turbin uap beroperasi.

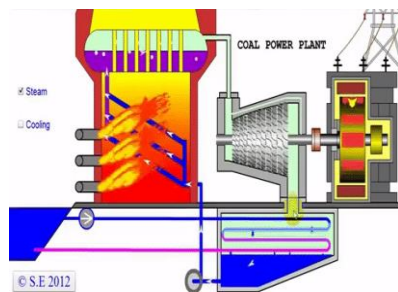
- a) Balance piston berfungsi untuk melawan gaya reaksi dari sudu yang berputar menghasilkan gaya aksial terhadap sisi belakang dari silinder pertama turbin.

- b) Turbine stop valves berfungsi untuk mengisolasi turbin dari supply uap air pada keadaan darurat untuk menghindari kerusakan atau juga overspeed.
- c) Turbine control valve berfungsi untuk mengontrol supply dari uap air yang masuk ke dalam turbin sesuai dengan sistem kontrol yang bergantung pada besar beban listrik.
- d) Turning device merupakan mekanisme memutar rotor dari turbin pada saat start awal atau pada saat setelah shut down untuk mencegah terjadinya distorsi akibat dari proses pemanasan atau pendinginan yang tidak seragam pada rotor.

Prinsip Kerja Turbin Uap

Prinsip kerja turbin uap menurut Putra Iriansyah (2013) adalah :

- a) Tekanan uap yang masuk ke nosel lebih besar dibandingkan tekanan uap yang keluar dari nosel.
- b) Turbin dipasang beberapa sudu gerak, sudu tetap disetiap baris kedua sudu gerakan, agar energi kinetik yang tersisa saat meninggalkan sudu turbin dapat dimanfaatkan kembali. Sudu tetap berfungsi mengubah arah kecepatan uap, agar uap dapat masuk kembali ke garis sudu gerak dengan tepat
- c) Untuk mendapatkan efisiensi turbin yang lebih tinggi, maka harus dibuat sekecil mungkin kecepatan uap saat meninggalkan sudu gerak turbin terakhir, agar energi kinetik yang ada dapat lebih dimanfaatkan untuk meminimalkan kehilangan energi



Sumber : Putra Iriansyah (2013)

Perawatan Dan Pemeliharaan

Pemeliharaan dan Perawatan (Maintenance) menurut Assauri dalam Edi Santoso & Edwin Julianto C adalah suatu kegiatan untuk menjaga atau memelihara fasilitas dan peralatan pabrik dan mengadakan perbaikan atau penyesuaian atau penggantian yang diperlukan agar terdapat suatu keadaan operasi produksi yang memuaskan sesuai dengan yang direncanakan. Peran Maintenance ini menentukan dalam kegiatan produksi yang menyangkut kelancaran atau kemacetan produksi, kelambatan dan volume produksi, serta efisiensi berproduksi (Assauri, 1993:88).

Kegiatan maintenance dalam perusahaan dapat dibedakan menjadi dua (Assauri, 1993:89). Pertama preventive maintenance, dan yang kedua corrective maintenance atau breakdown maintenance. Pengertian lain mengenai Pemeliharaan menurut Heizer dalam Edi Santoso & Edwin Julianto C adalah suatu aktivitas yang berkaitan dengan usaha mempertahankan peralatan atau sistem dalam kondisi layak bekerja (Heizer & Render, 2005:296). Dari dua pengertian tersebut, aktivitas pemeliharaan dan perawatan menjadi suatu kegiatan yang tidak dapat diabaikan dalam produksi. Kegiatan ini harus terjadwal dengan baik untuk mencegah hambatan produksi.

Menurut Assauri (2004) dalam Apri H.Iswanto (2008), semua tugas dan kegiatan pemeliharaan dapat digolongkan kedalam salah satu dari lima tugas pokok diantaranya adalah inspeksi, kegiatan teknik, kegiatan produksi, kegiatan administrasi dan pemeliharaan bangunan.

a) Inspeksi meliputi kegiatan pengecekan atau pemeriksaan secara berkala bangunan dan peralatan pabrik sesuai dengan rencana serta kegiatan pengecekan atau pemeriksaan terhadap peralatan yang mengalami kerusakan dan membuat laporan hasil pengecekan dan pemeriksaan tersebut. Maksud dari kegiatan inspeksi ini adalah untuk mengetahui apakah pabrik selalu mempunyai peralatan atau fasilitas produksi

yang baik untuk menjamin kelancaran proses produksi.

- b) Kegiatan teknik meliputi kegiatan percobaan peralatan yang baru dibeli, pengembangan peralatan atau komponen yang perlu diganti, serta melakukan penelitian terhadap kemungkinan pengembangan tersebut.
- c) Kegiatan produksi merupakan kegiatan pemeliharaan yang sebenarnya, yaitu memperbaiki dan mereparasi mesin-mesin dan peralatan. Secara fisik, melaksanakan pekerjaan yang disarankan dalam kegiatan inspeksi dan teknik, melakukan service dan pelumasan.
- d) Pekerjaan administrasi merupakan suatu kegiatan pemeliharaan yang menjamin adanya catatan - catatan mengenai kegiatan yang penting dari bagian pemeliharaan.
- e) Pemeliharaan bangunan merupakan suatu kegiatan untuk menjaga agar bangunan tetap terpelihara dan terjamin kebersihannya.

Program pemeliharaan preventif terdiri dari tindakan yang meningkatkan kondisi elemen sistem untuk optimalisasi kinerja dan menghindari kegagalan atau keruntuhan sistem yang tidak diinginkan. Ini melibatkan inspeksi, servis, perbaikan atau penggantian komponen fisik mesin, pabrik dan komponen mengikuti jadwal yang ditentukan. Hal ini melibatkan pemantauan yang cermat terhadap komponen turbin untuk mengantisipasi dan memperbaiki masalah sebelum memiliki kesempatan untuk menyebabkan shutdown atau secara serius mempengaruhi kinerja atau masa pakai peralatan. Preventive maintenance secara produktivitas dapat dilakukan sebagai berikut :

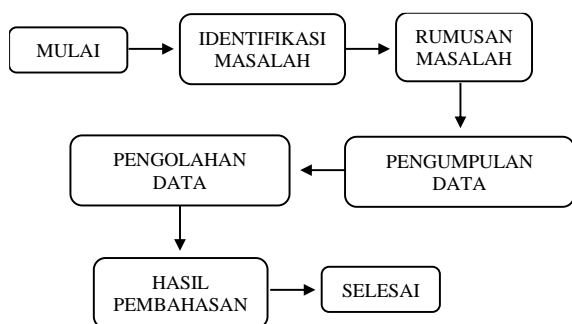
- a) Mendesain komponen yang memiliki reabilitas tinggi, mudah dioperasikan dan mudah dipelihara.
- b) Analisa biaya investasi untuk komponen dengan pelayanan pemasok dan biaya-biaya pemeliharaannya.
- c) Mengembangkan pemeliharaan preventif yang dapat dimanfaatkan secara praktis oleh operator, bagian pemeliharaan, dan teknisi.
- d) Melatih pekerja untuk mengoperasikan mesin atau peralatan, termasuk cara memelihara.

Keuntungan dari program perawatan untuk pencegahan perawatan mesin menurut Sumantri (1989:84) adalah :

- a) Biaya perbaikan menjadi kecil.
- b) Bentuk kegiatan yang lebih terarah.
- c) Berkurangnya waktu berhenti produksi dari mesin.
- d) Penyediaan suku cadang menjadi lebih teratur dan dalam jumlah yang sedikit.
- e) Sedikit gangguan akibat adanya kerusakan tiba tiba.
- f) Tidak banyak membutuhkan peralatan atau mesin pengganti.
- g) Sedikit waktu lembur.
- h) Keselamatan kerja lebih terjamin.

3. METODE PENELITIAN

Pengambilan data pada penelitian kali ini diambil langsung dari turbin yang berada di unit 20 PLTU Rembang Jawa Tengah. Setelah melakukan kegiatan magang pada bulan januari sampai dengan bulan maret 2022, peneliti mendapatkan pengalaman untuk sistem perawatan pada turbin uap. Pengumpulan data yang dilakukan melalui observasi langsung dan wawancara dengan pihak yang bersangkutan dibagian perawatan turbin uap. Terdapat dua data yaitu data yang tertulis dan data lisan hasil wawancara. Data tertulis berupa data evaluasi dan data yang tidak tertulis yaitu data hasil observasi dan data analisis. Kemudian data tersebut digabungkan untuk diolah menjadi data untuk perawatan turbin uap dengan teknik preventive dan



Gambar Diagram Penelitian

diharapkan menjadi teknik pemeliharaan yang lebih maksimal.

4. HASIL DAN PEMBAHASAN Spesifikasi Turbin

Turbin uap merupakan suatu peralatan yang berfungsi untuk merubah energi yang terkandung dalam uap (entalpi) menjadi energi mekanik berupa momen putar pada poros turbin. Saat uap mengalir melalui nosel dan sudu diam yang terpasang pada stator turbin, maka terjadilah perubahan energi panas yang terkandung pada uap menjadi energi kinetik berupa kecepatan aliran uap. Saat uap kecepatan tinggi mengalir melalui sudu gerak yang terpasang pada rotor turbin, maka terjadilah perubahan energi kinetik menjadi energi mekanik berupa putaran poros turbin. Pada pembangkit listrik tenaga uap yang berada di Rembang menggunakan turbin dengan spesifikasi sebagai berikut :

Model	N300-16.7/538/538-8
Type	Sub-Critical parameter, intermediatereheat, double casing with double steam exhaust condensing
Manufacturer	Dongfang Turbines Co. Ltd
Speed	3000 rpm
Rotation Direction	Clockwise (viewed from T to G)
Rated Output	300 MW
Maximum Ouput	325, 839 MW
Main Steam Pressure	16,7 MPa
Reheat Steam Pressure	3,528 MPa
Reheat Steam Temperature	537°C
Back Pressure	8,7 kPa
Max Steam Flow	1025 t/h
Steam Distribution Mode	Electrical Governing
EHC Type	HP EHC
Number of Stages	Governing stages + 8 HP + 6 IP + 2x6 LP
Number of Extraction Stages	8 (4 LPH, 1 Deaerator, 3HP)

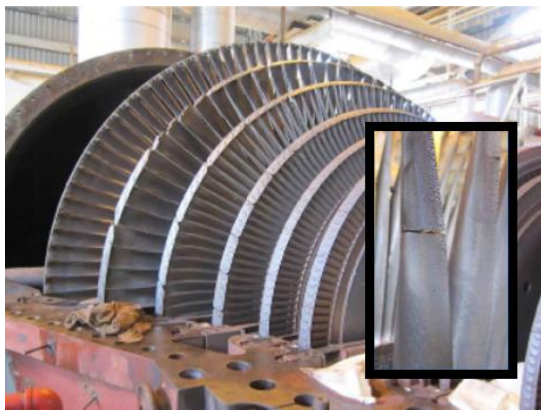
Tabel 1. Spesifikasi Turbin uap di PLTU Rembang

Kinerja suatu pembangkit listrik tenaga uap dipengaruhi oleh kinerja turbin uapnya. Salah satu acuan untuk mengukur kinerja turbin uap

adalah dengan mengukur turbine heat rate. Turbine heat rate adalah jumlah kalor yang dibutuhkan siklus turbin untuk menghasilkan satu KWh bruto.

Masalah Pada Turbin

Permasalahan yang sering terjadi pada steam turbine atau turbin uap adalah blade turbin berkerak, banyaknya deposit yang menumpuk dikarenakan kualitas uap yang buruk dan karena vibrasi berlebihan pada blade turbin. Kualitas uap ini berasal dari air boiler uap yang akan menyebabkan perputaran turbin menjadi tidak seimbang dan lama kelamaan akan merusak sudu turbin. Akan tetapi getaran ini dipengaruhi oleh komponen-komponen pendukung lainnya. Pembengkokan poros pada turbin dikarenakan oleh torsional vibration yang merupakan proses dimana bagian pusat badan turbin yang diputar pada saat terjadi proses perputaran terjadi pula gaya lintang tertentu yang arahnya sama dengan rotasi poros. Penyebab umum terjadinya getaran dikarenakan pemilihan bahan dan material yang digunakan tidak sesuai dengan standarisasi turbin, cara pemasangan tidak tepat sempurna, perbedaan ukuran laluan sudu yang dapat terjadi akibat ketidak telitian saat



Gambar 2. Blade turbin patah

perakitan atau pembuatannya, adanya benda asing yang turut dalam aliran fluida yang mengakibatkan ketidak seimbangan kinerja turbin dan perputaran turbin, dan kerusakan - kerusakan fisik lainnya. Kerusakan fisik ini berupa keropos pada komponen turbin, perubahan bentuk pada komponennya, penurunan kecepatan putaran torsional poros generator, timbul suara yang tidak semestinya,

penurunan kecepatan rotasi turbin, penurunan efisiensi turbin dan daya mampu produksi juga ikut menurun. Berikut adalah contoh gambar kerusakan fisik turbin yang terjadi pada sudu atau blade yang patah akibat dari vibrasi atau getaran dan pemilihan material yang kurang baik.

Implementasi Preventive Maintenance

Perawatan Periodik Turbin Uap :

- a) Periksa baut pondasi turbin.
- b) Periksa bearing turbin.
- c) Lakukan pelumasan dengan motor digunakan saat start atau saat turbin beroperasi.

Preventive Maintenance Pada Turbin Uap :

- a) Man Power : 6 Orang
- b) Man Hour : 8 jam
- c) Tool : kunci ring pas $\frac{3}{4}$, 15/16, kunci Shock, tang, martil, obeng minus dan obeng plus.

Pemeliharaan Turbin Uap

- a) Pemeliharaan Berdasarkan Periode
Pada umumnya ada tiga jenis pemeliharaan periodik yang ada pada turbin uap yaitu :
 - 1) *Simple Inspection* atau Si (8.000 jam ope-rasi)
 - 2) *Mean Inspection* atau Me (16.000 jam ope-rasi)
 - 3) *Serious Inspection* atau Se (32.000 jam operasi)

Dalam *Mean Inspection*, terdapat pekerjaan yang sama dengan *simple inspection* yang ditambah dengan beberapa pekerjaan lain yang diperlukan, demikian juga halnya dengan *serious inspection* akan ada pekerjaan yang sama dengan *mean inspection* yang ditambah dengan beberapa pekerjaan lain yang harus dilakukan sesuai dengan *maintenance manual book*. *Serious inspection* juga dilakukan pada tahun pertama operasi. Hal ini sangat penting dilakukan untuk mengamati kemungkinan kerusakan yang terjadi dan juga dapat digunakan untuk mendapatkan jaminan atau garansi dari kontraktor atau pabrik pembuat turbin uap yang bersangkutan.

- A. Pemeliharaan Berdasarkan Kondisi
Pemeliharaan yang waktu pelaksanaannya direncanakan sebelumnya, berdasarkan data operasi yang dicatat dan unit diberhentikan beberapa saat sebelum sampai pada kondisi rusak. Apabila

pemberhentian mesin dilaksanakan atas hasil analisa data, maka disebut pemeliharaan prediktif. Pemeliharaan berdasarkan kondisi pada umumnya dibagi dua macam yaitu pemeliharaan dalam keadaan beroperasi (*in service maintenance*), pemeliharaan dalam keadaan tidak beroperasi (*outage maintenance*).

1) Pemeliharaan Dalam Keadaan Beroperasi

Pemeliharaan dalam keadaan beroperasi adalah pekerjaan yang dilakukan tanpa mengganggu jalannya operasi turbin. Pada umumnya pekerjaan yang dilakukan adalah pekerjaan-pekerjaan ringan seperti pembersihan, pengukuran, pengamatan dan sebagainya pada turbin maupun peralatan bantuannya. Pemeliharaan dalam keadaan beroperasi mencakup :

a) Pemeliharaan Rutin

Beberapa pemeliharaan rutin yang dapat dilakukan pada saat turbin beroperasi, diantaranya adalah :

1. Penambahan grease pada.
2. Menambah minyak pelumas ke dalam tangki.
3. Membersihkan minyak pelumas.
4. Membuang air dan lumpur melalui drain tangki minyak pelumas dan memeriksa kondisi minyak pelumas.
5. Mengencangkan baut-baut yang longgar.
6. Menutup atau mengurangi kebocoran pada seal katup-katup.

b) Peralatan Stand-by

Beberapa peralatan bantu untuk mengoperasikan turbin uap harus memiliki unit cadangan yang siap sedia untuk digunakan kapanpun waktunya, maka dari itu peralatan cadangan ini harus dilakukan perawatan dan pengecekan secara berkala.

c) Pengaman Turbin

Pemeliharaan lengkap dari pengaman turbin beserta sistemnya dilakukan pada saat turbin tidak beroperasi, akan tetapi untuk melihat unjuk kerja dari peralatan pengaman tersebut, banyak pabrikan turbin membuat peralatan pengamatan yang dapat diuji pada saat turbin bekerja, namun hal ini dilakukan dengan sangat hati – hati agar tidak terjadi kerusakan yang tidak diinginkan.

e) Turbin Supervisory

Pengamatan terhadap pengukuran yang didapat dari peralatan turbine supervisory harus dicatat, diamati dan dievaluasi dengan tepat untuk melihat gejala kerusakan yang terjadi. Peralatan turbin supervisory adalah alat-alat untuk mengukur eksentrisitas, getaran, temperatur bantalan, kecepatan, posisi rotor dan pemakaian thrust bearing.

f) Kebersihan

Dalam pemeliharaan turbin uap, kebersihan sangat besar pengaruhnya terhadap keamanan operasi turbin, oleh sebab itu kebersihan pada saat turbin beroperasi tidak boleh ditinggalkan, seperti kebocoran minyak pelumas dan kerak yang tertinggal.

2) Pemeliharaan Dalam Keadaan Tidak Beroperasi

Pemeliharaan dalam keadaan tidak beroperasi dapat dilakukan pada saat simple inspection, mean inspection dan serious inspection. Pada keadaan tertentu dapat dilakukan juga pemeliharaan tak terjadwal, tetapi hal ini tidak boleh melampaui lama waktu yang diperlukan oleh kegiatan utama dan ini hanya dilakukan pada peralatan yang pada pengamatan sebelumnya menunjukkan adanya kelainan. Dalam sifat pemeliharaan seperti ini harus memperhatikan jadwal inspection yang baik sehingga urutan satu pekerjaan dengan pekerjaan yang lainnya dapat dilaksanakan secara teratur tanpa ada waktu yang terbuang. Jadwal yang baik akan mempercepat penyelesaian

pekerjaan dan mengurangi biaya inspection. Pemeliharaan dalam keadaan tidak beroperasi mencakup :

a) Pemeliharaan Rotor Turbin

Pemeliharaan ini hanya berupa pemeriksaan pada sudu turbin tingkat akhir dengan jalan melihatnya dari bagian atas kondensor setelah menhole disisi turbin exhaust dibuka (simple inspection). Pemeriksaan yang dilakukan diantaranya adalah :

1. Kemungkinan adanya kerak yang menempel pada sudu akhir.
2. Korosi dan erosi.
3. Kemungkinan terjadinya gesekan.
4. Kemungkinan terjadinya keretakan.
5. Kerusakan akibat benda asing.

Sedangkan pada mean inspection dan serious inspection, seluruh bagian atas rotor diperiksa dan diperbaiki. Pemeriksaan dilakukan dengan cara membuka upper casing, melepas kopling, membuka bantalan dan komponen lainnya hingga rotor dapat diangkat dan ditopang pada dudukan khusus yang disediakan. Pengangkatan ini harus dilakukan dengan hati-hati karena sangat sempitnya clearance antara rotor dan stator turbin.

b) Pemeliharaan Stator Turbin

Pemeliharaan ini dilakukan dengan terlebih dahulu membuka upper casing, kemudian angkat rotor dengan hati-hati, lalu lakukan pekerjaan pemeliharaan, pemeriksaan dan perbaikannya diantaranya adalah :

- 1) Periksa adanya kerak pada sudu tetap, bersihkan dengan sandblast.
- 2) Periksa keretakan-keretakan pada setiap bagian stator.
- 3) Laksanakan pemeriksaan pada permukaan flanges upper dan lower casing.
- 4) Periksa akibat korosi dan erosi pada labyrinth dan sudu.

5) Periksa bekas bocoran uap melalui celah pada flanges antara upper dan lower casing.

6) Periksa dan perbaiki kerusakan pada sudu-sudu tetap.

7) Bersihkan ulir-ulir pada baut dan mur.

8) Lakukan pengencangan pada baut dan mur.

c) Pemeriksaan Bantalan

Pemeriksaan pada bantalan yang perlu dilakukan diantaranya :

a) Pengukuran Clearance.

b) Pemeriksaan bekas gesekan antara journal dengan bearing.

c) Babbit yang terkelupas akibat gesekan.

d) Keretakan.

e) Cacat cathodic.

f) Korosi.

d) Penyetelan Clearance Rotor dan Stator

Jarak clearance antara rotor turbin dan stator, terutama pada sisi tekanan tinggi sangatlah sempit dan kemungkinan akan terjadinya gesekan antara rotor dengan stator apabila celah ini tidak disetel dengan baik. Pengukuran ini dapat dilakukan dengan fuller, dial gauge dan alat ukur lainnya.

e) Penyebaran Poros

Dalam kenyataannya posisi turbin dalam keadaan diam dan dingin, tidak lurus sama sekali, sehingga posisi satu poros dengan poros lainnya tidak lurus/sebaris, misalnya poros turbin dengan poros generator, atau poros turbin tekanan tinggi dengan poros turbin tekanan rendah. Ketidak sebarisan ini diakibatkan oleh melengkungnya poros akibat dibebani rotor. Besarnya kelelengkungan akan tergantung dari beban rotor dan kekakuan poros. Dengan demikian satu poros dengan poros lainnya sengaja tidak dibuat sebaris, akan tetapi dibuat sedemikian rupa sehingga ada ketidak sebarisan yang besarnya sudah ditentukan oleh pabrik pembuat. Diharapkan pada saat turbin berputar dan panas, posisi

poros akan menjadi sebaris baik arah aksial maupun radial.

f) Pemeliharaan Sistem Governor

Pemeliharaan ini meliputi pemeliharaan terhadap katup uap utama, katup pengatur dan intercept valve serta sistem kontrol governor dan proteksi putaran yang berlebih. Hal yang dilakukan mencakup pemeriksaan, pembersihan dan perbaikan atau penggantian komponen yang rusak. Setelah dilakukan pemeriksaan dan perbaikan pada katup-katup, kemudian dilakukan penyetelan kembali yang sesuai dengan ketetapan yang sudah berlaku.

g) Pengujian pada Peralatan Proteksi

Setelah pekerjaan inspection selesai, perlu adanya pengujian pada peralatan proteksi untuk menjamin agar turbin bekerja dengan aman. Pengujian dilakukan pada overspeed trip dan low bearing oil pressure trip.

B. Perawatan Secara Rutin Meminimalisir Getaran Pada Turbin

Perawatan pada turbin dilakukan untuk menguji tingkat vibrasi pada turbin. Pengawasan dan perawatan serta pengujian lainnya untuk menjaga kesinambungan mesin agar terjaga performa mesin dan komponen-komponen pendukungnya. Pada umumnya turbin dilakukan perawatan secara periodik untuk

pemeliharaan berdasarkan jam operasi. Setelah turbin yang bersangkutan menjalani jangka waktu operasi tertentu harus dilakukan perbaikan bahkan sampai adanya pergantian pada komponen-komponen turbin. Maintenance ini juga memiliki kelebihan untuk meningkatkan kehandalan dan keamanan. Beberapa kegiatan yang dilakukan saat keadaan maintenance sebagai berikut :

- 1) Pemantauan serta pemulihan blade turbine (korosi, retak, erosi dll)
- 2) Pemantauan serta pemulihan suhu tekanan pada turbin.
- 3) Pemantauan serta pemulihan pada *nozzle* (evaluasi data).
- 4) Pemantauan serta pemulihan minyak pelumas serta bantalan (*bearing*)

- 5) Pemantauan serta pemulihan rotor dan komponen-komponennya.

Kegiatan-kegiatan maintenance di atas merupakan kegiatan yang rutin dilakukan untuk meminimalisir getaran dan kerusakan pada turbin. Oleh karena itu, maintenance menjadi peranan utama bagi kekuatan turbin.

5. Kesimpulan

1. *Preventive Maintenance* adalah pemeliharaan yang dilakukan secara rutin untuk mengurangi kemungkinan kegagalan peralatan. *Preventive maintenance* dilakukan saat peralatan dalam kondisi kerja yang baik sebelum kegagalan terjadi.
2. Penerapan *Preventive Maintenance* pada turbin uap atau *steam* turbin yang ada di Pembangkit Listrik Tenaga Uap Rembang Jawa Tengah terbukti efektif serta efisien untuk meminimalisir berbagai gangguan atau masalah yang terjadi pada komponen-komponen turbin uap serta biaya perbaikan menjadi lebih kecil, kegiatan lebih teratur dan terarah serta keselamatan kerja yang lebih terjamin.
3. Berbagai gangguan yang ada pada komponen turbin uap dapat dicegah lebih awal agar tidak terjadi gangguan yang lebih parah. Sehingga keandalan turbin akan lebih baik. Keandalan tersebut akan menstabilkan kinerja turbin dan turbin dapat memiliki umur kerja yang lebih lama.

Saran

1. Perusahaan diharapkan mendata dan menyimpan secara lengkap berbagai komponen yang mengalami gangguan atau kerusakan sehingga bisa menjadi bahan evaluasi atau pertimbangan di maintenance periode berikutnya.
2. Untuk peneliti selanjutnya diharapkan ada *detail* penelitian mengenai *preventive maintenance* pada setiap *part* turbin uap.

DAFTAR PUSTAKA

- Boles, Michael A and Yunus A Cengel. 2002. *Thermodynamics : An Engineering*.
Priyaoatmojo, Slamet dan Margana. 2016. "Analisa Efisiensi HRSG Unit 1 di PT PLN (Persero) Sektor Pembangkitan PLTGU Cilegon". *Jurnal Teknik Energi* Vol 12 No.2.

- Putra Iriansyah. 2013 “ Mengenal Turbin Uap “
Artikel Mechanical Engineering.
- Sentosa, Dian Swastatika. 2008. Session 17 “
Steam Turbin.
- Sunarwo dan Supriyo. 2015. “ Analisa Heat
Rate Pada Turbin Uap Berdasarkan
Performance Test PLTU Tanjung Jati B Unit 3
“ Jurnal Teknik Energi Vol 11 No. 3.
- Supriyanto Eko, dkk. 2014. “ Kajian Heat Rate
dan Simulasi Menggunakan Software
Thermoflow (Studi Kasus PLTU Ombilin Unit 1
dan PLTU Tanjung Jati B Unit 4).
- Utility Operation Dept. 2016. Power Plant
Overview : Power Station Training and
Development.
- NW Power, dan Dongfang Electric, Turbine
Operation Manual, PLTU 1 Jawa Tengah
Rembang.
- NW Power, dan Dongfang Electric, Electric
Operation Manual Generator and Electrical
Equipment, PLTU 1 Jawa Tengah Rembang.
- NW Power, dan Dongfang Electric,
Thermodynamic Performance for Model N300-
16.7-538-538-8 Turbine, PLTU 1 Jawa Tengah
Rembang.
- Udiklat Suralaya, Modul 2 Pengoperasian
(Thermodinamika), PT. PLN (Persero), 2008.
- Chapman, Stephen J, “Electric Machinery
Fundamentals”, 4rd Edition, Mc Graw – Hill
Book Company, Australia, 2004.
- Udiklat Suralaya, Modul 3 Pengoperasian
(Thermodinamika), PT. PLN (Persero), 2008.
- Caturwati, NK., dkk., Pengaruh Temperatur
Lingkungan Terhadap Efisiensi Turbin
Pembangkit Listrik Tenaga Panas Bumi
(PLTP), Universitas Sultan Ageng Tirtayasa :
Makalah Prosiding Seminar Nasional AVoER
3, 2011, ISBN : 979-587-395-4.
- Ristyanto, A N., Simulasi Perhitungan Efisiensi
Sistem Pembangkit Listrik Tenaga Uap (PLTU)
Rembang, UNDIP : Makalah Tugas Akhir
Jurusan Teknik Elektro Fakultas Teknik.
- Ujianto, Tri. Perhitungan Efisiensi Pada Turbin
Generator 51g1 Kondisi Ekstraksi Di Utilities
Section Area 50 PT Pertamina RU IV Cilacap,
UNDIP : Makalah Kerja Praktek.
- Ardian km., Perhitungan Daya Output High
Pressure Turbine & Intermediate Pressure
Turbine dengan Metode Penurunan Enthalpy.
Makalah Kerja Praktek.

