

Pemeliharaan Sistem Pelumasan Pada Turbin Uap Di PLTU XYZ

Muhammad Fadil¹, Aldrein T.P.R. Tambunan¹, Afif Haidar Hasibuan¹, Manuel Elroi¹, Yosua Sinambela¹, Aston Samuel Situmorang¹, Fajar Paundra¹

¹Program Studi Teknik Mesin, Institut Teknologi Sumatera

Penulis Korespondensi : Fajar Paundra (fajar.paundra@ms.itera.ac.id)

ABSTRAK

Pembangkit Listrik Tenaga Uap merupakan pembangkit yang mengandalkan energi *kinetic* dari uap untuk menghasilkan energi Listrik. Pembangkit Listrik jenis ini adalah generator yang dihubungkan ke turbin dimana untuk memutar turbin diperlukan energi *kinetic* dari uap panas atau kering. Tujuan dari penelitian ini adalah untuk mempelajari pemeliharaan (*maintenance*) dari sistem pelumasan turbin pada PLTU XYZ. Metode yang digunakan dalam pengumpulan data meliputi observasi, wawancara dan studi Pustaka. Berdasarkan penelitian yang dilaksanakan sistem pelumasan turbin (*turbine oil system*) merupakan suatu sistem yang mengatur pelumasan bantalan komponen-komponen yang bergerak dalam mengatur pelumasan bantalan komponen-komponen yang bergerak dalam turbin dan peralatan pendukung lainnya. Hal ini yang menjadi komponen utama pelaksanaan perawatan pada sistem pelumasan turbin uap agar memastikan alat dapat bekerja dengan maksimal.

KATA KUNCI Pembangkit listrik tenaga uap; Turbin uap; Perawatan sistem pelumasan

1. PENDAHULUAN

Pembangkit Listrik Tenaga Uap adalah pembangkit yang mengandalkan energi *kinetic* dari uap untuk menghasilkan energi Listrik. Bentuk utama pembangkit Listrik jenis ini adalah generator yang dihubungkan ke turbin dimana untuk memutar turbin diperlukan energi *kinetic* dari uap panas atau kering. Pembangkit Listrik tenaga uap menggunakan berbagai macam bahan bakar salah satunya batu bara sebagai start awal. Pembangkit Listrik Tenaga Uap (PLTU) adalah suatu sistem pembangkit termal dengan menggunakan uap air sebagai fluida kerjanya, yaitu dengan memanfaatkan energi *kinetic* uap untuk menggerakkan poros sudu-sudu turbin. Untuk memproduksi Listrik dengan tenaga uap dilakukan dengan mengambil energi panas yang terkandung dalam bahan bakar, untuk memproduksi uap kemudian dipindahkan ke dalam turbin dan turbin tersebut merubah energi panas yang terkandung dalam bahan bakar, untuk memproduksi uap kemudian di pindahkan kedalam bentuk gerak putar. Kemudian karena poros turbin dan poros generator dikopel, maka generator akan berputar sehingga bisa menghasilkan Listrik. Dalam Pembangkit Tenaga Uap ada 4 komponen utama yaitu Boiler, Turbin, Condesor, dan Pompa[1].

Pada Pembangkit Listrik Tenaga Uap (PLTU), turbin uap merupakan komponen yang sangat vital yang berfungsi merubah secara langsung energi panas yang terkandung dalam uap menjadi gerak putar pada poros. Poros turbin ini dikopel dengan poros generator

sehingga generator dapat menghasilkan listrik. Turbin uap merupakan salah satu bagian penting dari sistem Pembangkit Listrik Tenaga Uap (PLTU). Turbin mengubah energi yang terkandung dalam uap melalui sudu-sudu menjadi gerak putar pada poros turbin kemudian diteruskan ke generator sehingga menghasilkan Listrik. Dari sisi turbin ekonomi juga merupakan bagian termahal dari suatu sistem PLTU tersebut. Oleh karena itu perawatan kondisi turbin harus dilaksanakan dengan sebaik mungkin agar usia penggunaan turbin bisa semakin lama dan performa turbin dalam kondisi yang baik[2].

Turbin terdiri dari rotor (bagian yang berputar) dan stator (bagian yang diam) pada rotor terdapat sudu-sudu gerak yang disusun bertingkat pada stator. Rotor turbin disangga oleh bantalan berbentuk silinder. Setiap bantalan terdiri dari 2 bagian yang terpisah secara horizontal. Terdapat 6 bantalan pada rangkaian turbin dan generator. Pada saat turbin berputar, akan terjadi gesekan antara poros turbin dengan bantalan, untuk mengurangi gesekan tersebut diperlukan sistem pelumasan pada turbin uap[3].

Sistem pelumasan turbin uap merupakan suatu sistem yang mengatur pelumasan komponen-komponen yang bergerak dalam turbin dan bantalan (*bearing*) serta peralatan pendukung lainnya. Sistem ini mengatur agar fungsi pelumasan secara kontinyu pada turbin agar dapat berjalan dengan maksimal. Sistem pelumasan pada turbin uap ini tidak hanya berfungsi untuk mengurangi gesekan saja, namun juga dapat berfungsi untuk

memindahkan panas, kotoran, dan mendinginkan bantalan turbin. Pada turbin ini sistem pelumasan dapat ditemui di pompa-pompa, generator, dan turbin[4].

2. BAHAN DAN METODE

Turbin Uap

Turbin uap berfungsi untuk mengubah energi panas yang dihasilkan oleh uap menjadi energi putar (mekanik). Poros turbin dikopel dengan poros generator sehingga Ketika turbin berputar generator juga ikut berputar. Turbin uap terdiri dari dua bagian utama, yaitu stator dan rotor yang merupakan komponen utama dalam turbin yang kemudian ditambah komponen lainnya agar kerja turbin dapat lebih baik. Tipe turbin yang digunakan di PLTU XYZ adalah N110-8.83-535, *produced by Nanjing and Electric Machinery (Group) Co., Ltd*[5][6][7].



Gambar 1. Turbin Uap Pada PLTU XYZ

Secara sederhana prinsip kerja turbin uap adalah sebagai berikut[8]

1. Uap masuk kedalam turbin melalui nosel. Nosel energi panas dari uap dirubah menjadi energi kinetik dan uap mengalami pengembangan[9].
2. Tekanan uap pada saat keluar dari nosel lebih kecil dari pada saat masuk kedalam nosel, akan tetapi sebaliknya kecepatan uap keluar nosel lebih besar dari pada saat masuk ke dalam nosel.
3. Uap yang memancar keluar dari nosel diarahkan ke sudu-sudu yang berbentuk lengkungan dan dipasang di sekeliling roda turbin. Uap yang mengalir melalui celah-celah antara sudu turbin itu, diblokkan kearah mengikuti lengkungan dari sudu turbin. Perubahan kecepatan uap ini menimbulkan gaya yang mendorong dan kemudian memutar roda dan poros turbin[10].

Sistem Pelumasan Turbin Uap

Sistem pelumasan turbin uap merupakan suatu sistem yang mengatur pelumasan komponen-komponen yang bergerak dalam turbin dan bantalan (*bearing*) serta komponen lainnya. Sistem ini mengatur agar fungsi pelumasan secara kontinyu pada turbin uap agar dapat berjalan dengan maksimal. Sistem ini di desain sedemikian rupa sehingga Sebagian besar peralatan di sistem pelumas diatur di dalam tangka minyak untuk mempermudah operasi dan pemantauan serta pencegahan kebakaran. Fungsi dari pelumasan bantalan pada turbin adalah untuk mencegah kontak langsung

antara bantalan dengan poros turbin. Oleh karena itu sangat di butuhkan pelumasan. Pelumasan bantalaan pada turbin adalah masalah yang sangat penting sehingga turbin tidak boleh di putar tanpa pelumasan akan menyebabkan kerusakan material[11]:

1. Sebagai pelumas, sistem pelumasan bertujuan untuk mencegah kontak langsung antara bantalan dengan poros[12].
2. Sebagai pendingin, gesekan yang terjadi akan menimbulkan panas yang berlebihan sehingga terjadi kerusakan pada material. Minyak pelumas berfungsi untuk menyerap panas yang timbul akibat gesekan dua benda secara terus-menerus.
3. Untuk mengurangi korosi, pelumas juga dapat mengurangi laju korosi karena membentuk lapisan pelindung pada permukaan logam atau material, sehingga menghambat terjadinya korosi.

Jenis-Jenis Pemeliharaan

Dalam penelitian yang dilaksanakan terdapat beberapa jenis perawatan yang dilakukan di PLTU XYZ antara lain[13]:

1. *Preventive maintenance*
Preventive maintenance merupakan salah satu Tindakan pemeliharaan yang dilaksanakan secara terjadwal dan terencana. Hal ini dilakukan untuk mengantisipasi masalah-masalah yang dapat mengakibatkan kerusakan pada alat dan menjaga agar performa alat selalu dalam keadaan normal.
2. *Predictive Maintenance*
Predictive maintenance merupakan jenis pemeliharaan yang bersifat prediksi, dalam hal ini merupakan bentuk evaluasi dari perawatan secara berkala (*preventive maintenance*). Pendeteksian ini dapat dievaluasi dari indikator-indikator yang terpasang pada instalasi suatu alat dan juga dapat melakukan pengecekan vibrasi dan allignment untuk menambah data dan Tindakan perbaikan selanjutnya.
3. *Breakdown maintenance*
Breakdown maintenance merupakan pemeliharaan/perbaikan yang dilaksanakan tanpa adanya rencana terlebih dahulu, dimana kerusakan terjadi secara tiba-tiba atau mendadak pada suatu alat yang sedang beroperasi, yang menimbulkan kerusakan hingga alat tidak dapat beroperasi. Contoh kerusakana tersebut pada pompa adalah: rusaknya bantalan karena kegagalan pada pelumasan. Terlepasnya *couple* penghubung antara poros pompa dan poros penggeraknya akibat kurang kencangnya baut-baut yang tersambung.
4. *Corrective maintenance*
Corrective maintenance merupakan pemeliharaan yang telah direncanakan, yang didasarkan pada kelayakan waktu operasi yang telah ditentukan pada buku petunjuk alat tersebut. Pemeliharaan ini merupakan “*general overhaul*” yang meliputi pemeriksaan, perbaikan dan penggantian terhadap setiap alat yang sudah tidak layak pakai lagi, baik karena rusak maupun telah mencapai batas maksimum waktu operasi yang telah ditentukan.

Pengambilan Data

Pada saat melakukan pengambilan data di PLTU XYZ, penulis menggunakan metode-metode sebagai berikut:

1. Observasi dan identifikasi lapangan/pengamatan di lapangan dengan melihat kondisi pengolahan uap panas bumi menjadi energi Listrik untuk mengetahui pelaksanaan dan permasalahan yang nanti akan dipelajari.
2. Pengumpulan data yang dilaksanakan penulis adalah dengan mengumpulkan informasi dari berbagai sumber baik secara visual dan wawancara terhadap orang yang berkaitan dengan objek yang dituju.

3. HASIL DAN PEMBAHASAN

Dalam pelaksanaan penelitian penulis mengamati beberapa komponen yang pada unit II Turbin Uap. Pada unit ini dipegang oleh divisi *maintenance*, sehingga yang diamati pada bagian ini adalah perawatan dan pemeliharaan mesin. Adapun alat-alat pada *turbine oil system* yang diamati penulis adalah sebagai berikut[14]:

1. Main oil tank

Main oil tank adalah tanki yang dapat menampung minyak pelumas dalam jumlah besar dan berfungsi untuk membuang gas-gas yang terakumulasi dalam tangka *lube oil* serta membantu perputaran minyak pelumas kembali ke tangki. Suhu minyak pelumas harus selalu dimonitor dan dijaga agar tetap pada batas yang ditetapkan agar proses pelumasan dapat berjalan dengan baik.



Gambar 2 Main oil tank

2. Main oil pump

Main oil pump merupakan pompa yang dikopel dengan rotor HP turbin. Desain pompa minyak utama ini adalah 100% MCR. Pompa ini berfungsi untuk mensuplai pelumasan pada *bearing-bearing* turbin ketika telah mencapai atau mendekati putaran normalnya, menyediakan suplai minyak untuk peralatan *trust bearing trip*.



Gambar 3 Main oil pump

3. AC Oil Pump

AC Oil Pump adalah pompa yang digerakkan oleh motor AC dan mensirkulasikan minyak pelumas ke turbin pada saat start turbin atau saat putaran rendah.



Gambar 4 AC Oil Pump

4. DC Oil Pump

Pompa ini digerakkan oleh motor DC yang disuplai dari baterai. Pompa ini berfungsi untuk menyuplai minyak pelumas dalam kondisi darurat, seperti ketika terjadi *black out*, yaitu tegangan AC hilang, dan digunakan selama unit *turbine shutdown*.



Gambar 5 DC Oil Pump

5. Lube Oil Cooler

Lube oil cooler biasanya terdiri dari dua unit, salah satunya beroperasi dan yang lainnya dalam posisi *stand-by*. *Lube oil cooler* berfungsi untuk mendinginkan minyak pelumas yang sudah ditampung di dalam *main oil tank* dan akan dialirkan kembali ke bantalan *bearing*.



Gambar 6 DC Oil Pump

6. *Lube Oil Filter*

Lube Oil Filter berfungsi untuk menyaring kotoran/partikel yang terdapat dalam oli. Untuk memastikan *bearing* bebas dari *trouble*, *lube oil* harus memenuhi kriteria dan spesifikasi yang ditemukan dalam *manual operation of gas 6 um*.



Gambar 7 Lube Oil Filter

7. *Turbine Lube Oil Conditioner*

Turbine Lube Oil Conditioner adalah alat yang berfungsi untuk membersihkan minyak pelumas dari kotoran cair maupun kotoran padat.



Gambar 8 Turbine Lube Oil Conditioner

8. *Jacking Oil Pump*

Jacking Oil Pump adalah pompa yang berfungsi untuk mengangkat poros turbin saat *start* awal.



Gambar 9 Jacking Oil Pump

9. DEH (*Digital Electro Hydraulic*)

DEH (*Digital Electro Hydraulic*) adalah alat pada sistem pelumasan pada turbin uap yang memiliki fungsi mengontrol level oli yang keluar masuk *bearing* 1,2,3,4,5 turbin utama.



Gambar 10 DEH (*Digital Electro Hydraulic*)

10. *Main oil tank Exhaust Fan*

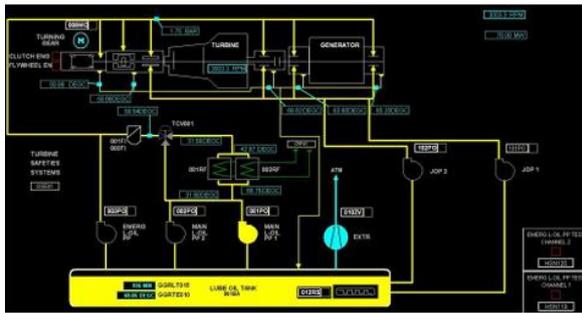
Main oil tank Exhaust Fan berfungsi untuk memventilasi udara dan menjaga level oli dalam tangka dan mengatur perputaran oli Kembali ke tangki.



Gambar 11 *Main oil tank Exhaust Fan*

Siklus pelumasan turbin di mulai AC pump memompa minyak pelumas dari *main oil tank* ke filter lalu menuju *bearing-bearing* yang terdapat pada komponen *main oil pump*, turbin dan generator lalu kembali ke *main oil tank*. Lalu minyak pelumas di alirkan ke *cooler oil* dan di sirkulasi kembali ke *main*

oil tank Saat putaran turbin mencapai 3000 Rpm, main oil pump auto start dan AC pump stop.



Gambar 12. Siklus Pelumasan Turbin

Preventive maintenance

Preventive maintenance merupakan salah satu Tindakan pemeliharaan yang dilaksanakan secara terjadwal dan terencana. Hal ini dilakukan untuk mengantisipasi masalah-masalah yang dapat mengakibatkan kerusakan pada alat dan menjaga agar performa alat selalu dalam keadaan normal. Contoh pemeliharaan yang dilaksanakan adalah: melakukan pengecekan terhadap pendeteksi indikator tekanan dan temperatur, atau alat pendeteksi lainnya.



Gambar 13 Pembersihan Vacuum Pump

Breakdown maintenance

Breakdown maintenance merupakan pemeliharaan / perbaikan yang dilaksanakan tanpa adanya rencana terlebih dahulu, dimana kerusakan terjadi secara tiba-tiba atau mendadak pada suatu alat yang sedang beroperasi, yang menimbulkan kerusakan hingga alat tidak dapat beroperasi. Contoh kerusakan tersebut pada pompa adalah: rusaknya bantalan karena kegagalan pada pelumasan. Terlepasnya couple penghubung antara poros pompa dan poros penggerak akibat kurang kencangnya baut-baut yang tersambung[15].



Gambar 14 Breakdown Perbaikan Feed Pump

4. KESIMPULAN

Adapun kesimpulan yang di dapat dalam penelitian yang telah dilaksanakan adalah sebagai berikut:

1. Sistem pelumasan turbin (*Turbine lube oil system*) merupakan suatu sistem yang mengatur pelumasan bantalan komponen-komponen yang bergerak dalam mengatur pelumasan bantalan komponen-komponen yang bergerak dalam turbin dan peralatan pendukung lainnya. Sistem ini mengatur agar pelumasan secara kontinu pada turbin uap agar dapat berjalan dengan maksimal.
2. Standar operasional terdiri dari parameter operasi dan prosedur operasi, untuk prosedur operasi terbagi menjadi dua macam yaitu prosedur untuk operator control room dan prosedur untuk operator lokal. Untuk pemeliharannya terdiri dari: *preventive maintenance*, *predictive maintenance*, *breakdown maintenance*, *Corrective maintenance*.

6. DAFTAR PUSTAKA

- [1] Y. Dianti, "Pembangkit Listrik Tenaga Uap.," *Angew. Chemie Int. Ed.* 6(11), 951–952., pp. 5–24, 2017, [Online]. Available: [http://repo.iain-tulungagung.ac.id/5510/5/BAB 2.pdf](http://repo.iain-tulungagung.ac.id/5510/5/BAB%20.pdf)
- [2] A. S. Murti, I. B. G. Manuaba, and I. G. . Arjana, "Optimasi Unit Ptu Berbahan Bakar Batubara Menggunakan Metode Lagrange Di Pt. Indonesia Power Up Suralaya,," *J. SPEKTRUM*, vol. 7, no. 1, p. 76, 2020.
- [3] S. F. Maulani *et al.*, "Analisa Penumpukan Batubara yang Mengalami Overstock PadaCoalyard PT PLN Indonesia Power PLTU Suralaya Banten,," *J. Logistik*, vol. 16, no. 2, 2023.
- [4] S. Mubarrak, "Pengaruh Overhaul terhadap performa High Pressure Heater,," *Jur. D3 Tek. Mesin, Sekol. Tinggi Tek. – PLN*, vol. 4, no. 3, pp. 57–71, 2020.
- [5] L. E. Richter, A. Carlos, and D. M. Beber, "Analisis struktur ko-sebaran indikator terkait kesehatan, pusat rasa sehat subjek, dan lansia yang tinggal di rumah,," pp. 1–4.
- [6] A. D. Susanto and H. H. Azwir, "Perencanaan Perawatan Pada Unit Kompresor Tipe Screw Dengan Metode RCM di Industri Otomotif,," *J. Ilm. Tek. Ind.*, vol. 17, no. 1, p. 21, 2018.
- [7] Didik Wahjudi and Amelia Amelia, "Analisa Penjadwalan Dan Biaya Perawatan Mesin Press Untuk Pembentukan Kampas Rem,," *J. Tek. Mesin*, vol. 2, no. 1, pp. 50–61, 2000.
- [8] M. Anhar and N. Kurnila, "Analisa Kerusakan Dan Perawatan Front Final,," vol. 8, no. 1, pp. 15–23, 2018.
- [9] H. Ninny Siregar and S. Munthe, "Analisa Perawatan Mesin Digester dengan Metode Reliability Centered Maintenance pada PTPN II Pagar Merbau,," *J. Ind. Manuf. Eng.*, vol. 3, no. 2, pp.

- 87–94, 2019.
- [10] P. B. Kukus and D. T. Jagung, *Fakultas teknik universitas negeri semarang 2009*. 2009.
- [11] M. Abdillah, M. Mukhnizar, R. Abu, A. Afdal, and Z. Zulkarnain, “Analisis Kinerja Kompresor Screw Oil Injected Sullair Ls20-150h untuk Ash Handling (Study Kasus PLTU Teluk Sirih),” *J. Tek. Ind. Terintegrasi*, vol. 7, no. 1, pp. 468–476, 2024.
- [12] T. Karang *et al.*, “Compressor Valve Maintenance on CC 205 UPT Locomotive Depot Divre IV,” vol. 1, no. 1, pp. 53–58, 2023.
- [13] V. Sihombing, N. Haryanto, and S. Saodah, “Analisis Perhitungan Ekonomi dan Potensi Penghematan Energi Listrik pada Pembangkit Listrik Tenaga Uap di Pabrik Kelapa Sawit PT . X,” *J. Reka Elkomika*, vol. 2, no. 2, pp. 90–102, 2014.
- [14] J. Permana and R. P. DH, “Analisis Perhitungan Heatrate Pada Turbin Uap Berdasarkan Performance Test Unit 1 Di Pt. Indonesia Power Uboh Ujp Banten 3 Lontar,” *Mot. Bakar J. Tek. Mesin*, vol. 2, no. 1, pp. 45–50, 2018.
- [15] V. A. Nugroho, D. P. Adi, A. T. Wibowo, M. T. Sulistyono, and A. B. Gumelar, “Klasifikasi Jenis Pemeliharaan dan Perawatan Container Crane menggunakan Algoritma Machine Learning,” *Matics*, vol. 13, no. 1, pp. 21–27, 2021.