



ANALISIS PERAWATAN MESIN TURBIN MENGGUNAKAN PENDEKATAN *TOTAL PRODUCTIVE MAINTENANCE*

Selvia Aprilyanti^{1*}, Vissad Rambang Satria², Hermanto MZ³

^{1,2,3}) Program Studi Teknik Industri, Fakultas teknik, Universitas Tridinanti

E-mail: selvia1704@univ-tridinanti.ac.id¹, Visadrambang@gmail.com²

ABSTRAK

Pada penelitian ini membahas tentang *maintenance* pada *combustion section* turbin gas PLTGU unit 2 keramasan. Pada unit PLTGU keramasan perawatan rutin yang dilakukan yaitu preventive maintenance dengan melakukan pengecekan pada setiap equipment dari PLTGU setiap harinya, mulai dari komponen utama hingga komponen penunjang dari PLTGU. Tujuan penelitian adalah untuk mengetahui nilai efektivitas mesin menggunakan metode total productive maintenance. Persentase rata – rata OEE Mesin Turbin PLTGU Unit 2 Keramasan tahun 2024 adalah 48%. Nilai ini masih dibawah standar Indeks Total Productive Maintenance yaitu sebesar 85%. Faktor Losses terbesar adalah Idling/Minor Stoppages Losses dengan persentase 49,1 %. Nilai ini menunjukkan mesin sering berhenti secara berulang-ulang atau mesin beroperasi tanpa menghasilkan produk dan mengalami kehilangan waktu.

Kata kunci : *Turbin, OEE, Maintenance, TPM*

ABSTRACT

This study discusses maintenance on the combustion section of the PLTGU gas turbine unit 2 Keramasan. In the PLTGU Keramasan unit, routine maintenance is carried out, namely preventive maintenance by checking each equipment of the PLTGU every day, starting from the main components to the supporting components of the PLTGU. The purpose of the study was to determine the effectiveness value of the machine using the total productive maintenance method. The average percentage of OEE of the PLTGU Unit 2 Keramasan Turbine Machine in 2024 is 48%. This value is still below the Total Productive Maintenance Index standard of 85%. The largest Losses factor is Idling/Minor Stoppages Losses with a percentage of 49.1%. This value indicates that the machine often stops repeatedly or the machine operates without producing products and experiences loss of time.

Keyword : Turbine, OEE, Maintenance, TPM

1. PENDAHULUAN

Pada gas turbine PLTGU terdapat beberapa jenis maintenance diantaranya *Hot Gas Path Inspections, Combustor Section Inspection*, dan *Major Inspection*. Pada penelitian ini akan membahas tentang *maintenance* pada *combustion section turbin* gas PLTGU unit 2 keramasan. Pada unit PLTGU keramasan

perawatan rutin yang dilakukan yaitu *preventive maintenance* dengan melakukan pengecekan pada setiap *equipment* dari PLTGU setiap harinya, mulai dari komponen utama hingga komponen penunjang dari PLTGU. Pemeriksaan ini dilakukan dengan tujuan untuk meminimalisir terjadinya kerusakan pada komponen PLTGU akibat dari unit yang bekerja secara terus menerus.[1]



Apabila terdapat kendala pada saat pengecekan dan tidak mengharuskan unit berhenti bekerja maka akan segera dilakukan perbaikan. Pada saat pemeriksaan *preventive maintenance* pada PLTGU unit 2 ditemukan filter dari air inlet compressor perlu dilakukan pergantian maka dilakukanlah *maintenance outage*.

Ketika *maintenance* dilakukan pemeriksaan juga dilakukan terhadap komponen yang lain, salah satunya melakukan *combustion inspection* dengan pemeriksaan yang dilakukan menggunakan boroscope (*boroscope inspection*) [2]. *Boroscope inspection* dilakukan untuk memeriksa bagian dalam *combustion chamber* yang sulit dilihat tanpa menggunakan alat. Disamping itu, terdapat banyak komponen yang mengalami kerusakan sehingga tidak dapat beroperasi dan menyebabkan kerugian, baik dari segi biaya perbaikan maupun kerugian akibat tidak beroperasinya armada.

Oleh karena itu, diperlukan perencanaan penjadwalan *Total preventive maintenance* mesin turbin agar kebutuhan konsumen PLTGU unit 2 dapat dipenuhi dan biaya yang dikeluarkan dapat ditekan seminimal mungkin. Berdasarkan kasus diatas, maka perlu dilakukan penjadwalan perawatan mesin turbin PLTGU unit 2 dalam rangka meminimalisasi biaya operasional yang dikeluarkan perusahaan.

2. TINJAUAN PUSTAKA

2.1 PLTGU Unit 2 Keramasan

PLN-PLTG/U Keramasan Palembang adalah salah satu pembangkit listrik tenaga gas (PLTG/U) milik Perusahaan Listrik Negara (PLN) yang berlokasi di Keramasan, Palembang, Sumatera Selatan. PLTG/U Keramasan memiliki kapasitas 120 MW dan telah beroperasi sejak tahun 2011. Pembangkit ini memiliki peran yang sangat strategis dalam memenuhi kebutuhan energi listrik di wilayah Sumatera Selatan.

PLTG/U Keramasan Palembang menggunakan gas alam sebagai bahan bakar

utama untuk menghasilkan listrik. Pembangkit ini terdiri dari tiga unit mesin gas yang masing-masing memiliki kapasitas 40 MW. Selain itu, PLTG/U Keramasan juga dilengkapi dengan sistem pendingin udara dan sistem pengendalian gas buang untuk memastikan operasional yang efisien dan ramah lingkungan.

Pembangkit ini terhubung dengan jaringan transmisi listrik 150 kV yang menghubungkan wilayah Palembang dan sekitarnya. PLTG/U Keramasan juga berperan sebagai pembangkit cadangan strategis untuk memastikan pasokan listrik terjaga di wilayah Sumatera Selatan. Selain itu, pembangkit ini juga dilengkapi dengan sistem pengatur beban yang dapat mengatur dan mengendalikan produksi listrik sesuai dengan permintaan pasokan listrik yang ada di wilayah tersebut.

2.2 Total Productive Maintenance (TPM)

Total Productive Maintenance (TPM) adalah salah satu ciri khas filosofi Negara Jepang yang dikembangkan berdasarkan pada konsep dan metodologi *productive maintenance*. Konsep ini diperkenalkan pertama kali oleh Nippon Denso Co. Ltd Japan yang merupakan supplier dari Toyota Motor Company pada tahun 1971. TPM adalah konsep pemeliharaan produktif yang dirancang untuk mencapai sistem produksi komprehensif yang efektif dengan melibatkan setiap orang di dalam organisasi. Penjelasan rinci TPM dibagi dalam 3 (tiga) konsep penting, yaitu : [3,4]

- (1) Total, yang berarti keterlibatan semua personil atau pegawai dari perusahaan;
- (2) Produktif, yang berarti aktivitas TPM dijalankan sebanyak mungkin dengan tidak mengganggu produktivitas perusahaan;
- (3) Perawatan, yang berarti pemilihan metode perawatan yang paling efektif atau sesuai.

Konsep dari TPM membantu perusahaan untuk memaksimalkan efektivitas peralatan hingga umur pakai berakhir. TPM dapat mengakomodasi tujuan dari suatu perusahaan sebab TPM merupakan pendekatan yang berpotensi dalam menyediakan integrasi antara proses produksi dengan pemeliharaan mutu



melalui pengembangan kerja sama yang kuat pada seluruh level Perusahaan. [5]

2.3 Maintenance

Maintenance adalah kegiatan yang bertujuan untuk mencegah hal-hal yang tidak diinginkan, seperti kerusakan terlalu cepat terhadap komponen atau semua peralatan di pambangkit, baik yang sedang beroperasi maupun yang berfungsi sebagai suku cadang [6]. Kerusakan yang timbul biasanya terjadi karena keausan atau usia akibat pengoperasian yang terjadi secara terus menerus, dan juga akibat langkah-langkah pengoperasian yang kurang tepat bahkan salah. Secara umum, maintenance dapat dibagi menjadi beberapa bagian-bagian, diantaranya ialah :

1) Preventive Maintenance.

Preventive Maintenance ialah suatu perawatan yang dilakukan secara terencana, baik secara rutin maupun periodik. Sebab apabila perawatan dilakukan tepat pada waktunya, akan mengurangi *down time* dari peralatan.

2) Repair Maintenance.

Repair maintenance merupakan perawatan yang dilakukan terhadap peralatan yang tidak kritis, atau dapat disebut juga peralatan-peralatan yang tidak mengganggu jalannya operasi. [7]

3) Predictive Maintenance.

Predictive maintenance merupakan pemeliharaan berbasis kondisi. Dasar konseptual "pemeliharaan prediktif" adalah bahwa pengamatan proses degradasi dapat memberikan peringatan kegagalan yang akan datang [8].

4) Corrective Maintenance.

Corrective maintenance ialah perawatan yang dilakukan dengan melakukan perbaikan kecil yang terjadi dalam design, serta menambahkan komponen-komponen yang sesuai dan juga menambahkan pula material-material yang cocok [9].

2.4 Overall Equipment Effectiveness (OEE)

OEE merupakan merupakan metode yang digunakan sebagai alat ukur dalam penerapan program TPM guna menjaga peralatan pada kondisi ideal dengan menghapus six big losses peralatan. Sehingga tujuan dari *OEE* adalah sebagai alat ukur performa dari suatu sistem perawatan, dengan menggunakan metode ini maka

dapat diketahui ketersediaan mesin/peralatan, efisiensi produksi, dan kualitas output mesin/peralatan. Pengukuran *OEE* ini didasarkan pada pengukuran tiga rasio utama, yaitu: [10]

a) Availability

Availability merupakan suatu perbandingan yang menggambarkan pemanfaatan waktu yang tersedia untuk kegiatan operasi mesin atau peralatan.

b) Performance Efficiency

Performance ratio merupakan suatu rasio yang menggambarkan kemampuan dari peralatan dalam menghasilkan produk.

c) Quality Rate

Quality merupakan suatu rasio yang menggambarkan kemampuan peralatan dalam menghasilkan produk yang sesuai dengan standar.

Pengukuran *OEE* kelas dunia merupakan standar yang digunakan untuk membandingkan *OEE* perusahaan yang diukur.[11]

$$OEE = AV \times PE \times QR \quad (1)$$

Untuk mencapai *OEE* sebesar 85%, maka efisiensi performansi harus mencapai 95%, availability harus mencapai 95%, dan kualitas harus mencapai 99%. Hasil tersebut mengindikasikan bahwa strategi TPM dan Pemeliharaan terencana akan berkaitan dengan biaya [12].

3. METODE PENELITIAN

Penelitian ini dilakukan di PLTGU Unit 2 Keramasan yang berlokasi di Jl. Keramasan Palembang, Sumatera Selatan. Adapun langkah-langkah yang dilakukan dalam penelitian adalah sebagai berikut:

3.1 Persiapan

Pada tahap ini, hal yang dilakukan adalah membuat koesioner dan wawancara yang akan dilakukan wawancara secara langsung kepada karyawan, serta mempersiapkan alat dan bahan yang diperlukan dalam penelitian.

3.2 Peninjauan lapangan

Peninjauan lapangan meliputi kegiatan penentuan lokasi untuk pengambilan data



kerusakan , produksi, *downtime* pada mesin turbin PLTGU Unit 2 Keramasan.

3.3 Pengambilan data

Data terdiri dari data primer. Data primer adalah informasi dari karyawan PLTGU Unit 2 Keramasan. Data primer diperoleh melalui wawancara dengan responden dan observasi ataupun pengamatan secara langsung. Sedangkan data sekunder berupa data historis pemeliharaan mesin turbin PLTGU Unit 2 Keramasan Periode Juli 2024 .

3.4 Teknik Pengumpulan Data

Teknik pengumpulan data digunakan untuk mendapatkan informasi yang diperlukan dalam pemecahan masalah penelitian.

- a) Metode wawancara: Metode wawancara merupakan cara untuk mendapatkan data dan informasi dengan tanya jawab secara langsung pada orang yang mengetahui tentang objek yang diteliti.
- b) Observasi: Yaitu pengamatan atau peninjauan secara langsung ditempat penelitian yaitu PLTGU Unit 2 Keramasan
- c) Penelitian Kepustakaan (*Library Research*): Penelitian kepustakaan merupakan suatu metode yang dilakukan untuk mendapatkan pengetahuan dan landasan teoritis dalam menganalisis data dan permasalahan melalui karya tulis dan sumber-sumber lainnya sebagai bahan pertimbangan dalam penulisan tugas akhir ini.

4. HASIL DAN PEMBAHASAN

Pada saat pemeriksaan *preventive maintenance* pada PLTGU unit 2 ditemukan filter dari *air inlet compressor* pada mesin turbin sehingga perlu dilakukan pergantian maka dilakukanlah *maintenance outage*. Tabel 4.1 berikut menunjukkan data historis mesin turbin gas pada PLTGU unit 2 periode Januari 2023- Januari 2024.

Tabel 1. Data *Loading Time*, *Downtime* dan Data Produksi Mesin Turbin Gas pada PLTGU unit 2 periode Januari 2023-Januari 2024

Bulan	<i>Loading Time (Jam)</i>	<i>Total Actual Hours (Jam)</i>	<i>Downtime (Jam)</i>	<i>Operation Time (Jam)</i>	<i>Total Produksi (KWh)</i>
Januari	733.5	552	10.5	744	708.3
Februari	662.8	528	9.2	672	630.7
Maret	744	552	0	744	691.6
April	707.64	528	12.36	720	613.5
Mei	733.2	552	10.8	744	687.5
Juni	720	528	0	720	669.3
Juli	729.6	552	14.4	744	731.1
Agustus	216	552	264	480	344.2
September	720	528	0	720	673.4
Oktober	732.96	552	11.04	744	698.8
November	720	528	0	720	700.1
Desember	733.2	552	10.8	744	711.3
Januari	731	552	13	744	722.9

Data terkait dengan proses produksi pada PLTGU Unit 2 Keramasan yang dibutuhkan sesuai dengan kebutuhan optimasi menggunakan metode *Total Productive Maintenance* dengan pengukuran *Overall Equipment Effectiveness*. Diantaranya terdapat data untuk menghitung *availability*, seperti *loading time*, *operating time*, *downtime (actual dan unplanned)*. Data jumlah *output* mesin dan *speed* mesin untuk menghitung *performance*, serta jumlah produk cacat dan jumlah produk sesuai standar untuk menghitung *quality*. Periode waktu yang digunakan adalah data produksi pada bulan Januari 2023 hingga bulan Januari 2024. Berikut merupakan pengolahan dari data yang sudah didapatkan, serta perhitungan masing – masing rasio.

1) *Availability*

Untuk mencari hasil dari perhitungan *availability* pada table di bawah ini dengan menggunakan rumus

$$availability = \frac{loading\ time - downtime}{loading\ time} \times 100$$

Contoh :

$$\begin{aligned}
 availability &= \frac{loading\ time - downtime}{loading\ time} \times 100 \\
 &= \frac{733,5 - 10,5}{733,5} \times 100 \\
 &= \frac{723}{733,5} \times 100 \\
 &= 0,985 \times 100 \\
 &= 98,5\%
 \end{aligned}$$

Berdasarkan hasil perhitungan rasio *availability* dari periode bulan Januari 2023 hingga Januari



2024, didapati nilai *availability* dari PLTGU Unit 2 Keramasan 94,7%. Nilai tersebut sudah mencapai standar OEE untuk rasio *availability*, yaitu sebesar 90%.

2) Performance

Untuk mencari hasil dari perhitungan *performance* pada table di bawah ini dengan menggunakan rumus

$$\text{Performance efficiency (PE)} = \frac{\text{processed amount} \times \text{ideal cycle time}}{\text{operating time}} \times 100$$

Contoh:

Performance efficiency (PE)

$$\frac{\text{processed amount} \times \text{ideal cycle time}}{\text{operating time}} \times 100$$

$$= \frac{708,3 \times 0,97}{744} \times 100$$

$$= \frac{687}{744} \times 100$$

$$= 0,923 \times 100$$

$$= 92,3\%$$

Berdasarkan hasil perhitungan *rasio performance* dari periode bulan Januari 2023 hingga bulan Januari 2024, didapati nilai *performance* dari PLTGU Unit 2 Keramasan sebesar 89,5%. Nilai tersebut tergolong rendah karena belum mencapai standar OEE untuk rasio *performance*, yaitu sebesar 95%.

3) Quality Rate

Untuk mencari hasil dari perhitungan *quality rate* pada table di bawah ini dengan menggunakan rumus

$$\text{Quality Rate} = \frac{\text{Processed amount} - \text{Defect Amount}}{\text{Processed amount}} \times 100$$

Contoh:

Quality Rate

$$= \frac{\text{Processed amount} - \text{Defect Amount}}{\text{Processed amount}} \times 100$$

$$= \frac{708,3 - 6,25}{708,3} \times 100$$

$$= \frac{702,05}{708,3} \times 100$$

$$= 0,991 \times 100$$

$$= 99,1\%$$

Berdasarkan hasil perhitungan *quality rate* dari periode bulan Januari 2023 hingga Januari 2024, didapati nilai *quality rate* dari PLTGU Unit 2 Keramasan sebesar 98,9%. Nilai tersebut tergolong rendah karena belum mencapai standar OEE untuk rasio *quality*, yaitu sebesar 99%.

Selanjutnya dilakukan perhitungan *Overall Equipment Effectiveness (OEE)* Menggunakan persamaan:

$$\text{OEE (\%)} = \text{Availability (\%)} \times \text{Performance Efficiency (\%)} \times \text{Quality Rate (\%)} \times 100$$

Contoh:

$$1). \text{OEE} = 98,58\% \times 92,3\% \times 99,1\% \times 100 = 90\%$$

$$2). \text{OEE} = 98,6\% \times 91\% \times 99,2\% \times 100 = 89\%$$

Hasil perhitungan Persentase rata – rata OEE mesin Turbin Uap tahun 2024 adalah 84,2 %. Nilai ini masih dibawah standar JIPM yaitu sebesar 85%. Hal yang menyebabkan rendahnya perolehan angka tersebut adalah karena rendahnya nilai *Performance Efficiency*, Dimana dalam hal ini dipengaruhi karena mesin beroperasi tidak optimal.

Berdasarkan perhitungan *reduced yield*, total waktu siklus ideal sebesar 12,61 jam, *total scrap* sebesar 0 kWh, *total loading time* sebesar 8883,9 jam, dan *total loss* sebesar 0%. Maka dari itu, berdasarkan perhitungan *six big losses*, berikut merupakan total perhitungan *six big*



losses pada setiap periode. sehingga diperoleh nilai *six big losses* pada tabel dibawah ini

Tabel 2. *Six Big Losses* Mesin Turbin

No.	<i>Six Big Losses</i>	<i>Persentase (%)</i>
1	<i>Equipment Failure Loss</i>	16,98
2	<i>Setup and Adjustment Losses</i>	7
3	<i>Idling and Minor Stoppages</i>	10,36
4	<i>Reduced Speed Loss</i>	13,37
5	<i>Process Defects Loss</i>	0,97
6	<i>Reduced Yield (Scrap) Loss</i>	0

5. KESIMPULAN DAN SARAN

Persentase rata – rata OEE Mesin Turbin PLTGU Unit 2 Keramasan tahun 2023 -2024 adalah 84,7%. Nilai ini masih dibawah standar Indeks *Total Productive Maintenance* yaitu sebesar 85%. Kerugian yang paling banyak dialami oleh mesin yaitu factor *Equipment Failure Losses* yang di catat dalam setahun dengan persentase 16,98%. Secara keseluruhan masih dapat dinyatakan bagus dan layak pakai.

Setelah pengkajian SOP, diharapkan perusahaan dapat memberikan pelatihan terhadap para pekerja terkait dengan SOP baru untuk meningkatkan kualitas SDM, sehingga pekerja terbiasa dan dapat bekerja dengan menerapkan 8 pilar TPM dan budaya kerja 5S yang merupakan fondasi dari *Total Productive Maintenance* (TPM).

DAFTAR PUSTAKA

- [1] Taufik, T., & Septyani, S. (2015). Penentuan interval waktu perawatan komponen kritis pada mesin turbin di PT PLN (Persero) Sektor Pembangkit Ombilin. *jurnal optimasi sistem industri*, 14(2), 238-258.
- [2] Adiasa, I., Fachri, Y., Suarantalla, R., & Mashabai, I. (2021). Analisis Preventive

Maintenance pada Unit Haul Truck Tipe Cat 777e dengan Menggunakan Siklus Plan, Do, Check, Action (PDCA) Di PT. Lawang Sampar Dodo. *Performa: Media Ilmiah Teknik Industri*, 20(1), 29-34.

- [3] Gusnita, N., & Said, K. S. (2017). Analisa Efisiensi dan Pemanfaatan Gas Buang Turbin Gas Alsthom Pada Pembangkit Listrik Tenaga Gas Kapasitas 20 Mw. *Jurnal Sains dan Teknologi Industri*, 14(2), 209-218.
- [4] Mashuri, Muhammad. Fitra Aksioma, Diaz & Samuel Yosepha, Ayub. (2017). Penentuan Kebijakan Waktu Optimum Perbaikan Komponrn Mesin Finish Mill Di PT. Semen Indonesia, Tbk Plant Tuban. *Jurnal Sains Dan Seni ITS Vol. 6*, No.2 Pp. D180-D185.
- [5] Nachlas, J. A., (2017). *Reliability engineering: probabilistic models and maintenance methods*, CRC Press, New York
- [6] Ristyanto, A. N., Windarto, J., & Handoko, S.(2012). Simulasi Perhitungan Efisiensi Sistem Pembangkit Listrik Tenaga Uap (PLTU) Rembang. Jurusan Teknik Elektro Universitas Diponegoro, Semarang
- [7] Prasetyo, R., Bismantolo, P., & Suandi, A. (2021). Maintenance on the Combustion Section Gas Turbine of Unit 2 Gas & Steam Power Plant PLTGU. *Rekayasa Mekanika*, 5(2), 9-18.
- [8] Prihastono, E., & Prakoso, B. (2017). Perawatan preventif untuk mempertahankan utilitas performance pada mesin cooling tower di cv. arhu taperselindo bandung. *Dinamika Teknik Industri*.
- [9] Sihombing, F., Karnoto, dan Winardi, B. (2015). Tenaga Uap Studi Kasus PT . PLN Pembangkitan Tanjung Jati,” *Transient*, Vol. 4, No. 4.
- [10] Suwondo, A. Z. Z., & Widjajati, E. P. (2020). Perawatan Mesin Mixer Secara Preventive Dengan Metode Modularity Design di PT XYZ. *JUMINTEN*, 1(5), 37-48.
- [11] Testindo. (2019). Pengertian Maintenance Pada Industri,



<https://testindo.com/article/511/>, diakses
25 Juli 2024 pukul 13:41.

- [12] Pratiwi, Irnanda (2019). Usulan Penerapan Total Productive Maintenance pada Mesin Turbin Gas. Jurnal Optimasi Sistem Industri Volume 18 Nomor 1, 37-47.