

**ANALISA MESIN GENERATOR PADA SISTEM PEMBANGKIT LISTRIK TENAGA GAS
MENGUNAKAN METODE *TOTAL PRODUCTIVE MAINTENANCE* (TPM)
(STUDI KASUS : PLTG TANJUNG DATUK, PEKANBARU)**

Jajang Nurjaman¹, Anita Susilawati², Romy³

Jurusan Teknik Mesin, Fakultas Teknik Universitas Riau

¹jajankn56@gmail.com, ²anitasusilawati@yahoo.com, ³romy_pku@yahoo.com

Abstract

The gas power plant in Tanjung Datuk has been required in optimal condition, because it has crucial role to supply electricity for Pekanbaru areas. This research purposed to analyze and evaluate the performance of generator machine at gas power plant in Tanjung Datuk. There are two generator machines that always operate for 24 hours, so the maintenance of these machines has been essential to applied. One of maintenance approach is the Total Productive Maintenance (TPM). In this research, the TPM tool to measure effectiveness machine of generator used Overall Equipment Effectiveness (OEE), continued to analyze the OEE six big losses. After that, calculation of Mean Time To Failure (MTTF) and Mean Time To Repair (MTTR) to know the lifespan or maintenance on generator machine especially on AVR (Automatic Voltage Regulator) component. The results were obtained the OEE value rate of 63.98%, the value of MTTF and need to be treated every 1,688.17 hours, while for the MTTR value of 1.831 hours. To improve the effectiveness of the generator machine has done the maintenance in accordance with the appropriate schedule and implementation of the TPM approach.

Keywords: OEE, Generator, TPM, Mean Time To Failure (MTTF) dan Mean Time To Repair (MTTR).

1. Pendahuluan

Pembangkit Listrik Tenaga Gas (PLTG) Tanjung Datuk, Pekanbaru, merupakan salah satu penyuplai listrik di area Pekanbaru. Dengan semakin meningkatnya kebutuhan listrik di Pekanbaru maka mesin yang ada di PLTG Tanjung Datuk, harus dalam kondisi yang optimal. Maka dari itu perlu adanya evaluasi terhadap efektifnya kinerja mesin-mesin yang sudah beroperasi seperti pada generator. Mesin ini adalah salah satu bagian terpenting pada PLTG, karena pada mesin ini energi mekanis dirubah menjadi energi listrik, dengan proses induksi elektromagnetik sehingga menghasilkan listrik. Di PLTG Tanjung Datuk ini terdapat dua mesin generator yang selalu beroperasi selama 24 jam, sehingga perawatan mesin tersebut diperlukan langkah-langkah yang tepat dalam melakukan perawatan mesin atau peralatan. Salah satu bentuk perawatan mesin yaitu dengan melakukan penerapan *Total Productive Maintenance* (TPM).

TPM adalah strategi perawatan baru yang dikembangkan untuk memenuhi kebutuhan perawatan dengan meminimalkan semua potensi kerugian dalam produksi dan mengoperasikan peralatan dengan kemampuan desain penuh. TPM juga mempertimbangkan kualitas dengan membuat tingkat cacat produk nol, yang berarti tidak ada cacat

produksi, tidak ada kerusakan, tidak ada kecelakaan, tidak ada pemborosan dalam proses yang berjalan atau perubahan. Evaluasi penerapan TPM dilakukan dengan menggunakan nilai *Overall Equipment Effectiveness* (OEE) [1].

OEE merupakan ukuran menyeluruh yang mengidentifikasi tingkat produktifitas mesin/peralatan dan kinerjanya secara teori. OEE juga merupakan alat ukur untuk mengevaluasi dan memperbaiki cara yang tepat untuk jaminan peningkatan *produktivitas* penggunaan mesin/peralatan [3]. Namun untuk menjaga mesin selalu berada pada OEE yang diinginkan maka perlu mengetahui kondisi kritis dari tiap mesin, salah satu metode untuk mengetahui titik kritis adalah *Mean Time To Failure* (MTTF) dan *Mean Time To Repair* (MTTR).

MTTF adalah masa kerja suatu komponen saat pertama kali digunakan atau dihidupkan sampai unit tersebut akan rusak kembali atau perlu di periksa kembali [2]. Dalam memaksimalkan perbaikan sistem (komponen) maka dilakukan juga perhitungan MTTR.

MTTR adalah waktu rata-rata untuk waktu pengecekan atau perbaikan saat komponen atau unit tersebut diperiksa sampai komponen atau unit tersebut digunakan atau dihidupkan kembali [2].

Dengan demikian penelitian ini dilakukan untuk mendapatkan gambaran serta identifikasi terhadap hal-hal yang menjadi masalah maupun manfaat yang diperoleh dari rencana sistem pemeliharaan melalui penerapan salah satu pilar *Total Productive Maintenance* (TPM) yaitu *focus maintenance*.

2. Metodologi Penelitian

Penelitian dilakukan pada Pembangkit Listrik Tenaga Gas (PLTG) Tanjung Datuk, Pekanbaru, Tahun 2017, khususnya di mesin generator. Metode yang dipakai untuk mengukur bagaimana efektifitas dari kinerja mesin generator yang ada di PLTG Tanjung Datuk adalah metode *Overall Equipment Effectiveness* (OEE). *Mean Time To Failure* (MTTF) dan *Mean Time To Repair* (MTTR).

Pengumpulan data dilakukan dengan metode wawancara dan pengamatan langsung dilokasi penelitian. Data yang dikumpulkan seperti dokumen perusahaan tentang catatan kegiatan produksi seperti waktu kerja mesin, *operating time*, *planned time*, *failure and repair*, *set up and adjustment*, *output*, *shutdown*, dan *loading time*.

Selanjutnya untuk metode pengolahan data dilakukan: perhitungan *availability ratio*, perhitungan *performance ratio*, perhitungan *quality ratio*, perhitungan OEE serta perhitungan *six big losses*. Untuk analisa data dilakukan: analisa perhitungan *Overall Equipment Effectiveness*, analisa perhitungan *six big losses*, analisa diagram pareto, analisa diagram *fishbone* dan analisa dengan metode *Mean Time To Failure* (MTTF) dan *Mean Time To Repair* (MTTR).

2.1 Metode OEE

Nilai *Overall equipment effectiveness* (OEE) diperoleh dari perkalian tiga parameter, yaitu [1,5]:

$$OEE = Availability \times Performance \times Quality \times 100\%$$

a) Perhitungan *Availability*

$$AV = \frac{Operating\ time}{Loading\ Time} \times 100\%$$

b) Perhitungan *Performance*

$$Performance = \frac{Output \times Ideal\ Cycle\ Time}{Operating\ Time} \times 100\%$$

c) Perhitungan *Quality*

$$RQP = \frac{Processed\ Amount - Used\ product/scrap}{Processed\ Amount}$$

2.2 Six Big Losses

Terdapat enam kerugian peralatan yang menyebabkan rendahnya kinerja dari mesin/peralatan [1,5].

a) *Equipment failure losses*

Equipment failures adalah kerusakan atau kerugian yang disebabkan oleh kegagalan suku cadang dimana mesin tidak dapat bekerja lagi dan mesin memerlukan perbaikan [1,5].

$$Breakdown\ losses = \frac{Machine\ Break}{Actual\ time} \times 100\%$$

b) *Set up and adjustment losses*

Dalam perhitungan *set-up and adjustment losses* diperlukan seluruh data mengenai waktu *set-up* mesin selama penelitian [1,5].

$$SA = \frac{Total\ Set\ up\ and\ Adjustment\ time}{Operating\ time} \times 100\%$$

c) *Idling and minor stoppage losses*

Idling and minor stoppage losses disebabkan oleh kejadian-kejadian seperti pemberhentian mesin sejenak, kemacetan mesin, dan *idle time* dari mesin [4].

Idling and minor stoppage losses

$$= \frac{Non\ Productive\ Time}{Actual\ Time} \times 100\%$$

d) *Reduced speed losses*

Reduced speed losses adalah kerugian karena mesin tidak bekerja optimal (penurunan kecepatan operasi) [4].

Reduced speed losses (RS)

$$= \frac{Actual\ Time - (Ideal\ Cycle\ Time \times Total\ production)}{actual\ Time} \times 100\%$$

e) *Rework losses*

Rework losses adalah kerugian yang disebabkan karena adanya produk cacat maupun karena kerja produk diproses ulang [4].

$$RL = \frac{Ideal\ Cycle\ Time \times defect\ product}{Actual\ Time} \times 100\%$$

f) *Reduce Yield / Scrap Losses*

Reduced yield losses adalah kerugian waktu dan material yang timbul selama waktu yang dibutuhkan oleh mesin/peralatan untuk menghasilkan produk baru dengan kualitas produk yang telah diharapkan [4].

$$Scrap\ Losses = \frac{Ideal\ Cycle\ Time \times Scrap}{loading\ Time} \times 100\%$$

2.3 Metode Mean Time To Failure (MTTF) dan Mean Time To Repair (MTTR).

Untuk mencari nilai MTTF dan MTTR terdapat empat distribusi yang digunakan, yaitu [6] :

a) Distribusi Normal

Merupakan distribusi untuk mengetahui apakah pola distribusi kerusakan mengikuti distribusi normal.

$$MTTF = \mu \quad \text{dan} \quad MTTR = tmed . e^{\frac{s^2}{2}}$$

b) Distribusi Lognormal

Distribusi *Lognormal* mempunyai dua parameter yaitu parameter bentuk s dan parameter lokasi ($tmed$). Distribusi *lognormal* memiliki bentuk yang bervariasi, biasanya data yang bisa didekati dengan distribusi *Weibull* maka bisa juga didekati dengan distribusi *lognormal*.

$$MTTF \text{ dan } MTTR = tmed . e^{\frac{s^2}{2}}$$

c) Distribusi Weibull

Distribusi *Weibull* sering dipakai sebagai suatu pendekatan untuk mengetahui karakteristik dari kerusakan karena perubahan nilai dapat mengakibatkan distribusi *Weibull* mempunyai sifat atau ekuivalen tertentu dengan distribusi tertentu.

$$MTTF / MTTR = \theta \Gamma \left(1 - \frac{1}{\beta} \right)$$

d) Distribusi Exponensial

Distribusi *eksponensial* memiliki laju kerusakan yang konstan terhadap waktu. Parameter distribusi yang digunakan adalah λ (laju kerusakan), yang menunjukkan rata-rata kedatangan kerusakan yang terjadi.

$$MTTF \text{ dan } MTTR = \frac{1}{\lambda}$$

3 Hasil dan Pembahasan

3.1 Analisa Hasil OEE

Untuk mengetahui besarnya efektivitas mesin generator secara keseluruhan di PLTG Tanjung Datuk, maka dilakukan perhitungan nilai *Overall Equipment Effectiveness* (OEE) dengan rumus [1,5] :

$$OEE = \text{Availability} \times \text{Performance} \times \text{Quality}$$

OEE Generator pada periode 1-6 April 2017 adalah :

$$OEE = 90,97 \% \times 82,31 \% \times 82,79 \% = 61,99 \%$$

Dengan perhitungan yang sama, maka nilai OEE mesin Generator Periode April 2017 ditampilkan pada Tabel 1.

Tabel 1 Hasil perhitungan nilai *Overall Equipment Effectiveness* (OEE)

Tanggal	Availability (%)	Performance Ratio (%)	Rate of quality product (%)	OEE (%)
1 - 6	90,97%	82,31%	82,79%	61,99%
7 - 12	88,10%	87,78%	81,97%	63,38%
13 - 18	91,85%	85,40%	85,40%	66,99%
19 - 24	88,89%	85,33%	83,13%	63,05%
25 - 30	97,92%	78,56%	83,36%	64,12%
Jumlah	91,54%	83,88%	83,33%	63,98%

Dari data Tabel 1 dapat dilihat bahwa pencapaian nilai OEE rata-rata yang terjadi pada periode April 2017 yaitu sebesar 63,98%, pencapaian tersebut kurang baik karena tidak melewati nilai standar ideal OEE (*world class*), yaitu sebesar 85% [1,5]. Nilai pencapaian OEE terbesar pada tanggal 13-18 April yaitu sebesar 66,99 % dan masih jauh dari nilai OEE ideal dan sedangkan pencapaian nilai *availability* rata-rata sebesar 91,54%, pencapaian tersebut melewati standar yaitu sebesar 90,0 %. Untuk nilai rata-rata *performance* dan *quality* yaitu sebesar 83,88% dan 83,33%, dan masih jauh dari standar nilai *world class* ideal OEE, yaitu sebesar 95,0% dan 99,9% [1,5].

3.2 Analisa dan Perhitungan Six Big Losses

Adapun perhitungan *Six Big Losses* digunakan untuk mengetahui dan mengidentifikasi penyebab kerugian-kerugian yang mungkin terjadi, seperti kerugian karena kerusakan alat/mesin, kerugian persiapan dan penyesuaian, kerugian kerusakan produk serta kerugian tersembunyi [1,5]. Nilai persentase *six big losses* dapat dilihat pada Tabel 2.

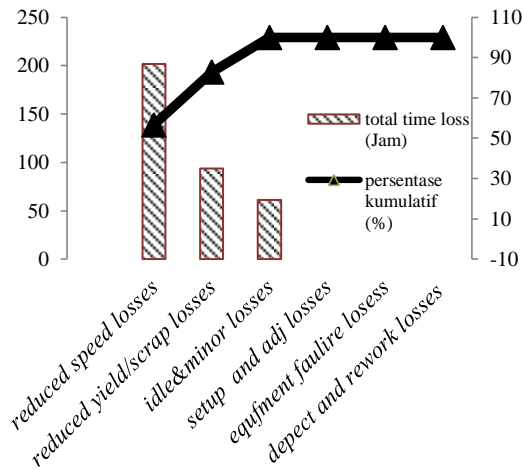
Tabel 2 Nilai persentase *six big losses*

Equipment Failure Losses	Set Up Losses	Idle & Minnor	Reduced Speed Losses	Scrap Losses	Rework Losses
0,00%	0,00%	9,03%	29,33%	12,81%	0,00000%
0,00%	0,00%	11,90%	25,06%	13,86%	0,00000%
0,00%	0,00%	8,15%	27,11%	13,51%	0,00000%
0,00%	0,00%	11,11%	26,25%	12,71%	0,00000%
0,00%	0,00%	2,08%	33,85%	12,79%	0,00000%

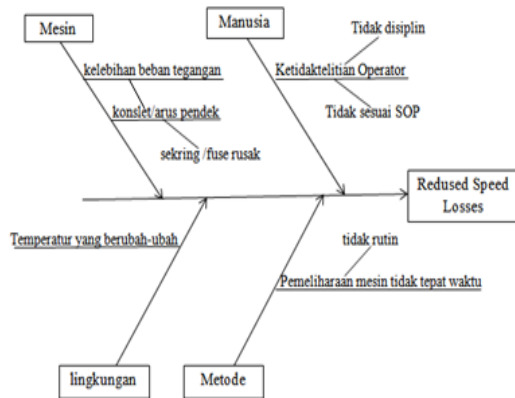
Nilai persentase kumulatif *six big losses* dapat dilihat pada Tabel 3 dan diagram Pareto disajikan pada Gambar 1. Dari data yang disimpulkan pada Tabel 3, bahwa *Reduced Speed Losses* 201,9 jam dari semua total kerugian merupakan kerugian yang tertinggi yang dialami mesin generator dalam sebulan. Diikuti kerugian-kerugian yang lainnya, yaitu : *Reduced Yield/Scrap Losses* yaitu 93,50 jam, *Idle&Minnor losses* 61,00 jam. Penyebab besarnya *idling and minor losses* dapat dilihat pada diagram *fishbone* yang disajikan di Gambar 2.

Tabel 3 Nilai persentase kumulatif *six big losses*

<i>six big losses</i>	total time loss (Jam)	persentase kumulatif (%)
<i>reduced speed losses</i>	201,79	56,64
<i>reduced yield/scrap losses</i>	93,50	82,88
<i>idle&minor losses</i>	61,00	100,00
<i>setup and adj losses</i>	0,00	100,00
<i>equipment faulire losses</i>	0,00	100,00
<i>depect and rework losses</i>	0,00	100,00
Jumlah	356,29	



Gambar 1 Grafik Diagram Pareto



Gambar 2 Diagram Sebab Akibat/Fishbone

3.3 Perhitungan Nilai Mean Time to Failure (MTTF) pada komponen AVR

Distribusi yang terpilih untuk data komponen AVR adalah distribusi Normal adalah μ dan σ . Perhitungan MTTF untuk data komponen AVR yang berdistribusi Normal adalah sebagai berikut:

$$\sigma = \frac{1}{b} \text{ dan } \mu = -\frac{a}{b}$$

$$\sigma = \frac{1}{0,000186} = 5376,34$$

diketahui :

$$\sigma = 5376,34$$

$$a = -0,314$$

$$\mu = -\frac{-0,314}{0,000186}$$

$$\mu = 1.688,17$$

Maka nilai rata-rata MTTF pada komponen AVR adalah 1.688,17

Tabel 4 Rekapitulasi MTTF pada komponen AVR

Jenis Mesin	Komponen Rusak	Distribusi	Parameter	MTTF (Jam)
Mesin Generator	AVR	Normal	$\mu = 1688,17$ jam $\sigma = 5376,34$	1.688,17 Jam

3.4 Perhitungan Nilai Mean Time to Repair (MTTR) pada komponen AVR

Distribusi yang terpilih untuk data perbaikan generator adalah distribusi Weibull. Berikut adalah perhitungan nilai MTTR untuk data perbaikan pada komponen AVR.

$$MTTR = \theta \cdot \Gamma\left(1 + \frac{1}{\beta}\right)$$

$$\Gamma\left(1 + \frac{1}{\beta}\right)$$

diketahui:

$$\theta = 2,038 \text{ dan } \beta = 1,567$$

maka diperoleh:

$$MTTR = 2,038 \cdot \Gamma\left(1 + \frac{1}{1,567}\right)$$

$$\Gamma\left(1 + \frac{1}{1,567}\right) = \Gamma(1,64)$$

$$= 0,8986$$

$$MTTR = 1,904 * 0,8986$$

$$MTTR = 1,831$$

Jadi, nilai rata-rata *time to repair* dari komponen AVR adalah 1,831 jam.

Tabel 5 Rekapitulasi MTTR pada komponen AVR

Jenis Mesin	Komponen Rusak	Distribusi	Parameter	MTTR (Jam)
Mesin Generator	AVR	Weibull	$\beta = 1,567$ $\theta = 2,038$	1,831 jam.

4 Simpulan

Simpulan yang diperoleh, yaitu :

- Berdasarkan hasil perhitungan dengan menggunakan metode *Overall Equipment Effectiveness* (OEE) pada periode April 2017 didapat nilai OEE sebesar 63,98%, pencapaian nilai tersebut tidak mencapai nilai standar OEE *world class* yaitu sebesar 85,4%. Pencapaian nilai OEE yang jauh dari nilai standar *world class* disebabkan oleh rendahnya nilai rata-rata *Rate of quality product* yaitu sebesar 83,33%, tidak melewati nilai standar 99,9 %.

- b. Adapun waktu rata-rata kerusakan pada komponen AVR (*Automatic Voltage Regulator*) berdistribusi normal dan didapat nilai MTTF untuk AVR (*Automatic Voltage Regulator*) sebesar 1.688,17 jam dan untuk nilai MTTR dari komponen AVR (*Automatic Voltage Regulator*) berdistribusi *Weibull* dan waktu rata-rata yang dibutuhkan untuk perbaikan komponen sebesar 1,831 jam. Adapun dari penyebab kerusakan ini disebabkan oleh tegangan yang tidak stabil karena adanya arus pendek pada peralatan listrik.
- c. Untuk meningkatkan efektifitas mesin generator lakukan perawatan sesuai dengan jadwal semestinya. Diterapkannya *preventive maintenance* dengan melakukan perawatan secara rutin dan berkala.
- d. Diharapkan pihak perusahaan mengimplementasikan pilar-pilar TPM seperti *focused maintenance* dan *autonomous maintenance* untuk meningkatkan *effectiveness* dan *performance* mesin generator pada sistem PLTG, sehingga produktivitas *supply* listrik menjadi optimal.

Daftar Pustaka

- [1] Almeanazel dan Taisir. 2010. *Total Productive Maintenance Review and Overall Equipment Effectiveness Measurement*. *Jordan Journal of Mechanical and Industrial Engineering*, Vol. 4 No. 4, pp 517 – 522.
- [2] Hajeeh, M. 2010. *Performance of Two Component Systems with Imperfect Repair*. *Kuwait Institute for Scientific Research*, Kuwait.
- [3] Kumar, P. Shetty, R. dan Rodrigues, L.L.R. 2015. *Total Productive Maintenance: Need & Framework*. *International Journal of Innovative Research in Advanced Engineering (IJIRAE)* ISSN: 2349-2163, Issue 2, Vol 2.
- [4] Limantoro. D. 2013. *Total Productive Maintenance Di PT. X*. *Jurnal Titra* Vol. 1 No. 1, pp. 13-20.
- [5] Nakajima, S. 1988. *Introduction to Total Productive Maintenance*. *Productivity press, Cambridge*.
- [6] Taufik dan Seftyani. S. 2015. Penentuan Interval Waktu Perawatan Komponen Kritis Pada Mesin Turbin Di Pt Pln (Persero) Sektor Pembangkit Ombilin. *Jurnal Optimasi Sistem Industri*, Vol. 14 No. 2, ISSN 2088-4842 / 2442-8795.