

ANALISIS EFEK KEGAGALAN PADA PERFORMA TURBIN GAS BERBASIS FMEA (*FAILURE MODE AND EFFECTS ANALYSIS*)

Rohmat Bahauddin Azmi, Rizkyansyah Alif Hidayatullah, Alviani Hesthi Permata Ningtyas
Jurusan Teknik Mesin. Fakultas Teknik. Universitas Muhammadiyah Gresik
rohmatbahauddinazmi@gmail.com

Abstrak

Turbin adalah penggerak mula yang mengubah energi potensial menjadi energi kinetik, lalu menjadi energi mekanik berupa putaran poros. Komponen utama turbin meliputi intake air filter, inlet guide vane, kompresor, turbin gas, generator, lube oil system, dan lainnya. Turbin diklasifikasikan menjadi turbin impuls dan reaksi, dengan jenis seperti Pelton, Turgo, Crossflow, dan Francis. FMEA (*Failure Mode and Effects Analysis*) adalah metode untuk menganalisis potensi kesalahan dalam perancangan yang dapat menyebabkan kegagalan. Dalam pemeliharaan turbin gas, jenis pemeliharaan meliputi preventive, predictive, corrective, dan breakdown maintenance. Kegagalan umum pada turbin gas meliputi kebocoran oli, kerusakan seal, dan kerusakan valve, yang disebabkan oleh tekanan dan suhu tinggi, getaran, baut lepas, atau usia komponen. Dampaknya mencakup aus, macet, kebocoran gas, tekanan melemah, hingga penurunan performa. Solusi untuk masalah pada kebocoran oli yaitu mengganti baut yang lepas atau kendur. Sedangkan untuk permasalahan seal yang rusak adalah mengganti seal dan memastikan pemasangan benar untuk mencegah kebocoran. Kemudian solusi yang diberikan pada valve yang rusak yaitu memperbaiki atau mengganti valve, dengan pengecekan menyeluruh untuk mencegah kebocoran.

Kata kunci : turbin, FMEA, *maintenance*, kebocoran oli, *seal*, *valve*.

Abstract

A turbine is a prime mover that converts potential energy into kinetic energy, which is then transformed into mechanical energy in the form of turbine shaft rotation. The main components of a turbine include the intake air filter, inlet guide vane, compressor, gas turbine, generator, lube oil system, and others. Turbines are classified into impulse and reaction types, with variations such as Pelton, Turgo, Crossflow, and Francis turbines. FMEA (Failure Mode and Effects Analysis) is a method for analyzing potential design errors that may lead to failures. In gas turbine maintenance, the types of maintenance include preventive, predictive, corrective, and breakdown maintenance. Common failures in gas turbines include oil leakage, seal damage, and valve malfunction, caused by high pressure and temperature, vibrations, loose bolts, or component wear and tear. The impacts of these failures include wear, jamming, gas leakage, weakened pressure, and reduced performance. The solutions to these issues involve addressing each problem effectively. For oil leakage, the recommended solution is to replace any loose or worn bolts to restore proper sealing. In the case of seal damage, the damaged seal should be replaced, and careful attention must be given to ensure the new seal is correctly installed to prevent further leakage. For valve malfunctions, the solution involves repairing or replacing the faulty valve, followed by a thorough inspection to ensure all joints are secure and free from leaks.

Keywords : turbine, FMEA, *maintenance*, oil leak, seal, valve

1. PENDAHULUAN

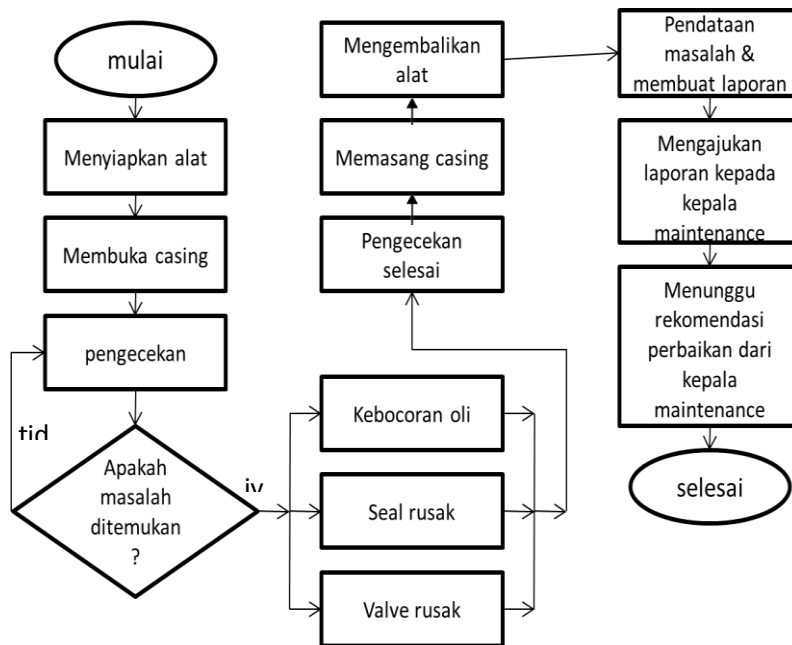
Turbin gas merupakan salah satu komponen utama dalam pembangkit listrik yang memiliki peran penting dalam mengonversi energi potensial bahan bakar menjadi energi mekanik yang digunakan untuk memutar generator. Performa turbin gas sangat memengaruhi efisiensi dan keandalan sistem pembangkit listrik. Sebagai komponen vital, turbin gas beroperasi di bawah kondisi ekstrem, seperti suhu dan tekanan tinggi, sehingga rentan terhadap berbagai mode kegagalan yang dapat berdampak signifikan pada kinerja sistem.

Di PLN Nusantara Power, turbin gas menjadi bagian integral dari sistem pembangkit listrik untuk memenuhi kebutuhan energi yang terus meningkat. Namun, berbagai permasalahan teknis yang melibatkan kegagalan pada turbin, seperti kebocoran oli, kerusakan seal, dan malfungsi valve, dapat menyebabkan penurunan efisiensi operasional, peningkatan biaya pemeliharaan, hingga gangguan pasokan listrik. Oleh karena itu, diperlukan analisis mendalam untuk mengidentifikasi potensi kegagalan, mengevaluasi dampaknya, dan merumuskan strategi mitigasi yang efektif.

Metode Failure Mode and Effects Analysis (FMEA) digunakan dalam penelitian ini untuk menganalisis mode kegagalan pada turbin gas di PLN Nusantara Power. FMEA adalah pendekatan sistematis yang bertujuan mengidentifikasi mode kegagalan potensial, mengevaluasi dampaknya terhadap performa sistem, serta memberikan rekomendasi tindakan preventif dan korektif. Dengan menggunakan FMEA, dapat diidentifikasi risiko utama yang memengaruhi keandalan turbin gas, sehingga langkah mitigasi yang diambil menjadi lebih terfokus dan efisien. Penelitian ini bertujuan untuk menganalisis efek kegagalan pada performa turbin gas berbasis FMEA di PLN Nusantara Power. Hasil penelitian diharapkan dapat memberikan kontribusi dalam meningkatkan keandalan sistem pembangkit listrik, mengoptimalkan proses pemeliharaan, dan mendukung keberlanjutan operasional perusahaan.

2. METODE PENELITIAN

Metode *failure mode and effects analysis* (FMEA) adalah metode yang digunakan untuk maintenance kerusakan yang terjadi pada turbin gas. *Failure mode and effects analysis* (FMEA) adalah sebuah metode analisis kesalahan yang muncul dari proses perancangan suatu pekerjaan rancangan. *Failure mode and effects analysis* berupa sebuah lembar yang berisi poin – poin penting dalam proses pembuatan rancangan yang dapat berpotensi terjadinya kesalahan. Kesalahan dapat terjadi dalam proses produksi yang akan dibuat. Aktivitas FMEA yang berhasil memungkinkan tim untuk mengidentifikasi potensi mode kegagalan berdasarkan pengalaman masa lalu dengan produk atau proses serupa, sehingga memungkinkan tim untuk merancang kegagalan tersebut keluar dari sistem dengan upaya dan pengeluaran sumber daya minimum, sehingga mengurangi waktu dan biaya pengembangan. (Sharma, et al., 2018).



Sebelum ditemukannya penyebab utama dari kebocoran oli, *seal* rusak dan *valve* rusak. Di indikasikan ada beberapa dugaan penyebab dari kebocoran oli, *seal* rusak dan *valve* rusak bias terjadi. Dugaan – dugaan penyebab ke tiga masalah tersebut dijelaskan pada fishbone diagram di bawah ini:

1. Kebocoran Oli



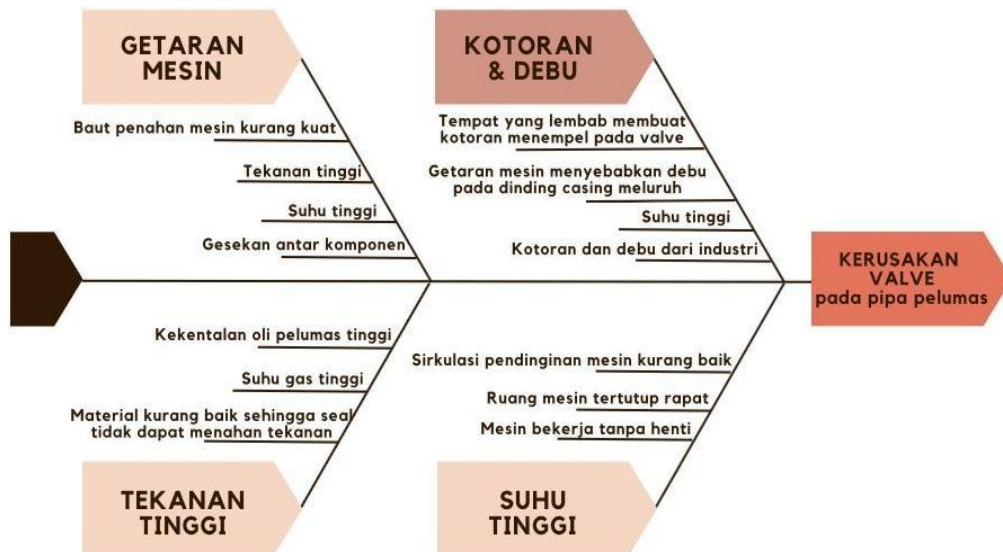
Gambar 1. Fishbone diagram kerusakan yang mengakibatkan kebocoran oli

2. *seal* rusak



Gambar 2. Fishbone diagram kerusakan yang mengakibatkan seal rusak pada sambungan pipa

3. *valve* rusak



Gambar 3. Fishbone diagram kerusakan yang mengakibatkan kerusakan valve

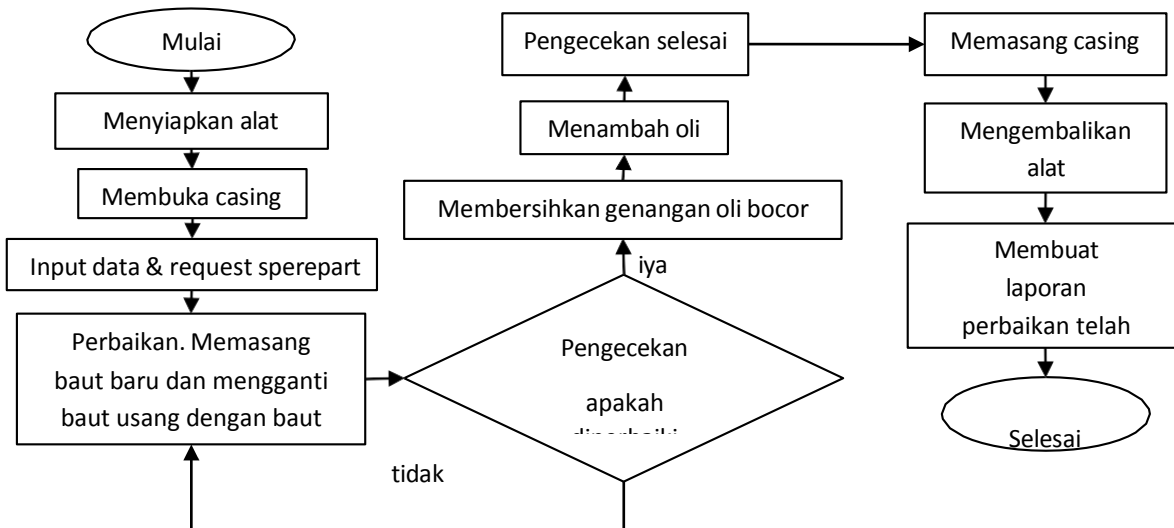
3. Hasil dan Pembahasan

Setelah dilakukannya inspeksi ditemukan tiga kegagalan yang terjadi pada turbin gas, yakni kebocoran oli, *seal* rusak dan *valve* rusak. Juga diidentifikasi masing – masing penyebab yang menyebabkan terjadinya tiga kegagalan tersebut. Selanjutnya dilakukan perbaikan atau maintenance pada tiga kegagalan tersebut kebocoran oli, *seal* rusak dan *valve* rusak. Untuk alur perbaikan atau pekerjaan maintenance dari tiga kegagalan tersebut, dapat dilihat pada *flow chart* dibawah ini.

Flow chart alur pekerjaan maintenance

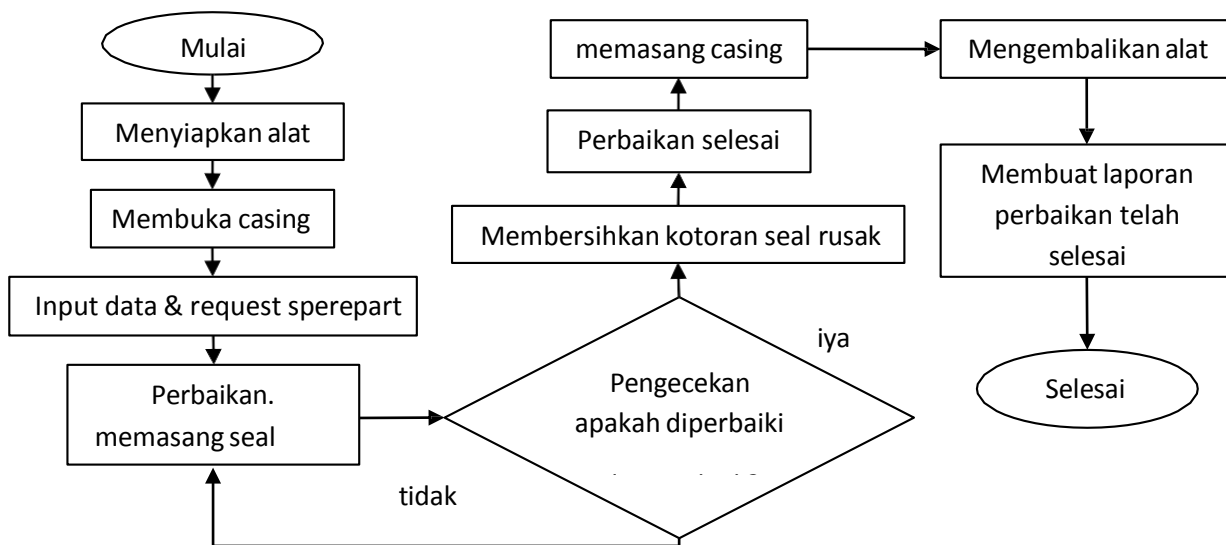
1. Kebocoran oli

Perbaikan paling cepat dan tepat dilakukan untuk mengatasi masalah kebocoran oli adalah, dengan memasang baut baru pada bagian rumah baut yang lepas, serta memberikan baut baru pada baut yang telah usang dan kendor agar masalah seperti ini tidak terjadi lagi.



2. Seal rusak

Perbaikan paling cepat dan tepat diberikan untuk mengatasi masalah *seal* rusak adalah, dengan mengganti *seal* yang rusak dengan *seal* yang baru, namun setelah penggantian *seal* harus benar – benar dilakukan pengecekan dengan teliti apakah *seal* terpasang dengan baik atau tidak, untuk menghindari kebocoran agar masalah seperti ini tidak terjadi lagi.



3. Valve rusak

Perbaikan paling cepat dan tepat diberikan untuk mengatasi masalah *valve* rusak adalah, dengan memperbaiki atau mengganti *valve* yang rusak dengan *valve* yang baru, setelah *valve* diperbaiki harus dilakukan pengecekan apakah *valve* terpasang dengan baik atau tidak, untuk menghindari kebocoran pada tiap sambungan agar masalah seperti ini tidak terjadi lagi.

No	Sub Equipment	Mode Kegagalan	Efek Kerusakan	Penyebab Kerusakan	O	Tindakan Saat Ini	Rekomendasi	D	RPN
1	Motor stator	Kebocoran oli	• Efisiensi turbin turun	• Baut lepas	4	• Melepas casing	• Memasang baut baru	4	80
			• Komponen cepat aus	• Getaran mesin	3	• Melepas baut	• Mengganti baut usang dengan baut baru	3	54
2	Pipa oli Pelumas	Seal rusak	• Efisiensi turbin turun	• Termakan usia	5	• Melepas pipa	• Memasang seal baru	3	75
			• Oli rembes	• Tekanan tinggi	4	• Melepas seal yang rusak	• Mengecek kebocoran setelah perbaikan	3	60
3	Valve aliran Oli	Valve rusak	• Efisiensi turbin turun	• Kotoran dan debu	3	• Melepas <i>valve</i>	• Memasang <i>valve</i> baru	4	60
			• Sirkulasi pelumas tersumbat	• Suhu tinggi	3	• Memberihkan kotoran dan debu		3	36
			• Komponen cepat aus	• Tekanan tinggi	4				24
			3.1	• Getaran mesin	3				3

4. KESIMPULAN

Berdasarkan pembahasan yang telah dilakukan, maka dapat ditarik kesimpulan bahwa inspeksi pemeliharaan atau *maintenance* pada turbin penting dilakukan untuk menghindari terjadinya kegagalan dan kerusakan. Menemukan suatu tingkatan yang menunjukkan gejala kerusakan sebelum alat – alat produksi mengalami kerusakan yang fatal. *Maintenance* juga penting dilakukan guna menjaga keandalan dan performa turbin. Melakukan pemilihan material

yang baik sesuai dengan kondisi operasi, tetap menjaga waktu pemeliharaan sesuai jadwalnya untuk mempertahankan nilai keandalan komponen, performa dan agar laju kegagalannya tidak berada dalam fase *wear out*, serta menjaga kualitas proses agar selalu berjalan sesuai dengan spesifikasi sehingga komponen turbin dapat menyuplai proses pembangkitan listrik PLTGU dengan baik.

5. DAFTAR PUSTAKA

- [1] ANALISA UNJUK KERJA DAN TINGKAT KAVITASI PADA TURBIN FRANCIS [Journal] / auth. Arifin Zaenal. - 2017.
- [2] ANALISIS PREVENTIVE MAINTENANCE DENGAN METODE MENGHITUNG MEAN TIME BETWEEN FAILURE (MTBF) DAN MEAN TIME TO REPAIR (MTTR) (STUDI KASUS PT. GAJAH TUNGGAL TBK) [Journal] / auth. Fatma Nur Fadilah, Kuswara Rizky Aditya and Ponda Henry. - 2020.
- [3] Challenges and Reliability of Predictive Maintenance [Journal] / auth. Wickern Vincent Meyern Zu. - 2019.
- [4] Failure Mode and Effect Analysis (FMEA) Implementation: A Literature Review [Journal] / auth. Sharma Kapil Dev and Srivastava Shobbit. - 2018.
- [5] IMPLEMENTATION OF ROOT CAUSE ANALYSIS ON PATIENT SAFETY IINCIDENCE IN HOSPITAL: LITERATURE REVIEW [Journal] / auth. Alifia Redina Thara and Dhamanti Inge. - 2022.
- [6] Mengenal dan memahami proses operasi PLTGU [Book] / auth. Susanto Hari, Durrijal Hadid and Semesta Lentera. - Jakarta : PT Lintang Pancar Semesta, 2009.\
- [7] PENGARUH COMBUSTION INSPECTION TURBINE [Journal] / auth. Aldium Ath Tholla'u Ahmad. - 2018.
- [8] PERANCANGAN ALAT UJI PRESTASI TURBIN PELTON [Journal] / auth. Simamora Muhammad Saleh. - 2017.
- [9] PERAWATAN MESIN SECARA PREVENTIVE MAINTENANCE DENGAN MODULARITY DESIGN PADA PT. RXZ [Journal] / auth. Tarigan Paulus, Ginting Elisabeth and Siregar Ikhsan. - 2013.
- [10] Performa Turbin Cross Flow Sudu Bambu 5” sebagai [Journal] / auth. Khomsah Ali and Zuliari Efrita Arfah. - 2015.
- [11] Rancang Bangun Purwarupa Pembangkit Listrik Tenaga Pikohidro Jenis Turbin Turgo [Journal] / auth. Prayoga Huda Setya. - 2019.
- [12] STEAM TURBINE MAJOR INSPECTION [Report] / auth. Soenandar. - 2021.
- [13] Total Productive Maintenance [Journal] / auth. Rizal Miftakhur. - 2017.
- [14] TOTAL PRODUCTIVE MAINTENANCE DI PT X [Journal] / auth. Limantoro Daniel and Felecia. - 2013.