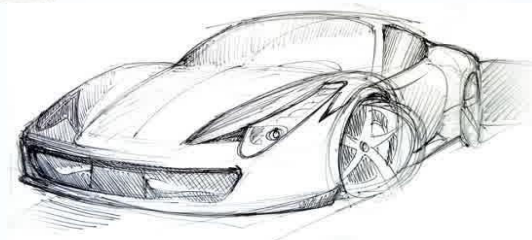
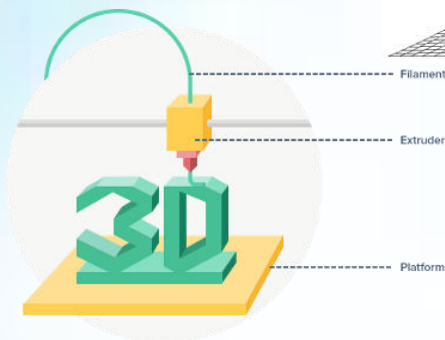
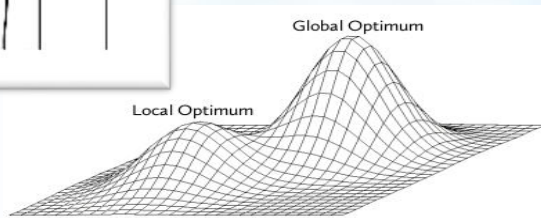
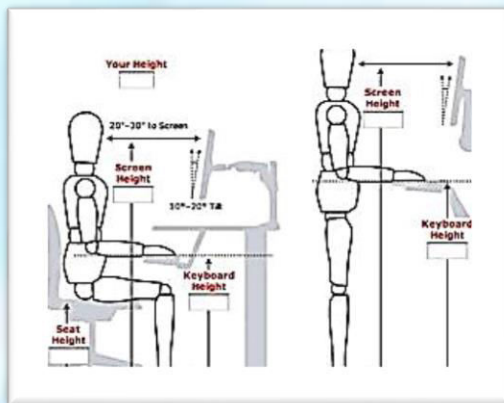


# ***JURNAL REKAVASI***

**Jurnal Rekayasa & Inovasi Teknik Industri**



**Institut Sains & Teknologi AKPRIND Yogyakarta**

Jurnal REKAVASI	Vol. 5	No. 1	Hlm. 1-58	Yogyakarta Mei 2017	ISSN: 2338-7750
--------------------	--------	-------	--------------	------------------------	--------------------

**DAFTAR ISI**

<b>OPTIMALISASI VEHICLE ROUTING PROBLEM DENGAN PENDEKATAN METODE SAVING MATRIX DAN CLARKE &amp; WRIGHT SAVING HEURISTIC</b> <i>Andi Arifudin, Petrus Wisnubroto, Cyrilla Indri Parwati</i>	1-9
<b>INTEGRASI METODE SERVQUAL, QFD, DAN KANO UNTUK MENINGKATKAN KUALITAS PELAYANAN PADA PERGURUAN TINGGI IAIM NU KOTA METRO</b> <i>Arief Zohir, Cyrilla Indri Parwati, Joko Susetyo</i>	10-17
<b>STUDI KELAYAKAN BISNIS TAS TENUN DENGAN PEMANFAATAN KAIN TENUN KHAS MAMASA DAN INOVASI PRODUK GUNA PENINGKATAN DAYA SAING USAHA</b> <i>Evanita Lestari, Winarni, Cyrilla Indri Parwati</i>	18-24
<b>ANALISIS KEGAGALAN TURBINE GUIDE BEARING MENGGUNAKAN METODE RELIABILITY CENTERED MAINTENANCE (RCM)</b> <i>Fadhli Hakim Akbar, Titin Isna Oesman, Endang Widuri Asih</i>	25-31
<b>EVALUASI KESEHATAN &amp; KESELAMATAN KERJA (K3) UNTUK PENILAIAN PRODUKTIVITAS DENGAN METODE SWOT DAN BALANCED SCORECARD PADA PT. MITRA REKATAMA MANDIRI</b> <i>Muhammard Yogie, Petrus Wisnubroto, Titin Isna Oesman</i>	32-37
<b>USULAN PERENCANAAN DAN PENGENDALIAN PERSEDIAAN BAHAN BAKU DENGAN METODE WILSON (STUDI KASUS DI USAHA CERAH BAKERY)</b> <i>Toloni Gulo, Joko Susetyo, Muhammad Yusuf</i>	38-44
<b>USULAN PENINGKATAN KUALITAS PELAYANAN DENGAN INTEGRASI METODE SERVQUAL DAN KANO (STUDI KASUS DI STAI KI AGENG PEKALONGAN)</b> <i>Wawan Agung Darmawan, Cyrilla Indri Parwati, Winarni</i>	45-52
<b>PENILAIAN KINERJA DENGAN METODE HUMAN RESOURCES SCORECARD DAN PENDEKATAN ANALISIS SWOT (STUDI KASUS PG. GONDANG BARU KLATEN)</b> <i>Elen Dapu, Winarni, Joko Susetyo</i>	53-58

## ANALISIS KEGAGALAN *TURBINE GUIDE BEARING* MENGGUNAKAN METODE *RELIABILITY CENTERED MAINTENANCE (RCM)*

Fadhli Hakim Akbar, Titin Isna Oesman, Endang Widuri Asih

Jurusan Teknik Industri

Fakultas Teknologi Industri, Institut Sains & Teknologi AKPRIND Yogyakarta

Jl. Kalisahak No. 28 Yogyakarta

E-mail : [fadhlihakima@gmail.com](mailto:fadhlihakima@gmail.com)

### ABSTRACT

*PT XYZ is a company engaged in hydropower generation. In order to be able to continue producing electricity, it is necessary for the company to pay attention on the reliability of the production machine so that breakdown can be prevented. One of the assets which has essential role is water turbine. However, when the turbine unit is operating, "High Temperature" alarm indication is appeared as an issue, it reaches 66°C - 68°C. The benefits of this research is able to maintain the condition of the turbine guide bearing, especially when the unit is in operation and prevention before a failure occurs. The ideal temperature percentage is <65°C. The purpose of this study is to determine the cause of failure using Fault Tree Analysis (FTA), determines the critical components using Failure Mode and Effect Analysis (FMEA), and the maintenance policies based on the operating time of the turbine guide bearing. Minimizing malfunction machine (turbine guide bearing) needs analysis of Reliability Centered Maintenance (RCM). From the results of this research indicate the cause of the failure of high temperature on the system turbine guide bearing is clearance bearing guide bearing to the value of the RPN is 168, the lubrication system with a value of RPN is 72, Heat Exchanger to the value of the NDP is 42, cooling water systems with a value of RPN is 36, and the temperature sensor with RPN score is 32. Based on the reliability of the turbine guide bearing showed the value of 470 MTBF, MTTR value amounting is 207, Mpt value is 0.48, the value of the rate of destruction ( $\lambda$ ) is 0.00136, and the reliability value is 91%, 81% due to high temperature caused by three (3) the failure mode. The proposal is based on the method of maintenance (RCM) is the recommended actions in the form of condition-based maintenance to be done or before the system operation on 470 hours before there were indications of failure.*

*Keywords: Fault Tree Analysis, Failure Mode and Effect Analysis, Reliability Centered Maintenance, Reliability.*

### INTISARI

PT XYZ merupakan perusahaan yang bergerak dibidang pembangkit listrik tenaga air (PLTA) untuk dapat terus memproduksi tenaga listrik, perusahaan harus memperhatikan keandalan pada mesin produksi supaya *break down* dapat dihindari sebaik mungkin. Salah satu *asset* yang memiliki peranan penting adalah turbin air tetapi pada saat unit turbin beroperasi, terdapat kendala yaitu muncul alarm "*High Temperatur*" sebesar 66°C – 68°C, suhu yang ideal yaitu < 65°C. Tujuan penelitian ini menentukan penyebab kegagalan, komponen kritis, dan meminimasi kegagalan fungsi mesin (*turbine guide bearing*) dengan analisis *Reliability Centered Maintenance (RCM)*. Manfaat dari penelitian ini adalah dapat mempertahankan kondisi *turbine guide bearing* terutama pada saat unit sedang beroperasi dan pencegahan sebelum kegagalan terjadi. Hasil dari penelitian menunjukkan penyebab kegagalan *high temperature* pada sistem *turbine guide bearing* adalah *clearance* bantalan *guide bearing* dengan nilai *RPN* sebesar 168, sistem pelumasan dengan nilai *RPN* sebesar 72, *Heat Exchanger* dengan nilai *RPN* sebesar 42, sistem air pendingin dengan nilai *RPN* sebesar 36, dan sensor temperatur dengan nilai *RPN* sebesar 32. Berdasarkan keandalan pada *turbine guide bearing* menunjukkan nilai *MTBF* sebesar 470, nilai *MTTR* sebesar 207, nilai *Mpt* sebesar 0,48, nilai laju kerusakan ( $\lambda$ ) sebesar 0,00136, dan nilai keandalan sebesar 91%. Dikarenakan 81% *high temperature* disebabkan oleh 3 (tiga) mode kegagalan tersebut. Usulan pemeliharaan berdasarkan metode *RCM* adalah tindakan yang direkomendasikan berupa perawatan berbasis kondisi atau sebelum sistem beroperasi 470 jam harus dilakukan sebelum muncul indikasi kegagalan.

Kata kunci: *Fault Tree Analysis, Failure Mode and Effect Analysis, Reliability Centered Maintenance, Keandalan*

### PENDAHULUAN (INTRODUCTION)

Era globalisasi saat ini, tenaga listrik sangat berperan dalam industri dan teknologi yang berkembang pesat. Pembangkit tenaga listrik merupakan salah satu penyedia yang memiliki kontribusi sangat penting. Tenaga air merupakan salah satu sumber daya terpenting.

PT XYZ merupakan perusahaan yang bergerak dibidang pembangkit listrik tenaga air (PLTA). PLTA menghasilkan tenaga listrik yang bebas polusi untuk dapat mencapai kapasitas produksi perlu

memperhatikan keandalan pada mesin produksi supaya *breakdown* yang disebabkan oleh komponen – komponen mesin dapat dihindari sebaik mungkin.

Departemen *Maintenance* telah menerapkan kebijakan perawatan *preventive maintenance* bertujuan untuk mencegah kerusakan, maupun *corrective maintenance* untuk memperbaiki kerusakan yang terjadi pada mesin. Salah satu *asset* yang memiliki peranan penting dalam pembangkit listrik adalah turbin air. Berdasarkan studi pendahuluan pada saat unit turbin sedang beroperasi, terdapat kendala yaitu muncul indikasi alarm “*High Temperature*” pada *Turbine Guide Bearing* yaitu sebesar 66°C – 68°C. Presentase suhu yang ideal yaitu < 65°C, mengingat *asset* beroperasi dan memiliki peranan penting maka dapat terjadi keausan komponen dari sistem tersebut. Hal ini memberikan dampak kerugian berupa kehilangan potensi produksi. Untuk meminimasi kegagalan fungsi mesin (*turbine guide bearing*) perlu analisis *Reliability Centered Maintenance (RCM)*. *Reliability Centered Maintenance* adalah suatu proses yang digunakan untuk menentukan tindakan yang harus dilakukan supaya *asset* fisik atau suatu sistem berjalan sesuai dengan yang direncanakan (Moubary, 1997).

Penelitian Djunaidi dan Bakdiyono (2012) membahas mengenai alternatif kebijakan perawatan pada mesin *bowling* dengan menghitung biaya perawatan untuk *repair policy* dan dibandingkan dengan biaya *preventivemaintenance policy*, maka didapat klasifikasi komponen kritis untuk kerusakan klasifikasi A dengan kebijakan *repair*, kerusakan klasifikasi B dengan kebijakan *preventive maintenance* setiap 5 bulan, dan kerusakan klasifikasi C dengan kebijakan *preventive maintenance* setiap 7 bulan.

Penelitian Puspitasari dan Martanto (2014) menggunakan metode *FMEA* untuk mengidentifikasi resiko kegagalan pada proses produksi. Moda kegagalan pada proses produksi yaitu 14 jenis kegagalan dengan menggunakan analisis *FMEA* didapat nilai *RPN* tertinggi kemudian memberikan usulan kebijakan pemeliharaan mesin agar terhindar dari kegagalan fungsi.

Menurut Setiawan (2008) pemeliharaan merupakan tindakan merawat mesin atau peralatan pabrik dengan memperbaharui umur masa pakai dan kegagalan/kerusakan mesin. Keandalan merupakan probabilitas suatu peralatan atau komponen dapat berfungsi dengan baik dalam suatu periode waktu ketika digunakan berdasarkan kondisi operasi yang ditetapkan (Ebeling (1997) dalam Soesetyo dan Bendatu (2014)).

Menurut Soesetyo (2014) beberapa jenis – jenis distribusi yang dapat digunakan untuk menentukan pola data kerusakan adalah *lognormal*, *normal*, *weibull* dan *exponential*. Identifikasi distribusi bertujuan untuk mengetahui distribusi dari data interval antar kerusakan dari mesin atau komponen dan lama waktu perbaikan kerusakan.

Berdasarkan latar belakang di atas maka rumusan masalah dalam penelitian ini adalah apa penyebab potensial dan efek yang ditimbulkan dari kegagalan *high temperature*, bagaimana komponen kritis pada *turbine guide bearing* dan bagaimana meningkatkan keandalan pada sistem *turbine guide bearing* dengan metode *Reliability Centered Maintenance (RCM)*.

## BAHAN DAN METODE (MATERIAL AND METHODS)

Objek yang diteliti adalah *Turbine Guide Bearing* pada Divisi *Maintenance*/aktifitas yang melakukan pemeliharaan mesin PT XYZ. Data primer diperoleh dari perusahaan melalui wawancara langsung dengan kepala bagian Divisi *Maintenance* yang meliputi data *turbine guide bearing*, Data komponen kritis yang paling sering mengalami kegagalan beserta penyebabnya, kerusakan *turbine guide bearing* periode Januari sampai Desember tahun 2015, perawatan *preventif turbine guide bearing* selama periode Januari sampai Desember tahun 2015, perawatan korektif *turbine guide bearing* selama periode Januari sampai Desember tahun 2015. Data sekunder dalam penelitian ini terdiri dari buku, jurnal, internet, dan literatur lain yang terkait dengan tema peneliti, baik secara langsung maupun tidak langsung.

Pengolahan data dilakukan dengan metode:

### 1. *Reliability Centered Maintenance (RCM)*

*Reliability Centered Maintenance (RCM)* merupakan suatu metode untuk mengembangkan, memilih dan membuat alternatif strategi perawatan yang didasarkan pada kriteria operasional, ekonomi dan keamanan. *Reliability Centered Maintenance (RCM)* memiliki 7 (tujuh) prinsip yaitu memelihara fungsional sistem, fokus kepada fungsi sistem, berbasiskan pada keandalan, menjaga keandalan fungsi sistem tetap sesuai, mengutamakan keselamatan, mendefinisikan kegagalan, dan harus memberikan hasil yang jelas.

#### **Keandalan (*Reliability*)**

*Mean Time Between Failure* (MTBF) adalah rata – rata interval waktu kerusakan yang terjadi saat mesin selesai diperbaiki sampai mesin tersebut mengalami kerusakan kembali (Kostas (1981) dalam Revitasari dkk (2015)).

$$MTBF = \frac{\text{Total time to Repair}}{\text{Number of failure}} \dots\dots(1)$$

*Mean Time To Repair* (MTTR) merupakan waktu rata – rata dari interval waktu untuk melakukan perbaikan yang dibutuhkan oleh suatu komponen atau sistem (Kostas (1981) dalam Revitasari dkk (2015)).

$$MTTR = \frac{\text{Total repair time}}{\text{Number of failure}} \dots\dots(2)$$

Identifikasi distribusi bertujuan untuk mengetahui distribusi dari data interval antar kerusakan dari mesin atau komponen dan lama waktu perbaikan kerusakan. Mesin atau komponen memiliki distribusi kerusakan yang berbeda-beda. Distribusi yang biasa digunakan untuk menentukan pola data kerusakan adalah *exponential, weibull, lognormal, dan normal* (Soesetyo, 2014).

**Distribusi Weibull**

a. Fungsi keandalan  $R(t)$

$$R(t) = e^{-\left(\frac{t}{\alpha}\right)^\beta} \dots\dots(3)$$

b. Fungsi laju kerusakan

$$r(t) = \left(\frac{\beta}{\theta}\right) \left(\frac{t}{\theta}\right)^{\beta-1} \dots\dots(4)$$

c. *Mean Time To Failure* (MTTF)

$$MTTF = \theta \Gamma \left(1 + \frac{1}{\beta}\right) \dots\dots(5)$$

Keterangan:

$\Gamma$  = Fungsi Gamma,  $\Gamma (n) = (n-1)!$ , dapat diperoleh melalui fungsi gamma

$\beta$  = parameter bentuk

$\theta$  = parameter skala

t = waktu

e = 2,7183

2. *Failure Mode and Effect Analysis* (FMEA)

Identifikasi kegagalan potensial dilakukan dengan cara pemberian nilai atau skor masing – masing moda kegagalan berdasarkan atas tingkat kejadian (*occurrence*), tingkat keparahan (*severity*), dan tingkat deteksi (*detection*) (Stamatis, 1995).

Tahapan *Failure Mode Effect and Analysis* (FMEA) yaitu sebagai berikut:

- a. Menentukan komponen dari sistem / alat yang akan dianalisis,
- b. Mengidentifikasi *potensial failure* / mode kegagalan dari proses yang diamati,
- c. Mengidentifikasi akibat (*potensial effect*) yang ditimbulkan *potensial failure mode*,
- d. Mengidentifikasi penyebab (*potensial cause*) dan *failure mode* yang terjadi pada proses yang berlangsung,
- e. Menetapkan nilai – nilai sebagai berikut:
  - 1) Keparahan efek (*Severity*) S – seberapa serius efek yang diakibatkan,
  - 2) Kejadian penyebab (*Occurrence*) O – bagaimana penyebab terjadi dan akibatnya dalam mode kegagalan,
  - 3) Deteksi penyebab (*Detection*) D – bagaimana kegagalan atau penyebab dapat dideteksi sebelum mencapai pelanggan.
  - 4) *Risk Priority Number* (RPN)

Angka prioritas RPN merupakan hasil kali dari *rating* keparahan, kejadian dan deteksi. Angka ini hanyalah menunjukkan *ranking* atau urutan defisiensi desain sistem.

$$RPN = S \times O \times D \dots\dots(1)$$

3. *Fault Tree Analysis* (FTA).

*Fault Tree Analysis* (FTA) merupakan metodologi analisis yang menggunakan model grafis untuk menunjukkan analisis proses secara visual. *Fault Tree Analysis* (FTA) memungkinkan untuk

identifikasi kejadian kegagalan berdasarkan penilaian probabilitas kegagalan (Dewi dan Dewa, 2005).

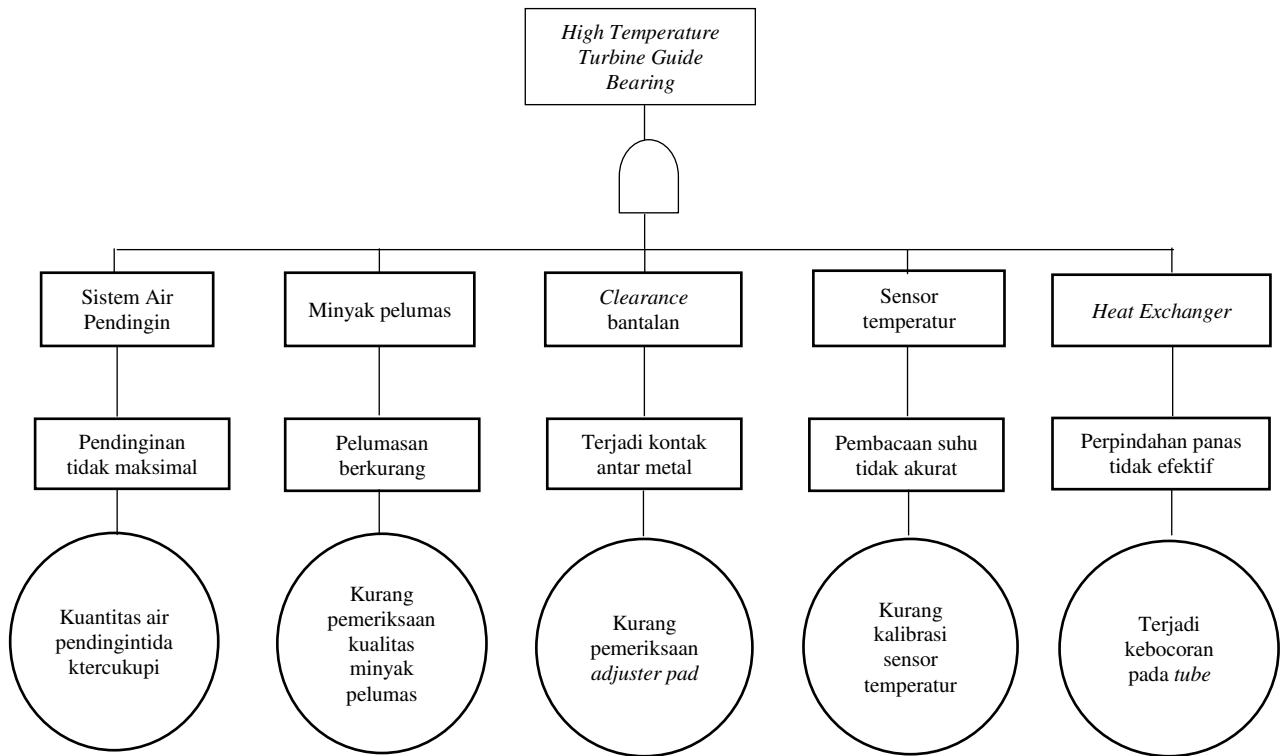
Tahapan *Fault Tree Analysis (FTA)* yaitu sebagai berikut:

- a. Identifikasi sistem yaitu langkah yang menetapkan sistem kejadian yang tidak diharapkan (kejadian puncak) dan batasan – batasan,
- b. Konstruksi *Fault Tree*, langkah ini menggambarkan kondisi sistem dengan *symbol – symbol*,
- c. Analisis Kualitatif, yakni mengevaluasi *Fault Tree* secara kualitatif.

**HASIL DAN PEMBAHASAN (RESULT AND DISCUSSIONS)**

**A. Hasil**

Metode *Fault Tree Analysis (FTA)* berdasarkan masalah pada *Turbine Guide Bearing* yaitu *High Temperature* merupakan kejadian utama (*top level event*) pada *FTA*. Setelah kejadian utama (*top level event*) ditentukan kemudian pembentukan pohon kesalahan (*Fault Tree*) pada Gambar 1. Diketahui penyebab kegagalan yang dapat menimbulkan *High Temperature* pada *Turbine Guide Bearing* disebabkan oleh beberapa komponen kritis yaitu *clearance* bantalan pada *guide bearing* tidak sesuai standar dan kontak antar metal yang mengakibatkan kejadian utama, sistem pelumasan tidak bekerja secara optimal, dikarenakan kualitas dan kuantitas minyak pelumas tidak sesuai standar yang mengakibatkan pelumasan pada bantalan *guide bearing* tidak maksimal, *heat exchanger* terjadi kebocoran mengakibatkan perpindahan panas tidak efektif, sistem pendingin tidak tercukupi yang mengakibatkan pendinginan pada poros tidak maksimal, dan sensor temperatur mengalami gangguan yang mengakibatkan pembacaan suhu temperatur tidak efektif.



Gambar 1. FTA High Temperature

Pengolahan data menggunakan metode *Failure Mode Effect and Analysis (FMEA)* dapat dilihat pada Tabel 1.

Tabel 1. FMEA High Temperature

Deskripsi proses	Potensi Moda Kegagalan	Potensi Efek Kegagalan	Severity	Potensi Penyebab Kegagalan	Ocurrence	Proses Kontrol Kegagalan	Detection	RPN
<i>Turbine</i>	<i>Clearance guide bearing</i>	Terjadi kontak	7	Kurang pemeriksaan	6	Pemeriksaan celah bantalan	4	168

Deskripsi proses	Potensi Moda Kegagalan	Potensi Efek Kegagalan	Severity	Potensi Penyebab Kegagalan	Occurance	Proses Kontrol Kegagalan	Detection	RPN
	tidak sesuai standar	antara metal		celah <i>bearing</i>		0,20 – 0,25 mm		
	Sistem pelumasan tidak optimal	Pelumasan berkurang	6	Kurang pemeriksaan minyak pelumas	4	Pemeriksaan kuantitas dankualitas minyak pelumas	3	72
	<i>Heat Exchanger</i> tidak optimal	Perpindahan panas tidak efektif	7	Terjadi kebocoran	3	Pemeriksaan kadar air pada minyak pelumas	2	42
	Sistem pendingin tidak bekerja normal	Pendinginan tidak maksimal	6	Jumlah air pendingin tidak tercukupi	2	Pastikan jumlah air pendingin tercukupi	3	36
	Gangguan pada sensor temperature	Pembacaan suhu tidak akurat	4	Kurang pemeriksaan, atau kalibrasi	2	Bandingkan indikasi temperatur pada <i>control room</i>	4	32
Total RPN Turbine Guide Bearing								350

Sumber: Data primer diolah

Penentuan Distribusi berdasarkan hasil perhitungan dari data selisih waktu antar kerusakan, kemudian data tersebut akan diolah dengan menggunakan *software Minitab 14* untuk mengetahui bentuk distribusi kerusakan pada *turbine guide bearing*. Hasil pengolahan data dengan menggunakan *software Minitab 14* yaitu menunjukkan distribusi kerusakan *turbine guide bearing* pada Tabel 2.

**Tabel 2.** Parameter Distribusi Weibull

Distribution	Parameters
Weibull	$\beta = 0,839897$ $\alpha = 428,778$

Sumber: Data sekunder diolah

Keandalan (*Reliability*) penentuan nilai laju kerusakan ( $\lambda$ ) menggunakan persamaan no 5 sebesar 0,00136 kerusakan / jam, artinya kemungkinan kerusakan pada *Turbine Guide Bearing* selama 1 (satu) jam yaitu 0,00136. Nilai keandalan (*reliability*) suatu sistem ditentukan oleh parameter *Mean Time Between Failure (MTBF)* dan *Mean Time To Failure (MTTR)*. Nilai *MTBF* menggunakan Persamaan 6 pada *turbine guide bearing* yaitu sebesar 469,879/kerusakan. Nilai *MTTR* menggunakan Persamaan 3 pada *turbine guide bearing* yaitu sebesar 206 jam 46 menit. Nilai *Mean Preventive Time (Mpt)* pada *turbine guide bearing* adalah sebesar 0,48 jam yang artinya dalam melakukan pemeliharaan preventif adalah 28 menit. Nilai keandalan (*Reliability*) menggunakan persamaan no 4 pada sistem *turbine guide bearing* memiliki tingkat keandalan sebesar yaitu sebesar 91%.

## B. Pembahasan

Metode *Fault Tree Analysis (FTA)* berdasarkan gambar 1 diketahui kejadian utama (*top event*) yaitu *high temperature*, yang disebabkan oleh beberapa komponen – komponen kritis. Komponen kritis yang dapat mengakibatkan *high temp* adalah *clearance* bantalan pada *guide bearing* tidak sesuai standar dan terjadi kontak antar metal yang mengakibatkan kejadian utama, sistem pelumasan/minyak pelumas tidak bekerja optimal dikarenakan kualitas dan kuantitas minyak pelumas tidak sesuai standar yang mengakibatkan pelumasan pada bantalan *guide bearing* tidak maksimal, *heat exchanger* terjadi kebocoran mengakibatkan perpindahan panas tidak efektif, sistem pendingin/air pendingin tidak tercukupi yang

mengakibatkan pendinginan pada poros tidak maksimal, dan sensor temperatur mengalami gangguan yang mengakibatkan pembacaan pada temperatur suhu tidak efektif.

Metode *Failure Mode and Effect Analysis (FMEA)* berfungsi untuk mengidentifikasi penyebab dan efek yang ditimbulkan dengan melakukan perhitungan *Risk Priority Number (RPN)*. Pemberian *rating* kejadian (*occurrence*), keparahan (*severity*), dan deteksi (*detection*) didiskusikan dengan pihak yang terkait. Nilai *RPN* menunjukkan tingkat keseriusan dari potensi kegagalan (*potential failure*) yang terjadi. Hasil pengolahan dengan metode *FMEA* pada tabel 1 diketahui bahwa potensi mode kegagalan *clearance* bantalan, sistem pelumas, *heat exchanger*, sistem pendingin, dan sensor temperatur mempunyai nilai *RPN* masing – masing. Dampak yang ditimbulkan dari ketiga moda kegagalan (*failure mode*) tersebut dapat mempengaruhi kegagalan *high temperature* pada *turbine guide bearing* terjadikarenakan 81% terjadinya *high temperature turbine guide bearing* disebabkan oleh ketiga moda kegagalan tersebut. Hal ini menunjukkan bahwa ketiga moda kegagalan tersebut tidak dapat diabaikan dan tindakan pemeliharaan (*maintenance task*) lebih difokuskan kepada ketiga moda kegagalan tersebut supaya sistem dapat bekerja secara maksimal.

*Reliability Centered Maintenance (RCM)* berdasarkan hasil analisis kegagalan pada *turbine guide bearing* menggunakan Metode *FMEA* diketahui bahwa 3 (tiga) moda kegagalan yang memiliki resiko terbesar yaitu *clearance* bantalan dengan nilai *RPN* sebesar 168. Moda kegagalan terbesar kedua yaitu sistem pelumasan dengan nilai *RPN* sebesar 72, dan moda kegagalan ketiga yang memiliki tingkat kegagalan terbesar yaitu *heat exchanger* dengan nilai *RPN* sebesar 42. Untuk meminimalkan kegagalan berupa *high temperature* pada *turbine guide bearing* khususnya pada 3 (tiga) penyebab kegagalan yang paling berpotensi yaitu kurangnya penyetalan / pengecekan pada celah *bearing*, kurang pemeriksaan kuantitas dan kualitas minyak pelumas, dan terjadi kebocoran atau endapan pada *tube*.

Usulan pemeliharaan berdasarkan metode *Reliability Centered Maintenance (RCM)* dari hasil perhitungan keandalan (*reliability*) *turbine guide bearing*. Nilai keandalan dapat ditingkatkan dengan meningkatkan nilai *MTBF* dan menurunkan nilai *MTTR* tindakan yang direkomendasikan berupa pemeliharaan berbasis kondisi (*objective condition monitoring task*). Tindakan pemeliharaan harus dilakukan sebelum muncul indikasi kegagalan atau sebelum sistem beroperasi selama 470 jam, sehingga kegagalan *high temperature* dapat dihindari.

## KESIMPULAN (CONCLUSION)

Berdasarkan pengolahan data, analisis data, dan pembahasan yang telah dilakukan dapat ditarik kesimpulan:

1. Penyebab potensial dari kegagalan *high temperature* pada *turbine guide bearing* yaitu *clearance* bantalan *bearing* kurang penyetalan, kuantitas dan kualitas minyak pelumas tidak standar, *heat exchanger* terjadi kebocoran atau endapan pada *tube*, jumlah air pendingin tidak tercukupi atau aliran sistem pendingin tidak normal, pengujian dan kalibrasi pada sensor temperatur kurang pemeriksaan. Efek yang ditimbulkan yaitu terjadi gesekan antar meal, sistem pelumasan tidak optimal, perpindahan panas tidak efektif, pembacaan suhu temperatur tidak akurat, dan sistem pendinginan tidak bekerja secara normal.
2. Komponen kritis pada *turbine guide bearing* yang dapat mengakibatkan *high temperature* yaitu *clearance* bantalan *bearing* dengan nilai *RPN* sebesar 168, minyak pelumas dengan nilai *RPN* sebesar 72, *heat exchanger* dengan nilai *RPN* sebesar 42, sensor temperatur dengan nilai *RPN* sebesar 36, dan air pendingin dengan nilai *RPN* sebesar 32.

## DAFTAR PUSTAKA

- Dewi, LT, dan Dewa, PK 2005, 'Implementasi Fault Tree Analysis pada Sistem Pengendalian Kualitas', *Prosiding Seminar Nasional II, Forum Komunikasi Teknik Industri*, Yogyakarta.
- Djunaidi, M, dan Bakdiyono, E 2012, 'Minimasi Biaya Perawatan dengan Menggunakan Metode Preventive Maintenance Policy', *Jurnal Ilmiah Teknik Industri*, Volume 11, Nomor 2, pp. 198-208.
- Moubray, J 1997, *Reliability Centered Maintenance II, 2nd Edition*, Butterworth-Heinemann, Oxford.
- Puspitasari, NB, dan Martanto, A 2014, 'Penggunaan FMEA dalam Mengidentifikasi Resiko Kegagalan Proses Produksi Sarung Tangan ATM (Alat Tenun Mesin) (Studi Kasus PT. Asaputex Jaya Tegal)', *J@TI Undip*, Volume IX, Nomor 2, pp. 93-98.
- Revitasari, C, Novareza, O, dan Darmawan, Z 2015, 'Penentuan Jadwal Preventive Maintenance Mesin – Mesin di Stasiun Giling (Studi Kasus PG Lestari Kertosono)', *Jurnal Rekayasa dan Manajemen Sistem Industri*, Volume 3, Nomor 3, pp. 485-494.



Setiawan, FD 2008, *Perawatan Mekanikal Mesin Produksi*, Maximus, Yogyakarta.

Soesetyo, I, dan Bendatu, LY 2014, 'Penjadwalan Predictive Maintenance dan Biaya Perawatan Mesin Pellet di PT. Charoen Pokphand Indonesia – Sepanjang'. *Jurnal Tirta*, Volume 2, Nomor 2, pp. 147 – 154.

Stamatis, DH 1995, *Failure Mode and Effect Analysis FMEA from Theory to Execution*, Amer Society for Quality Press, Wisconsin.