

**STRATEGI PENGURANGAN RISIKO KERUSAKAN  
KOMPONEN KRITIS PADA PEMBANGKIT LISTRIK TENAGA  
AIR SAGULING POMU**

**TUGAS AKHIR**

**Karya tulis sebagai salah satu syarat  
untuk memperoleh gelar Sarjana Teknik dari  
Program Studi Teknik Industri  
Fakultas Teknik Universitas Pasundan**

**Oleh**

**KHAIRUL AFRI**

**NRP : 193010184**



**PROGRAM STUDI TEKNIK INDUSTRI  
FAKULTAS TEKNIK  
UNIVERSITAS PASUNDAN  
2021**

**STRATEGI PENGURANGAN RISIKO KERUSAKAN  
KOMPONEN KRITIS PADA PEMBANGKIT LISTRIK TENAGA  
AIR SAGULING POMU**

Oleh

**Khairul Afri  
NRP: 193010184**

Menyetujui  
Tim Pembimbing

Tanggal 13 Desember 2021

Pembimbing

Penelaah

(Ir. Wahyukaton, MT)

(Dr. Ir. H. Chevy Herli Sumerli A., MT)

Mengetahui,

Ketua Program Studi

(Dr. Ir. M. Nurman Helmi, DEA)

# STRATEGI PENGURANGAN RISIKO KERUSAKAN KOMPONEN KRITIS PADA PEMBANGKIT LISTRIK TENAGA AIR SAGULING POMU

KHAIRUL AFRI

NRP: 193010184

Pembimbing Utama:

Ir. Wahyukaton, MT

## ABSTRAK

*Performance atau kinerja pembangkit sangat penting untuk menjaga sistem jaringan yang meliputi faktor kesiapan unit pembangkit atau ketersediaan (availability), faktor keandalan (reliability). Faktor-faktor tersebut sangat penting dalam pengelolaan pembangkit untuk mengurangi terjadinya kerusakan pada komponen pembangkit maka dilakukan pendekatan dengan menggunakan metode failure mode and effect analysis (FMEA) dalam merumuskan strategi pengurangan risiko kerusakan pada komponen kritis pada Pembangkit Listrik Tenaga Air Saguling. Frekuensi kerusakan peralatan pembangkit yang sering terjadi yaitu terdapat pada peralatan generator dan turbine. Dimana generator dan turbine merupakan peralatan utama yang digunakan untuk memproduksi listrik. Tujuan penelitian ini adalah mengusulkan strategi pengurangan risiko kerusakan pada komponen kritis generator dan turbine menggunakan pendekatan failure mode and effect analysis (FMEA). Usulan pengurangan risiko kerusakan akan memprioritaskan pada komponen kritis yang memiliki nilai risk priority number (RPN) tertinggi. Adapun strategi yang berhasil dirumuskan yaitu untuk komponen Excitation & AVR Control yaitu perlu adanya pelatihan pada teknisi pemeliharaan terkait cara setting dan pemeliharaan peralatan AVR serta melakukan review Manual Book/SOP/Instruksi Kerja (IK) penggantian Controller AVR dan melakukan perawatan preventif secara berkala dan terjadwal khususnya pada komponen agar lingkungan peralatan tidak kotor. Untuk komponen Oil Cooler Turbine Bearing yaitu perlu adanya review SOP serta melakukan monitoring level oli secara rutin oleh operator dan perlu adanya kalibrasi kontak level switch oil cooler turbin bearing.*

*Kata Kunci : Risiko Kerusakan , Peralatan Pembangkit, Failure Mode and Effect Analysis, Generator, Turbine*

## DAFTAR ISI

ABSTRAK.....	i
PEDOMAN PENGGUNAAN TUGAS AKHIR.....	iv
PERNYATAAN.....	v
KATA PENGANTAR.....	vi
DAFTAR ISI.....	viii
DAFTAR LAMPIRAN.....	xi
DAFTAR GAMBAR.....	xii
DAFTAR TABEL.....	xiii
I.    Bab I    Pendahuluan.....	I-1
1.1.    Latar belakang.....	I-1
1.2.    Rumusan Masalah.....	I-2
1.3.    Tujuan dan Manfaat Pemecahan Masalah.....	I-3
1.4.    Pembatasan Masalah.....	I-3
1.5.    Sistematika Penulisan Laporan.....	I-3
II.  Bab II  Tinjauan Pustaka.....	II-5
2.1.    Pembangkit Listrik Tenaga Air (PLTA).....	II-5
2.1.1.    Pengertian PLTA.....	II-5
2.1.2.    Prinsip Kerja PLTA.....	II-5
2.2.    Kegiatan Operasional PLTA Saguling.....	II-6
2.3.    Generator.....	II-18
2.2.1.    Prinsip Dasar Generator.....	II-18
2.2.2.    Konstruksi Generator.....	II-20
2.2.3.    Peralatan Bantu Pada Generator.....	II-24
2.2.3.1.    Automatic Voltage Regulator (AVR).....	II-24
2.2.3.2.    Generator Air Cooler.....	II-24
2.2.3.3.    Oil Cooler Generator Thrust Bearing.....	II-24
2.2.3.4.    Generator Upper Guide Bearing.....	II-25
2.2.3.5.    Generator Lower Guide Bearing.....	II-25
2.2.3.6.    Mechanical Brake.....	II-25
2.4.    Turbine.....	II-26
2.5.    Tingkat Kesiapan Pembangkit.....	II-27
2.6.    Perawatan ( <i>Maintenance</i> ).....	II-28

2.7.	Failure Mode and Effect Analysis (FMEA).....	II-29
2.7.1.	Pengertian Failure Mode and Effect Analysis (FMEA).....	II-29
2.7.2.	Tujuan <i>Failure Modes and Effect Analysis</i> .....	II-31
2.7.3.	Langkah Dasar FMEA.....	II-31
2.7.4.	Identifikasi Element-Element FMEA Proses.....	II-33
2.7.5.	Menentukan Severity, Occurrence, Detection.....	II-36
2.7.5.1.	Severity.....	II-36
2.7.5.2.	<i>Occurrence</i> .....	II-38
2.7.5.3.	<i>Detection</i> .....	II-38
2.8.	Fishbone Diagram.....	II-39
III.	Bab III Metodologi Penelitian.....	III-41
3.1.	Objek Penelitian.....	III-41
3.2.	Diagram Alir Penelitian.....	III-41
3.3.	Tahapan Pengumpulan Data.....	III-43
3.4.	Tahap Pengolahan dan Analisis Data.....	III-43
3.5.	Fishbone Diagram.....	III-47
3.6.	Usulan Strategi Pengurangan Risiko Kerusakan.....	III-48
IV.	Bab IV Pengumpulan dan Pengolahan Data.....	IV-49
4.1.	Metode Pengumpulan Data.....	IV-49
4.2.	Data Umum Perusahaan.....	IV-49
4.2.1.	Sejarah PT. Indonesia Power.....	IV-49
4.2.2.	Visi dan Misi PT. Indonesia Power.....	IV-51
4.2.3.	Tujuan Perusahaan.....	IV-51
4.2.4.	Motto Perusahaan.....	IV-52
4.2.5.	Revolusi Tatanan Proses Bisnis.....	IV-52
4.2.6.	Logo Indonesia Power.....	IV-52
4.2.7.	Sejarah Singkat PT. Indonesia Power Saguling POMU.....	IV-53
4.3.	Data Kerusakan Peralatan Pembangkit PLTA Saguling.....	IV-55
4.4.	Pengolahan Data.....	IV-58
4.4.1.	Identifikasi Mode Kegagalan, Penyebab dan Dampak.....	5
4.4.2.	Identifikasi prioritas risiko pada komponen (FMEA).....	IV-63
4.4.3.	Pengkategorian Rangkaing RPN.....	IV-64
V.	Bab V Analisis dan Pembahasan.....	V-67

5.1.	Failure Mode and Effect Analysis (FMEA).....	V-67
5.2.	Analisis Mode Kegagalan dan Efek Kegagalan FMEA.....	V-68
5.3.	Diagram Sebab-akibat ( <i>Cause and Effect Diagram</i> ).....	V-69
5.3.1.	Sebab Akibat yang mempengaruhi kerusakan komponen <i>Excitation &amp; AVR Control</i> .....	V-69
5.3.2.	Sebab Akibat yang mempengaruhi kerusakan komponen <i>Generator Air Cooler</i> .....	V-70
5.3.3.	Sebab Akibat yang mempengaruhi kerusakan komponen <i>Generator Rotor</i> .....	V-71
5.3.4.	Sebab Akibat yang mempengaruhi kerusakan komponen <i>Generator Stator</i> .....	V-72
5.3.5.	Sebab Akibat yang mempengaruhi kerusakan komponen <i>Governor</i>	V-73
5.3.6.	Sebab Akibat yang mempengaruhi kerusakan komponen <i>Oil Cooler Turbin Bearing</i> .....	V-74
5.4.	Usulan Strategi Pengurangan Risiko Komponen <i>Generator dan Turbine</i>	V-75
VI.	Bab VI Kesimpulan dan Saran.....	VI-79
6.1.	Kesimpulan.....	VI-79
6.2.	Saran.....	VI-80
VII.	DAFTAR PUSTAKA.....	82

## Bab I Pendahuluan

### 1.1. Latar belakang

Pada era modern saat ini, listrik menjadi suatu hal mendasar yang sangat dibutuhkan oleh semua lapisan masyarakat, digunakan untuk kebutuhan sehari-hari serta dapat mendorong kualitas hidup dan membantu perekonomian masyarakat. Dalam hal ini konsumsi akan energi listrik terus bertambah seiring dengan bertambahnya jumlah penduduk serta meningkatnya teknologi guna menunjang kegiatan dan aktifitas sehari-hari. Oleh sebab itu, dibutuhkan pembangkit listrik yang dapat melayani setiap aktifitas manusia yang membutuhkan pasokan listrik tersebut.

Salah satunya pembangkit yang ada di Jawa Barat yaitu Pembangkit Listrik Tenaga Air (PLTA) Saguling yang menghasilkan total daya sebesar 797 MW. PLTA Saguling mempunyai peran penting untuk memasok kelistrikan sistem jaringan Jawa Bali dan Madura. Performance atau kinerja pembangkit sangat penting untuk menjaga sistem jaringan yang meliputi faktor kesiapan unit pembangkit atau ketersediaan (*availability*), faktor keandalan (*reliability*). Faktor-faktor tersebut sangat penting dalam pengelolaan pembangkit, karena bukan saja menjadi keunggulan *komparatif*, tetapi juga memberikan pendapatan bagi perusahaan secara nyata, meningkatkan produktivitas dan keandalan.

Pada PLTA Saguling terdapat beberapa komponen peralatan yang sangat penting untuk menunjang proses produksinya, yaitu Pipa Penstok, *Turbine*, *Generator*, dan *Transformer*. Dimana, ada beberapa peralatan yang sering mengalami gangguan antara lain vibrasi, temperatur dan dust sehingga perlu dilakukan perbaikan. Namun metode yang digunakan untuk menganalisa kerusakan alat tersebut belum optimal. Menurut data kerusakan peralatan pembangkit dari manajemen operasi PLTA Saguling pada tahun 2016 sampai 2020 didapatkan kerusakan yang sering terjadi pada peralatan *generator* dan *turbine*. Dimana *generator* dan *turbine* merupakan peralatan utama yang digunakan untuk memproduksi listrik. *Generator* dan *turbine* terdiri dari komponen-komponen pendukung dalam operasinya. Apabila peralatan ini mengalami kerusakan maka mengakibatkan proses produksi listrik akan terhenti. Jumlah kerusakan ini harus

terus dikurangi guna meningkatkan hasil produksi, serta memperbaiki kualitas keandalan agar kejadian serupa tidak terulang pada tahun-tahun berikutnya. Jika kerusakan di tahun mendatang sama banyaknya atau bahkan lebih banyak maka akan berdampak pada biaya yang dikeluarkan oleh perusahaan untuk perbaikan akan semakin besar, serta jumlah produksi listrik yang dihasilkan akan menurun.

*Failure Mode and Effect Analysis* (FMEA) merupakan salah satu pendekatan yang umum digunakan menganalisis risiko kerusakan yang berguna untuk mengetahui penyebab kerusakan dan menghasilkan pencegahan terjadinya kerusakan di masa depan. FMEA menilai secara kualitatif tingkat keparahan (*severity*), kejadian (*occurrence*) serta deteksi (*detection*) pada setiap kegiatan untuk proses operasi maupun peralatan atau komponen untuk suatu system tertentu. Ketiga komponen penilaian tersebut kemudian diberikan skor berdasarkan ketentuan baku dan komponen yang mendapatkan *Risk Priority Number* (RPN) tertinggi akan diusulkan strategi pengurangan risiko kerusakannya.

Dalam pengelolaan Pembangkit Listrik Tenaga Air (PLTA) Saguling diperlukan peningkatan *maturity level* pembangkitan melalui percepatan pelaksanaan proses bisnis tata kelola pembangkitan khususnya pada bidang pengelolaan risiko agar *maturity level* proses bisnis segera meningkat secara berkelanjutan. Maka dari itu, sangat dibutuhkan suatu usulan berupa strategi pengurangan risiko kerusakan khususnya pada komponen-komponen kritis bagian *generator* agar dapat mengurangi risiko kerusakan di masa mendatang.

## 1.2. Rumusan Masalah

Berdasarkan latar belakang yang diuraikan di atas, maka permasalahan yang ingin diselesaikan melalui penelitian Tugas Akhir ini yaitu:

1. Mode kegagalan apa yang dapat diidentifikasi pada komponen *generator* dan *turbine* ?
2. Bagaimana strategi pengurangan risiko kerusakan pada komponen kritis *generator* di PLTA Saguling?
3. Bagaimana strategi pengurangan risiko kerusakan pada komponen kritis *turbine* di PLTA Saguling?



### 1.3. Tujuan dan Manfaat Pemecahan Masalah

Tujuan penelitian ini adalah:

1. Mengetahui jenis kegagalan yang terjadi pada *generator* dan *turbine* dengan menggunakan metode FMEA berdasarkan risiko RPN.
2. Mengusulkan strategi pengurangan risiko pada komponen kritis *generator* dan *turbine*.

Manfaat penelitian ini adalah :

1. Menjelaskan teknik analisis risiko FMEA dalam mengidentifikasi kerusakan pada *generator* dan *turbine*
2. Menjelaskan teknik pengukuran keefektifan dari manajemen risiko berupa *maturity level*.
3. Memberikan pemahaman mengenai arti penting pemeliharaan prediktif pada *generator* dan *turbine*.

### 1.4. Pembatasan Masalah

Agar penelitian ini terarah dan tujuan yang diharapkan tercapai, maka penulis menetapkan batasan-batasan terhadap masalah yang diteliti. Dalam penelitian ini penulis memfokuskan penelitian pada:

1. Data kerusakan peralatan yang diamati dan di analisa adalah data dari tahun 2016 sampai tahun 2020
2. Penyebab kegagalan *generator* dan *turbine* ditinjau dari aspek manusia, mesin, umur, dan komponen.

### 1.5. Sistematika Penulisan Laporan

Dalam melakukan penelitian, penulis mengelompokkan dalam pembahasan yang terdiri dari beberapa bab, yang meliputi:

Bab I Pendahuluan

Pada bab pendahuluan akan menjelaskan mengenai latar belakang dilakukannya penelitian, rumusan permasalahan, tujuan dan manfaat

pemecahan masalah, pembatasan masalah, metodologi penelitian, dan sistematika penulisan.

## Bab II Tinjauan Pustaka

Pada bab tinjauan pustaka akan membahas mengenai teori-teori yang mendukung penelitian ini. Landasan teori yang akan dibahas meliputi Pembangkit Listrik Tenaga Air (PLTA), kegiatan operasi PLTA Saguling, komponen-komponen *generator*, tingkat kesiapan pembangkit, manajemen pemeliharaan, *Failure Mode and Effect Analysis*. Landasan teori ini didapatkan dari buku, jurnal, maupun artikel dari internet.

## Bab III Metodologi Penelitian

Pada bab metodologi penelitian menjelaskan mengenai objek penelitian dan tahapan yang sistematis dalam penyusunan penelitian, meliputi tahap awal sampai akhir yang saling terkait antara satu dengan yang lain, serta melibatkan konsep dan metode- metode pada bab sebelumnya. Tahapan dalam metodologi penelitian ini disusun dan disesuaikan dengan rumusan masalah dan tujuan penelitian.

## Bab IV Pengumpulan dan Pengolahan Data

Pada bab pengumpulan dan pengolahan data dilakukan analisis risiko dari semua potensi risiko secara terukur dalam bentuk *Severity*, *Occurence*, dan *Detection*. Data yang di peroleh dalam penelitian serta sumber-sumber dari PLTA Saguling.

## Bab V Analisis dan Pembahasan

Pada bab analisis dan pembahasan akan menjelaskan mengenai analisis hasil pengolahan data yang telah dilakukan pada bab sebelumnya.

## Bab VI Kesimpulan dan Saran

Pada bab kesimpulan dan saran berisi mengenai kesimpulan dari keseluruhan penelitian ini. Kesimpulan yang diambil meliputi keseluruhan hasil penelitian dan saran yang dapat digunakan untuk perbaikan manajemen risiko kerusakan peralatan untuk meningkatkan pemeliharaan peralatan pada PLTA Saguling.

## DAFTAR PUSTAKA

ADDIN Mendeley Bibliography CSL\_BIBLIOGRAPHY AIAG, A. I. A. G. (1993). *SAE\_fmea.pdf* (First, Issue 724). Chrysler Corporation, Ford Motor Company, General Motors Corporation.

Besterfield, D. H., Besterfield, G. H., Besterfield-Sacre, M., & Urdhwareshe, R. (2012). *Total Quality Management Revised Third Edition* (D. K. Pvt.Ltd (ed.); Revised Th).

Budi, S. (2014). *Indek Kinerja Pembangkit*. Suralaya, UDIKLAT PLN.

Carlson, C. S. (2014). Understanding and Applying the Fundamentals of FMEAs. *2014 Annual Reliability and Maintainability Symposium (RAMS)*, New Jersey, Canada.

Chrysler, L. (2008). *Potential failure mode and effects analysis - process* (Fourth). Ford Motor Company. General Motor Corporation.

Juhari, Dipl. Eng, S. p. (2014). *Generator*. Jakarta, Kementriak Kebudayaan Republik Indonesia.

Scheffer, C., & Girdhar, P. (2004). Machinery Vibration Analysis & Predictive Maintenance. In S. Mackay (Ed.), Elsevier, Oxford.

Indonesia Power, (2021): Maximo PT Indonesia Power, <http://maximo.indonesiapower.co.id/maximo/webclient/login/login.jsp?appservauth=true>, Download(diturunkan/diunduh) pada 22 Maret 2021

Indonesia Power, (2021): Profil PT Indonesia Power Saguling POMU, <https://www.indonesiapower.co.id/id/produk-dan-layanan/produk/Pages/Saguling%20Power%20Generation%20and%20OM%20Services%20Unit.aspx>, download(diturunkan/diunduh) pada 5 April 2021