

IMPLEMENTASI RELIABILITY CENTERED MAINTENANCE II (RCM II) PADA GAS TURBINE GENERATOR SYSTEM

Oleh:

Raihan Maulana Zulfikar / 211020200049

Dosen Pembimbing

Dr. Eng. Rachmat Firdaus, S.T., M.T.

Progam Studi Teknik Mesin

Universitas Muhammadiyah Sidoarjo

2024



www.umsida.ac.id



[umsida1912](https://www.instagram.com/umsida1912)



[umsida1912](https://twitter.com/umsida1912)



[universitas
muhammadiyah
sidoarjo](https://www.facebook.com/umsida1912)



[umsida1912](https://www.youtube.com/umsida1912)

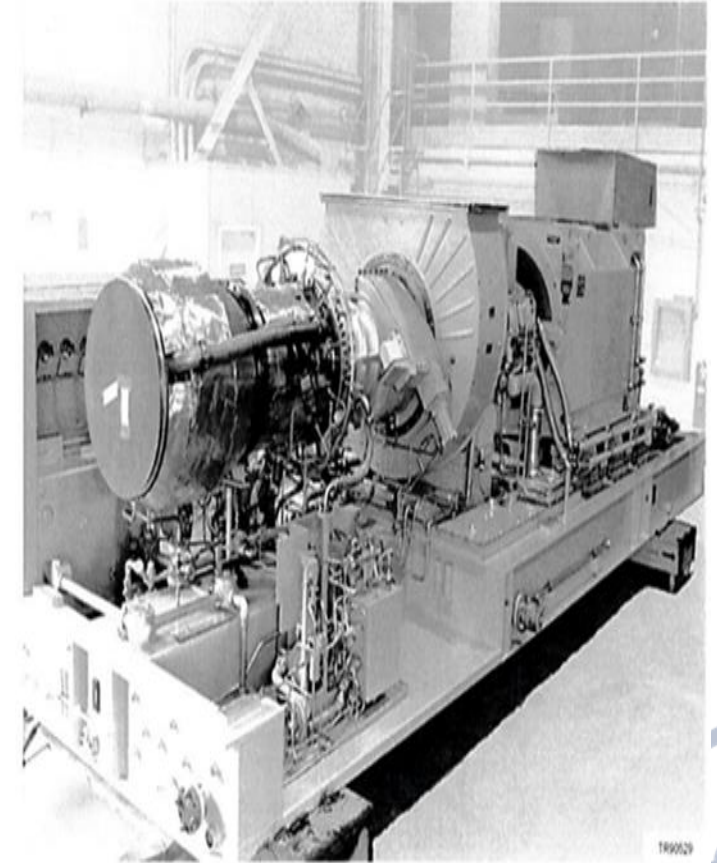
Abstrak

Reliability Centered Maintenance II (RCM II) merupakan pendekatan sistematis untuk mengoptimalkan strategi pemeliharaan berbasis risiko pada peralatan kritis. Penelitian ini bertujuan menganalisis penerapan RCM II pada Gas Turbine Generator (GTG) di industri minyak dan gas. Metode penelitian mencakup analisis fungsi, Failure Mode and Effects Analysis (FMEA), serta penentuan prioritas risiko menggunakan Risk Priority Number (RPN). Hasil konseptual menunjukkan bahwa RCM II mampu mengidentifikasi komponen kritis serta merumuskan jadwal pemeliharaan preventif dan prediktif. Implementasi RCM II diharapkan mengoptimalkan tenaga kerja, dan meningkatkan keandalan operasional GTG System. Studi ini memberikan rekomendasi praktis bagi industri untuk mengadopsi RCM II dalam manajemen aset kritis.

KATA KUNCI – REALIBILITY CENTERED MAINTENANCE II, GAS TURBINE GENERATOR, FMEA, RISK PRIORITY NUMBER.

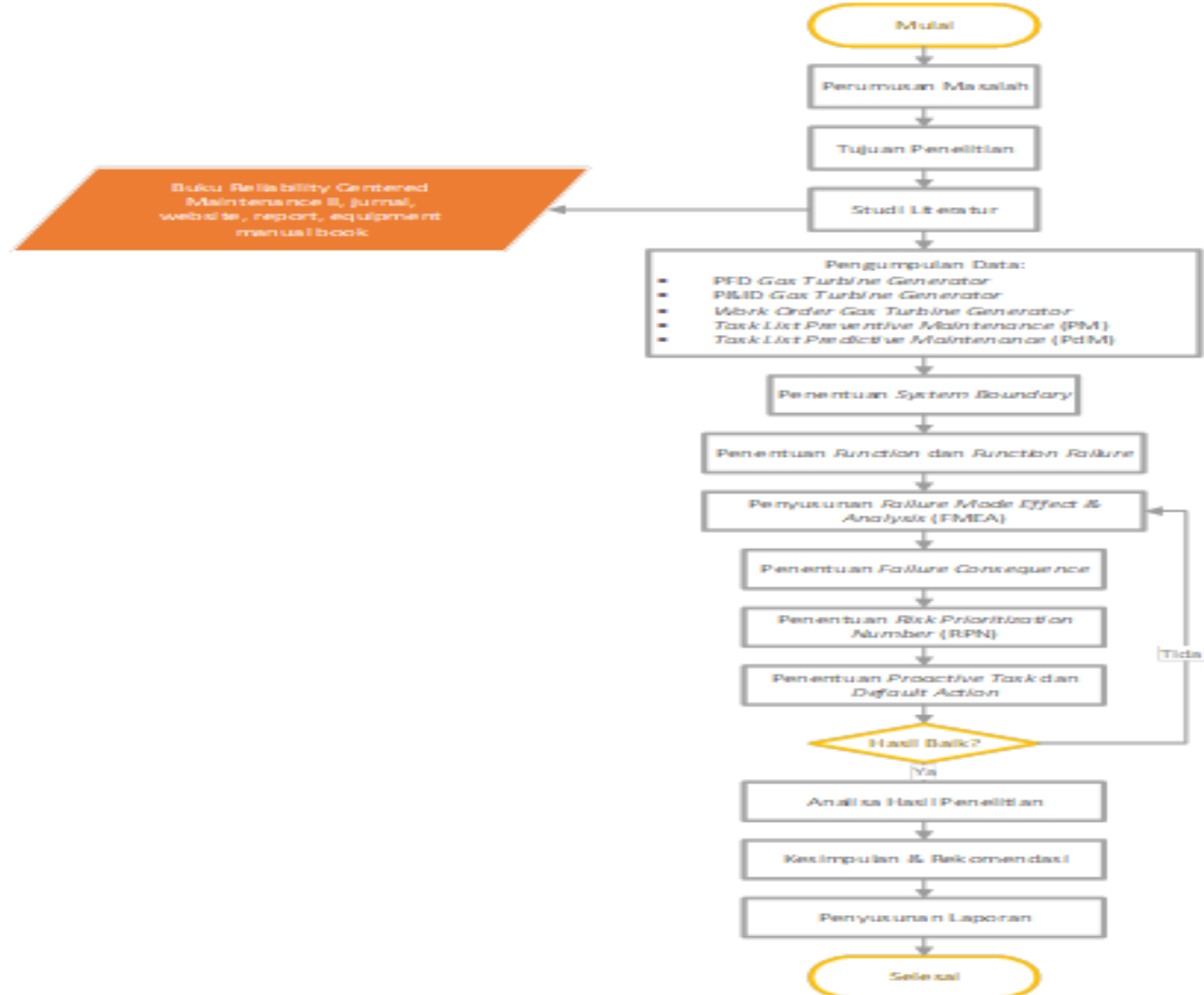
LATAR BELAKANG

Gas Turbine Generator (GTG) berperan sebagai sumber listrik utama di industri minyak dan gas dengan mengonversi energi kimia (gas alam) menjadi energi listrik melalui proses termodinamika. Sistem ini terdiri dari komponen kritis seperti kompresor, ruang bakar, turbin gas, dan generator. Gangguan pada GTG dapat menyebabkan pemadaman listrik mendadak, kerugian produksi hingga miliaran rupiah, serta risiko keselamatan seperti kebocoran gas atau ledakan. Pemeliharaan konvensional yang reaktif (run-to-failure) sering mengabaikan analisis risiko spesifik, menyebabkan over-maintenance pada komponen minor dan under-maintenance pada komponen kritis. Studi Darwito (2015) membuktikan pemborosan biaya akibat fokus pada komponen non-kritis. Solusi yang diusulkan adalah Reliability Centered Maintenance II (RCM II) berbasis Failure Mode and Effects Analysis (FMEA) dan Risk Priority Number (RPN) untuk mengoptimalkan strategi pemeliharaan, mengurangi downtime, serta meningkatkan efisiensi biaya dan alokasi tenaga kerja dengan fokus pada komponen kritis

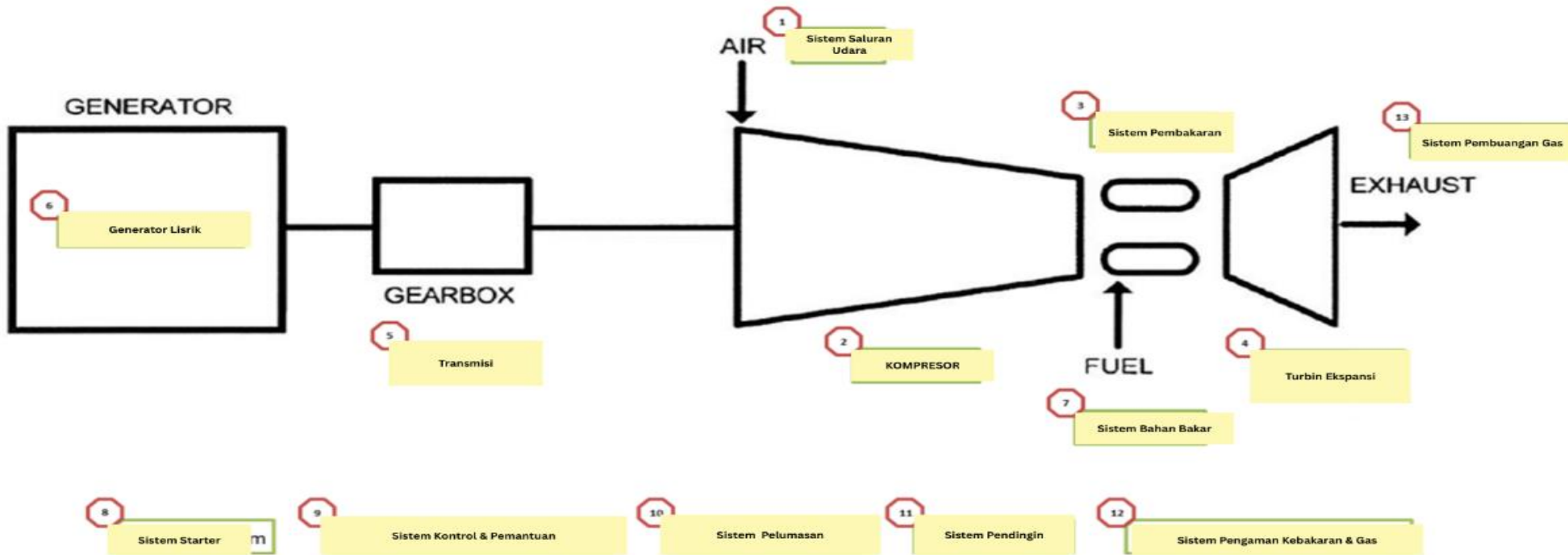


METODOLOGI PENELITIAN

- Diagram Alir



System Boundary



Sistem Gas Turbine Generator merupakan sistem pembangkit tenaga listrik yang berfungsi untuk mengubah energi dari bahan bakar (gas) menjadi energi mekanik, dan selanjutnya dikonversi menjadi energi listrik melalui generator. Sistem ini dirancang untuk menghasilkan daya listrik sebesar 3800 kW dengan tegangan 6600 V dan frekuensi 50 Hz. Sistem ini digunakan dalam instalasi pembangkit industri dengan efisiensi termal sekitar 29,3% dan kapasitas output sebesar 4600 kWe.

NO.	KOMPONEN	FUNGSI
1	Sistem Saluran Udara	Menyediakan udara bersih untuk proses pembakaran
2	Kompresor	Meningkatkan tekanan udara masuk sebelum pembakaran
3	Sistem Pembakaran	Membakar campuran udara dan bahan bakar untuk menghasilkan energi panas
4	Turbin Ekspansi	Mengkonversi energi panas menjadi energi mekanik
5	Transmisi	Mentransfer tenaga mekanik dari turbin ke generator
6	Generator Listrik	Mengubah energi mekanik menjadi energi listrik
7	Sistem Bahan Bakar	Menyalurkan bahan bakar ke ruang bakar
8	Sistem Starter	Memungkinkan turbin mulai berputar untuk start-up
9	Sistem Kontrol & Pemantauan	Mengendalikan dan memantau semua parameter sistem
10	Sistem Pelumasan	Melumasi bagian-bagian yang bergerak
11	Sistem Pendingin	Menjaga suhu sistem agar tetap dalam batas aman
12	Sistem Pengaman Kebakaran & Gas	Mendeteksi dan mengendalikan kebakaran dan kebocoran gas
13	Sistem Pembuangan Gas	Membuang gas buang dari ruang bakar secara aman

FMEA

No	Sistem/Peralatan	Mode Kegagalan	Efek Kegagalan	Penyebab
1	Saluran Udara Masuk	Pembacaan instrumen tidak normal	Data monitoring tidak akurat, menyebabkan keputusan operasional salah.	Sensor kotor, kalibrasi salah, gangguan sinyal.
		Penurunan Kinerja	Efisiensi menurun, energi lebih besar dibutuhkan, output menurun.	Kotoran, aus, pendinginan tidak cukup, pelumasan menurun.
2	Kompresor	Kerusakan Total	Peralatan berhenti beroperasi, bisa menyebabkan trip sistem.	Kerusakan mekanik, keausan, korosi, pelumasan tidak cukup.
		Getaran Berlebihan	Mempercepat kerusakan mekanik, risiko kegagalan total meningkat.	Imbalance, misalignment, bearing aus atau rusak.
		Gagal Beroperasi	Peralatan tidak bisa dinyalakan atau beroperasi saat dibutuhkan.	Motor gagal, sistem starting bermasalah, pelumas tidak cukup.
3	Sistem Pembakaran	Kerusakan Total	Peralatan berhenti beroperasi, bisa menyebabkan trip sistem.	Kerusakan mekanik, keausan, korosi, pelumasan tidak cukup.
		Gagal Beroperasi	Peralatan tidak bisa dinyalakan atau beroperasi saat dibutuhkan.	Motor gagal, sistem starting bermasalah, pelumas tidak cukup.
		Penurunan Kinerja	Efisiensi menurun, energi lebih besar dibutuhkan, output menurun.	Kotoran, aus, pendinginan tidak cukup, pelumasan menurun.
4	Turbin Ekspansi	Kerusakan Total	Peralatan berhenti beroperasi, bisa menyebabkan trip sistem.	Kerusakan mekanik, keausan, korosi, pelumasan tidak cukup.
		Getaran Berlebihan	Mempercepat kerusakan mekanik, risiko kegagalan total meningkat.	Imbalance, misalignment, bearing aus atau rusak.
		Penurunan Kinerja	Efisiensi menurun, energi lebih besar dibutuhkan, output menurun.	Kotoran, aus, pendinginan tidak cukup, pelumasan menurun.
5	Transmisi	Kerusakan Total	Peralatan berhenti beroperasi, bisa menyebabkan trip sistem.	Kerusakan mekanik, keausan, korosi, pelumasan tidak cukup.
		Gagal Beroperasi	Peralatan tidak bisa dinyalakan atau beroperasi saat dibutuhkan.	Motor gagal, sistem starting bermasalah, pelumas tidak cukup.
6	Generator Listrik	Gagal Produksi Daya	Generator tidak menghasilkan listrik, gangguan pada distribusi daya.	Kerusakan winding, sistem pendingin gagal, overheat.
		Kerusakan Total	Peralatan berhenti beroperasi, bisa menyebabkan trip sistem.	Kerusakan mekanik, keausan, korosi, pelumasan tidak cukup.
		Getaran Berlebihan	Mempercepat kerusakan mekanik, risiko kegagalan total meningkat.	Imbalance, misalignment, bearing aus atau rusak.
7	Sistem Bahan Bakar	Gagal Beroperasi	Peralatan tidak bisa dinyalakan atau beroperasi saat dibutuhkan.	Motor gagal, sistem starting bermasalah, pelumas tidak cukup.
		Penurunan Kinerja	Efisiensi menurun, energi lebih besar dibutuhkan, output menurun.	Kotoran, aus, pendinginan tidak cukup, pelumasan menurun.
		Kerusakan Total	Peralatan berhenti beroperasi, bisa menyebabkan trip sistem.	Kerusakan mekanik, keausan, korosi, pelumasan tidak cukup.
8	Sistem Starter	Gagal Beroperasi	Peralatan tidak bisa dinyalakan atau beroperasi saat dibutuhkan.	Motor gagal, sistem starting bermasalah, pelumas tidak cukup.
		Tidak Ada Output	Peralatan tidak menghasilkan energi, tekanan, atau aliran.	Sistem tidak aktif, kerusakan komponen internal.
9	Sistem Kontrol & Pemantauan	Pembacaan instrumen tidak normal	Data monitoring tidak akurat, menyebabkan keputusan operasional salah.	Sensor kotor, kalibrasi salah, gangguan sinyal.
		Gagal Kontrol/Sinyal	Sistem tidak merespon perintah kontrol atau alarm tidak aktif.	Kabel sinyal rusak, PLC gagal, gangguan perangkat lunak.

No	Sistem/Peralatan	Mode Kegagalan	Efek Kegagalan	Penyebab
10	Sistem Pelumasan	Gagal Beroperasi	Peralatan tidak bisa dinyalakan atau beroperasi saat dibutuhkan.	Motor gagal, sistem starting bermasalah, pelumas tidak cukup.
		Penurunan Kinerja	Efisiensi menurun, energi lebih besar dibutuhkan, output menurun.	Kotoran, aus, pendinginan tidak cukup, pelumasan menurun.
		Kerusakan Total	Peralatan berhenti beroperasi, bisa menyebabkan trip sistem.	Kerusakan mekanik, keausan, korosi, pelumasan tidak cukup.
11	Sistem Pendingin	Gagal Beroperasi	Peralatan tidak bisa dinyalakan atau beroperasi saat dibutuhkan.	Motor gagal, sistem starting bermasalah, pelumas tidak cukup.
		Penurunan Kinerja	Efisiensi menurun, energi lebih besar dibutuhkan, output menurun.	Kotoran, aus, pendinginan tidak cukup, pelumasan menurun.
12	Sistem Pengaman Kebakaran & Gas	Gagal Kontrol/Sinyal	Sistem tidak merespon perintah kontrol atau alarm tidak aktif.	Kabel sinyal rusak, PLC gagal, gangguan perangkat lunak.
		Tidak Ada Output	Peralatan tidak menghasilkan energi, tekanan, atau aliran.	Sistem tidak aktif, kerusakan komponen internal.
		Pembacaan instrumen tidak normal	Data monitoring tidak akurat, menyebabkan keputusan operasional salah.	Sensor kotor, kalibrasi salah, gangguan sinyal.
13	Sistem Pembuangan	Gagal Beroperasi	Peralatan tidak bisa dinyalakan atau beroperasi saat dibutuhkan.	Motor gagal, sistem starting bermasalah, pelumas tidak cukup.
		Penurunan Kinerja	Efisiensi menurun, energi lebih besar dibutuhkan, output menurun.	Kotoran, aus, pendinginan tidak cukup, pelumasan menurun.

RISK PRIORITY NUMBER

Severity	Rank	Deskripsi
Tidak ada	1	Tidak ada Efek
Sangat Ringan	2	Pengaruh kecil terhadap kinerja sistem atau komponen
Ringan	3	Dampak ringan pada kinerja komponen atau sistem
Kecil	4	Pengaruh kecil terhadap kinerja komponen atau sistem
Sedang	5	Dampak sedang pada kinerja komponen atau sistem
Signifikan	6	Kinerja komponen atau sistem menurun tetapi masih aman dan dapat beroperasi
Besar	7	Kinerja komponen atau sistem sangat terpengaruh, tetapi masih aman dan berfungsi. Sistem terganggu
Ekstrem	8	Komponen atau sistem tidak dapat beroperasi
Serius	9	Komponen atau sistem tidak dapat beroperasi, berpotensi menimbulkan efek berbahaya
Berbahaya	10	Berhubungan dengan bahaya, terkait keselamatan. Tidak memenuhi peraturan pemerintah

Occurrence	Rank	Deskripsi
Hampir Tidak Pernah	1	Kegagalan sangat tidak mungkin, riwayat menunjukkan tidak ada kegagalan
Sangat Jarang	2	Kemungkinan jumlah kegagalan sangat sedikit
Sangat Sedikit	3	Sangat sedikit kegagalan yang mungkin terjadi
Sedikit	4	Beberapa kegagalan mungkin terjadi
Rendah	5	Jumlah kegagalan yang kadang-kadang mungkin terjadi
Sedang	6	Jumlah kegagalan dalam tingkat menengah mungkin terjadi
Cukup Tinggi	7	Jumlah kegagalan yang cukup tinggi mungkin terjadi
Tinggi	8	Jumlah kegagalan yang tinggi mungkin terjadi
Sangat Tinggi	9	Jumlah kegagalan yang tinggi mungkin terjadi
Hampir Pasti	10	Kegagalan hampir pasti terjadi. Ada riwayat kegagalan dari desain sebelumnya atau yang serupa

Detection	Rank	Description
Hampir Pasti	1	Metode deteksi yang terbukti tersedia
Sangat Tinggi	2	Analisis berbasis komputer
Tinggi	3	Simulasi dan/atau pemodelan
Cukup Tinggi	4	Pengujian pada prototipe
Sedang	5	Pengujian pada pra-produksi
Rendah	6	Pengujian pada sistem sejenis
Sangat Rendah	7	Pengujian pada produk dengan komponen sistem terpasang
Susah	8	Uji ketahanan pada produk dengan komponen sistem terpasang
Sangat Susah	9	Hanya pendekatan teoritis
Hampir Tidak Mungkin	10	Terkait bahaya dan keselamatan. Tidak memenuhi peraturan pemerintah

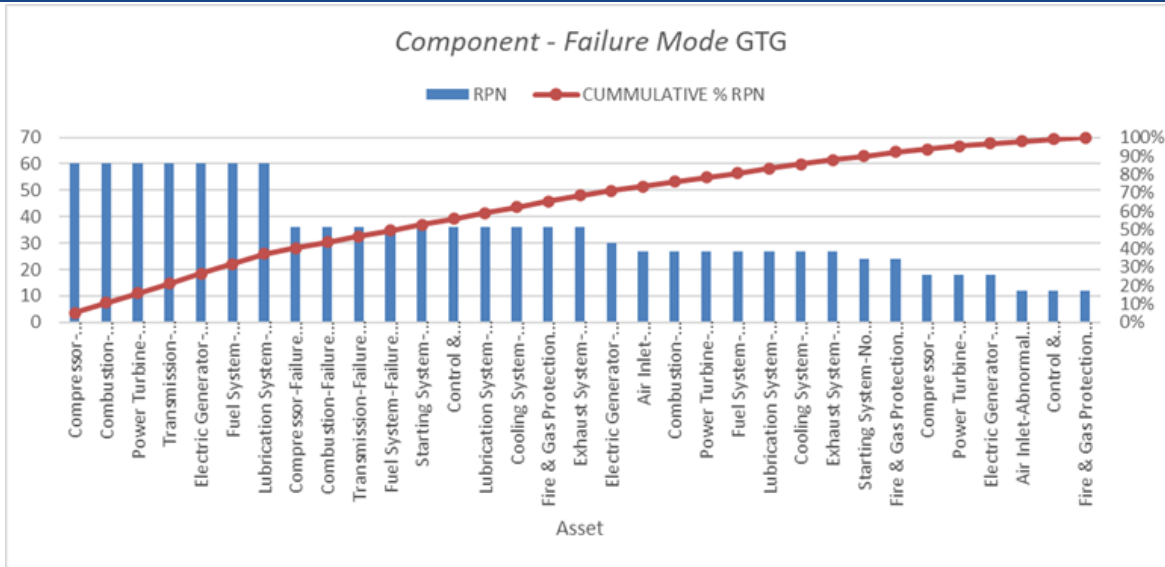
RPN= Severity (S) x Occurance (O) x Detection (D)

EVALUASI RPN

KOMPONEN	MODE KEGAGALAN	SEVERITY (S)	OCCURRENCE (O)	DETECTION (D)	RPN	CUMMULATIVE RPN	CUMMULATIVE % RPN
Kompresor	Kerusakan Total	10	8	6	480	480	5%
Sistem Pembakaran	Kerusakan Total	10	8	6	480	960	11%
Turbin Ekspansi	Kerusakan Total	10	8	6	480	1440	16%
Transmisi	Kerusakan Total	10	8	6	480	1920	21%
Generator Listrik	Kerusakan Total	10	8	6	480	2400	27%
Sistem Bahan Bakar	Kerusakan Total	10	8	6	480	2880	32%
Sistem Pelumasan	Kerusakan Total	10	8	6	480	3360	37%
Kompresor	Gagal Beroperasi	8	6	6	288	3648	40%
Sistem Pembakaran	Gagal Beroperasi	8	6	6	288	3936	44%
Transmisi	Gagal Beroperasi	8	6	6	288	4224	47%
Sistem Bahan Bakar	Gagal Beroperasi	8	6	6	288	4512	50%
Sistem Starter	Gagal Beroperasi	8	6	6	288	4800	53%
Sistem Kontrol & Pemantuan	Gagal Kontrol/Sinyal	8	6	6	288	5088	56%
Sistem Pelumasan	Gagal Kontrol/Sinyal	8	6	6	288	5376	59%
Sistem Pendinginan	Gagal Kontrol/Sinyal	8	6	6	288	5664	63%
Sistem Pengaman Kebakaran & Gas	Gagal Kontrol/Sinyal	8	6	6	288	5952	66%
Sistem Pembuangan Gas	Gagal Beroperasi	8	6	6	288	6240	69%
Generator Listrik	Gagal Daya	10	4	6	240	6480	72%
Sistem Saluran Udara	Penurunan Kinerja	6	6	6	216	6696	74%

KOMPONEN	MODE KEGAGALAN	SEVERITY (S)	OCCURRENCE (O)	DETECTION (D)	RPN	CUMMULATIVE RPN	CUMMULATIVE % RPN
Sistem Pembakaran	Penurunan Kinerja	6	6	6	216	6912	76%
Turbin Ekspansi	Penurunan Kinerja	6	6	6	216	7128	79%
Sistem Bahan Bakar	Penurunan Kinerja	6	6	6	216	7344	81%
Sistem Pelumasan	Penurunan Kinerja	6	6	6	216	7560	84%
Sistem Pendinginan	Penurunan Kinerja	6	6	6	216	7776	86%
Sistem Pembuangan Gas	Penurunan Kinerja	6	6	6	216	7992	88%
Sistem Starter	Tidak Terdeteksi	6	4	6	144	8136	90%
Sistem Pengaman Kebakaran & Gas	Tidak Terdeteksi	8	4	6	192	8328	92%
Kompresor	Getaran Berlebihan	6	6	4	144	8472	94%
Turbin Ekspansi	Getaran Berlebihan	6	6	4	144	8616	95%
Generator Listrik	Getaran Berlebihan	6	6	4	144	8760	97%
Sistem Saluran Udara	Pembacaan Instrumen Tidak Normal	4	6	4	96	8856	98%
Sistem Kontrol & Pemantuan	Pembacaan Instrumen Tidak Normal	4	6	4	96	8952	99%
Sistem Pengaman Kebakaran & Gas	Pembacaan Instrumen Tidak Normal	4	6	4	96	9048	100%

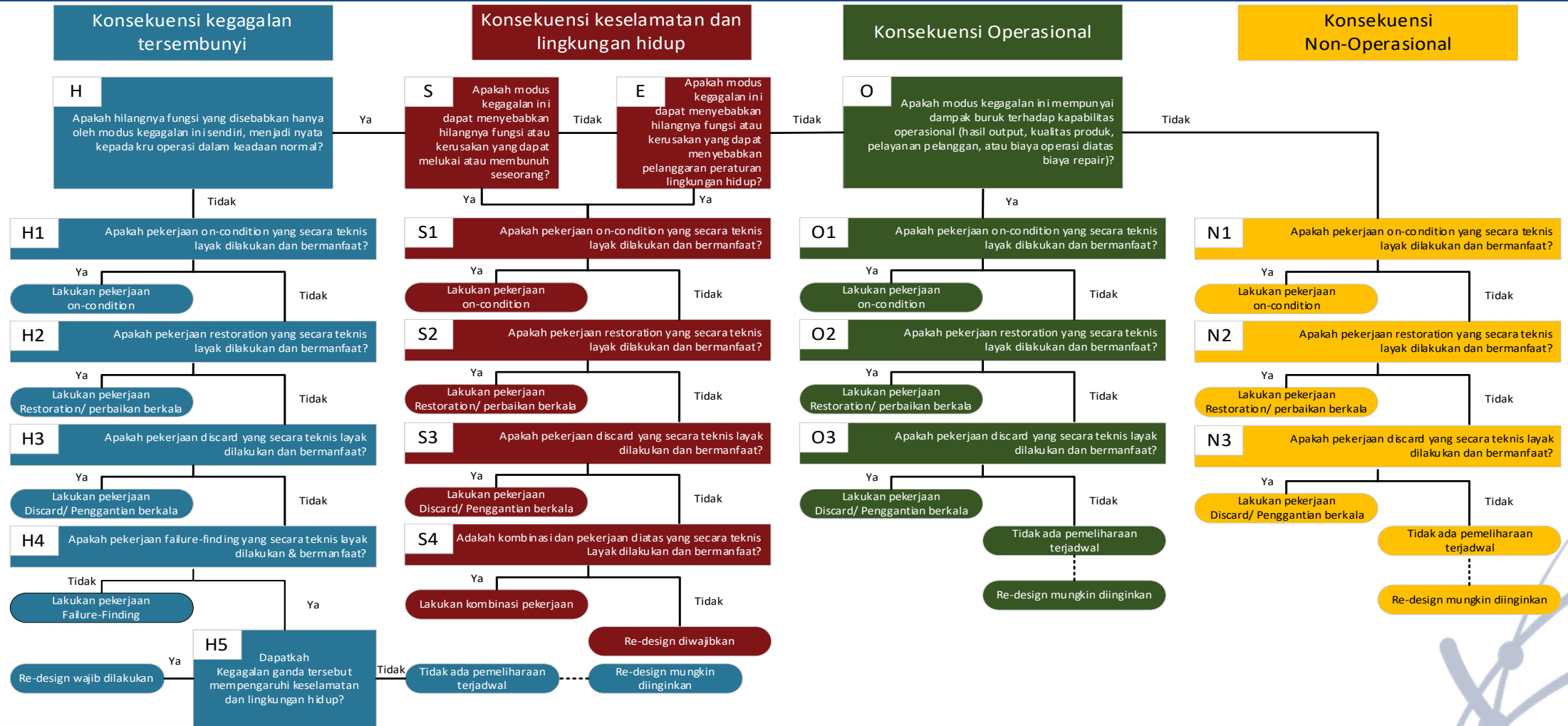
EVALUASI RPN



KOMPONEN	MODE KEGAGALAN	TINDAK LANJUT
Kompresor	Kerusakan Total	RCM
Sistem Pembakaran	Kerusakan Total	RCM
Turbin Ekspansi	Kerusakan Total	RCM
Transmisi	Kerusakan Total	RCM
Generator Listrik	Kerusakan Total	SIMPLE FMEA
Sistem Bahan Bakar	Kerusakan Total	SIMPLE FMEA
Sistem Pelumasan	Kerusakan Total	SIMPLE FMEA
Kompresor	Gagal Beroperasi	SIMPLE FMEA
Sistem Pembakaran	Gagal Beroperasi	SIMPLE FMEA
Transmisi	Gagal Beroperasi	SIMPLE FMEA
Sistem Bahan Bakar	Gagal Beroperasi	SIMPLE FMEA
Sistem Starter	Gagal Beroperasi	SIMPLE FMEA
Sistem Kontrol & Pemantauan	Gagal Kontrol/Sinyal	SIMPLE FMEA
Sistem Pelumasan	Gagal Kontrol/Sinyal	SIMPLE FMEA
Sistem Pendinginan	Gagal Kontrol/Sinyal	SIMPLE FMEA
Sistem Pengaman Kebakaran & Gas	Gagal Kontrol/Sinyal	SIMPLE FMEA
Sistem Pembuangan Gas	Gagal Beroperasi	SIMPLE FMEA
Generator Listrik	Gagal Daya	SIMPLE FMEA
Sistem Saluran Udara	Penurunan Kinerja	SIMPLE FMEA
Sistem Pembakaran	Penurunan Kinerja	SIMPLE FMEA
Turbin Ekspansi	Penurunan Kinerja	SIMPLE FMEA
Sistem Bahan Bakar	Penurunan Kinerja	SIMPLE FMEA
Sistem Pelumasan	Penurunan Kinerja	TIDAK ADA JADWAL PEMELIHARAAN
Sistem Pendinginan	Penurunan Kinerja	TIDAK ADA JADWAL PEMELIHARAAN
Sistem Pembuangan Gas	Penurunan Kinerja	TIDAK ADA JADWAL PEMELIHARAAN
Sistem Starter	Tidak Terdeteksi	TIDAK ADA JADWAL PEMELIHARAAN
Sistem Pengaman Kebakaran & Gas	Tidak Terdeteksi	TIDAK ADA JADWAL PEMELIHARAAN
Kompresor	Getaran Berlebihan	TIDAK ADA JADWAL PEMELIHARAAN
Turbin Ekspansi	Getaran Berlebihan	TIDAK ADA JADWAL PEMELIHARAAN
Generator Listrik	Getaran Berlebihan	TIDAK ADA JADWAL PEMELIHARAAN
Sistem Saluran Udara	Pembacaan Instrumen Tidak Normal	TIDAK ADA JADWAL PEMELIHARAAN
Sistem Kontrol & Pemantauan	Pembacaan Instrumen Tidak Normal	TIDAK ADA JADWAL PEMELIHARAAN
Sistem Pengaman Kebakaran & Gas	Pembacaan Instrumen Tidak Normal	TIDAK ADA JADWAL PEMELIHARAAN

- 1.High Priority Failure Mode, dengan menggunakan RCM II Decision Diagram
- 2.Medium Priority Failure Mode, dengan simple FMEA.
- 3.Low Priority Failure Mode, otomatis tanpa strategi pemeliharaan atau Run to Failure.

RCM DECISION DIAGRAM



HASIL RCM II

RCM WORKSHEET - GAS TURBINE GENERATOR

Referensi Informasi		Evaluasi Konsekuensi					H1	H2	H3	Tugas Default			Tugas Proaktif	Tugas yang Direkomendasikan	Standar Kinerja	Interval	Teknis	Kategori	Jam Kerja
Komponen	Mode Kegagalan	E	S	E	O	N	S1	S2	S3	E1	E2	E3							
		N1	N2	N3	H4	H5	S4												
Kompresor	Kerusakan	Y	Y				N	N	N	N	N	Y	Lakukan tugas kombinasi terjadwal	1. Analisis Getaran	Getaran \leq batas ISO 10816	Bulanan	PdM	Pemantauan Kondisi	2
														2. Pemeriksaan bantalan	Tidak ada kondisi abnormal	3 Tahun	Mekanik	Pengujian & Inspeksi	4
														3. Analisis Oli	Oli: TAN & Viskositas sesuai	Bulanan	PdM	Pemantauan Kondisi	2
Sistem Pembakaran	Kerusakan	Y	Y				N	N	N	N	N	Y	Lakukan tugas kombinasi terjadwal	1. Inspeksi pembakaran	Api stabil dalam 5 detik	6 Bulan	Instrumen	Pengujian & Inspeksi	2
														2. Pemeriksaan termokopel	Kenaikan suhu \leq spesifikasi	Bulanan	Instrumen	Pemantauan Kondisi	2
														3. Uji detektor api	Tidak ada kondisi abnormal	6 Bulan	Instrumen	Uji Berkala	2
Turbin Ekspansi	Kerusakan	Y	Y				N	N	N	N	N	Y	Lakukan tugas kombinasi terjadwal	1. Inspeksi visual bilah	Keausan bilah $<$ 10%	Bulanan	Mekanik	Pemantauan Kondisi	3
														2. Pemantauan tren getaran	Peningkatan getaran \leq 10%	Bulanan	PdM	Pemantauan Kondisi	2
														3. Pemeriksaan filter oli pelumas	Tidak ada kondisi abnormal	6 Bulan	Mekanik	Pengujian & Inspeksi	2
Sistem Transmisi	Kerusakan	Y	Y				N	N	N	N	N	Y	Lakukan tugas kombinasi terjadwal	1. Analisis oli gearbox	Oli: ISO 4406 \leq 18/16/13	Bulanan	PdM	Pemantauan Kondisi	4
														2. Pemeriksaan keselarasan	Penyimpangan \leq 0,1 mm	3 Tahun	Mekanik	Pengujian & Inspeksi	4
														3. Termografi bantalan	Suhu \leq 90°C	Bulanan	PdM	Pemantauan Kondisi	2

HASIL SIMPLE FMEA

Referensi Kinerja		Tugas Yang Direkomendasikan	Standar Kinerja	Interval	Teknis	KATEGORI	JAM KERJA
Komponen	Mode Kegagalan						
Sistem Saluran Udara	Penurunan Kinerja	Inspeksi & pembersihan filter	$\Delta P \leq 250$ Pa	6 Bulanan	Mekanikal	Pengujian & Inspeksi	2
Kompresor	Gagal Beroperasi	Pemeriksaan urutan start-up, uji relay	Start-up berhasil dalam 5 detik	6 Bulanan	Elektrikal	Uji Berkala	2
Sistem Pembakaran	Gagal Beroperasi	Uji pengapian & deteksi nyala	Nyala stabil <5 detik	6 Bulanan	Instrumentasi	Uji Berkala	2
Sistem Pembakaran	Penurunan Kinerja	Pemantauan suhu	Kenaikan suhu \leq spesifikasi	Bulanan	PdM*	Pemantauan Kondisi	2
Sistem Pembakaran	Penurunan Kinerja	Inspeksi burner	Tidak ada kondisi abnormal	6 Bulanan	Instrumentasi	Pemantauan Kondisi	2
Turbin Ekspansi	Penurunan Kinerja	Analisis getaran	Getaran ≤ 4 mm/s	Bulanan	PdM	Pemantauan Kondisi	2
Turbin Daya	Penurunan Kinerja	Pemeriksaan sudu	Tidak ada kondisi abnormal	6 Bulanan	PdM	Pemantauan Kondisi	2
Sistem Transmisi	Gagal Beroperasi	Pemeriksaan level oli, keselarasan kopling	Oli \geq level min, keselarasan $\leq 0,1$ mm	Tahunan	PdM	Pemantauan Kondisi	2
Generator Listrik	Kerusakan Total	Uji isolasi	IR ≥ 1 M Ω	6 Bulanan	Elektrikal	Uji Berkala	2
Generator Listrik	Kerusakan Total	Pemeriksaan getaran bantalan	Getaran ≤ 4 mm/s	Bulanan	PdM	Pemantauan Kondisi	2
Generator Listrik	Gagal Daya	Uji eksitasi & AVR	Pembangkitan tegangan dalam 5 detik	6 Bulanan	Elektrikal	Uji Berkala	2
Sistem Bahan Bakar	Kerusakan Total	Uji fungsi katup, uji kebocoran	Tidak ada kebocoran, pergerakan penuh	6 Bulanan	Mekanikal	Uji Berkala	2
Sistem Bahan Bakar	Gagal Beroperasi	Pembersihan filter, uji tekanan	Penurunan tekanan <10%	6 Bulanan	Mekanikal	Uji Berkala	2
Sistem Bahan Bakar	Penurunan Kinerja	Verifikasi laju aliran	Aliran dalam $\pm 5\%$ spesifikasi	6 Bulanan	Instrumentasi	Uji Berkala	2
Sistem Starter	Gagal Beroperasi	Uji motor, pemeriksaan baterai	Start < 5 detik, V ≥ 24 V	6 Bulanan	Elektrikal	Uji Berkala	2
Sistem Kontrol & Pemantau	Gagal Kontrol/Sinyal	Uji logika PLC/SCADA	Respons sinyal < 1 detik	6 Bulanan	Instrumentasi	Uji Berkala	2
Sistem Pelumasan	Kerusakan Total	Pemeriksaan operasi pompa, uji tekanan	Tekanan \geq spesifikasi	6 Bulanan	Mekanikal	Uji Berkala	2
Sistem Pelumasan	Gagal Beroperasi	Uji alarm tekanan rendah	Alarm aktif <5 detik	6 Bulanan	Instrumentasi	Uji Berkala	2
Sistem Pendingin	Gagal Beroperasi	Uji motor fan	Motor berjalan	6 Bulanan	Elektrikal	Uji Berkala	2
Sistem Proteksi Kebakaran	Gagal Kontrol/Sinyal	Kalibrasi detektor gas, uji nyala	Alarm/Shutdown berfungsi	6 Bulanan	Instrumentasi	Uji Berkala	2
Sistem Pembuangan Gas	Gagal Beroperasi	Pemeriksaan tekanan balik, inspeksi penyangga	Tekanan balik ≤ 500 mmWC	6 Bulanan	Mekanikal	Pengujian & Inspeksi	2

KESIMPULAN

Implementasi Reliability-Centered Maintenance II pada sistem *Gas Turbine Generator (GTG)* terbukti efektif dan efisien dalam mengidentifikasi komponen-komponen kritis dan dapat menentukan strategi pemeliharaan yang sesuai berdasarkan tingkat risiko. Melalui analisis FMEA dan evaluasi *Risk Priority Number (RPN)*, ditemukan bahwa sebagian besar kegagalan pada sistem GTG disebabkan oleh kerusakan mekanis, pelumasan tidak memadai, dan kegagalan komponen pendukung seperti sistem kontrol dan pelindung. Komponen dengan RPN tertinggi seperti kompresor, sistem pembakaran, turbin ekspansi, dan generator dikategorikan sebagai prioritas tinggi dan ditetapkan strategi pemeliharaan proaktif berdasarkan diagram keputusan RCM II. Meski komponen dengan risiko sedang menggunakan pendekatan simple FMEA dan risiko rendah diterapkan ke strategi run to failure. Implementasi RCM II bukan sekedar meningkatkan keandalan operasional sistem GTG, tetapi juga mengoptimalkan efisiensi tenaga kerja dan biaya pemeliharaan. Studi ini memberikan rekomendasi praktis bagi industri untuk mengadopsi pendekatan RCM II dalam pengelolaan aset kritis guna meningkatkan keberlangsungan dan keselamatan operasional.



Penutup

- TERIMA KASIH -

