

PERENCANAAN SISTEM PEMELIHARAAN MENGGUNAKAN METODE RELIABILITY CENTERED MAINTENANCE GAS ENGINE COMPRESSOR PT. PERTA DAYA GAS

Dedy Zulhidayat Noor, Mohammad Fahmi Al Alam, Mashuri, Joko Sarsetiyanto, Hari Subiyanto

Departemen Teknik Mesin Industri, Fakultas Vokasi, Institut Teknologi Sepuluh Nopember

Keputih, Sukolilo, Kota Surabaya, Jawa Timur 60117

Email : zulnoor@me.its.ac.id, fahmialmo17@gmail.com, mashuri@its.ac.id, hari@me.its.ac.id

Abstrak - PT. Perta Daya Gas adalah Perusahaan joint venture yang dibentuk dan didirikan oleh PT. Pertamina Gas (Pertagas) dan PT. Indonesia Power (IP). PT. Perta Daya Gas mendirikan fasilitas Compressed Natural Gas (CNG) Plant Tambak Lorok yang bertujuan sebagai “Peak Shaving” untuk memenuhi kebutuhan beban puncak kelistrikan pada sub-sistem Jawa Tengah & Daerah Istimewa Yogyakarta yang berasal dari Pembangkit Listrik Tenaga Gas & Uap (PLTGU) Tambak Lorok yang dioperasikan oleh PT. Indonesia Power. CNG Plant Tambak Lorok merupakan fasilitas kompresi dan penyimpanan gas alam dalam bentuk CNG yang dikerjakan oleh 10 unit Gas Engine Compressor (GEC) identik untuk mengubah 20 – 24 bar menjadi 250 bar. Mengingat pentingnya kinerja GEC, diperlukan langkah perawatan dengan metode yang tepat. RCM merupakan suatu strategi maintenance yang memberikan metode terstruktur dan sistematis untuk menganalisis fungsi dan kegagalan dari suatu aset fisik yang berfokus dalam mempertahankan fungsi aset tersebut. Proses penyusunannya terbagi menjadi 2 analisis yaitu kuantitatif dan kualitatif. Analisis kuantitatif dilakukan dengan pendistribusian kegagalan dengan software Reliasoft Weibull++6 untuk mengetahui parameter perhitungan nilai keandalan yang dapat digunakan dalam acuan interval perawatan tiap mesin. Analisis kualitatif menggunakan metode *Failure Mode and Effect Analysis* yang kemudian dikembangkan dalam bentuk RCM Decision Worksheet. Dari analisis yang dilakukan, interval perawatan untuk menjaga nilai keandalan tidak turun di bawah 0.6 adalah 80 jam untuk GEC K-101, 260 jam untuk GEC K-102, 220 jam untuk GEC K-103, 240 jam untuk GEC K-104, 42 jam untuk GEC K-105, 150 jam untuk GEC K-106, 160 jam untuk GEC K-107, 240 jam untuk GEC K-108, 140 jam untuk GEC K-109 dan 130 jam untuk GEC K-110. Analisis kualitatif mengidentifikasi ada 69 failure mode pada Gas Engine Compressor. 67 failure mode bisa dicegah dengan scheduled discard task dan 2 failure mode bisa dicegah dengan scheduled restoration task.

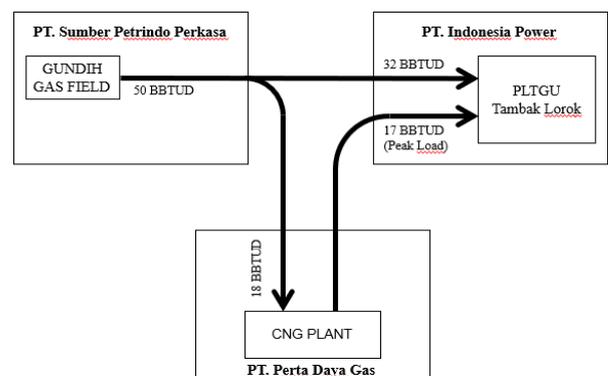
Kata Kunci: Gas Engine Compressor, Perawatan, Keandalan, Reliability Centered Maintenance, FMEA

PENDAHULUAN

PT. Perta Daya Gas adalah perusahaan *joint venture* yang dibentuk dan didirikan oleh PT. Pertamina Gas (Pertagas) dan PT. Indonesia Power. PT. Perta Daya Gas mendirikan fasilitas Compressed Natural Gas (CNG) Plant Tambak Lorok dengan skema Built, Operate & Own (BOO), yang bertujuan sebagai “Peak Shaving” untuk memenuhi kebutuhan beban pada sub sistem Jawa Tengah & Daerah Istimewa Yogyakarta yang berasal dari Pembangkit Listrik Tenaga Gas & Uap (PLTGU) Tambak Lorok yang dioperasikan oleh PT. Indonesia Power. Peak Shaving dilakukan dengan cara menyimpan sebagian gas yang dialirkan dari sumber, untuk digunakan selama beban puncak yaitu pukul 16.00 WIB sampai pukul 22.00 WIB.

CNG Plant Tambak Lorok merupakan fasilitas kompresi dan penyimpanan gas alam dalam bentuk CNG dengan kapasitas 17 BBTU per hari. Gas alam milik IP berasal dari PT Sumber Petrindo Perkasa (SPP) sebagai pemilik pipa gas Gundih – Semarang dan PT Pertamina EP sebagai Kontraktor Kontrak Kerja Sama (KKKS) Lapangan Gundih, Cepu. CNG

Plant ini juga merupakan bagian dari penugasan PT Perusahaan Listrik Negara – PLN (Persero) kepada PT Indonesia Power dalam rangka menghapus pemakaian Bahan Bakar Minyak (BBM) di pembangkit listrik.



Gambar 2. Skema Bisnis PT. Perta Daya Gas

Salah satu equipment terpenting pada CNG Plant Tambak Lorok ini adalah Gas Engine Compressor (GEC) yang fungsi utamanya adalah untuk memampatkan gas yang nantinya akan disimpan untuk pasokan PLTGU Tambak Lorok. Untuk menunjang target 17 BBTU per hari, CNG Plant Tambak Lorok ini mempunyai 10 Unit GEC yang bertugas untuk memampatkan gas dari 20 – 24 bar menjadi 250 bar.

Pentingnya fungsi dari GEC terhadap CNG Plant Tambak Lorok, perlu adanya perawatan yang baik untuk mempertahankan fungsi dan reliability dari GEC ini. Dan salah satu caranya adalah menggunakan strategi *Reliability Centered Maintenance* (RCM). RCM merupakan suatu strategi maintenance yang memberikan metode terstruktur dan sistematis untuk menganalisis fungsi dan kegagalan dari aset fisik yang berfokus dalam mempertahankan fungsi aset tersebut.

RCM bersifat *continuous* dan *on going process* yang berarti RCM dapat diulang untuk mendapatkan strategi untuk meningkatkan reliability yang lebih tinggi lagi dari aset tersebut. Penerapan RCM dapat menampilkan sebuah kerangka kerja perawatan yang lebih efisien, aplikatif dan mampu menyajikan pilihan terbaik dalam penyesuaian atau pengembangan model pemeliharaan yang optimal berdasarkan informasi dari kondisi empiris yang ada.

Berdasarkan masalah yang telah dirumuskan, tujuan dari penelitian ini adalah:

- a. Penentuan interval perawatan yang optimal dari Gas Engine Compressor CNG Plant Tambak Lorok berdasarkan data perawatan yang ada.
- b. Menentukan kegiatan perawatan yang tepat pada Gas Engine Compressor CNG Plant Tambak Lorok menggunakan metode *Reliability Centered Maintenance* (RCM).

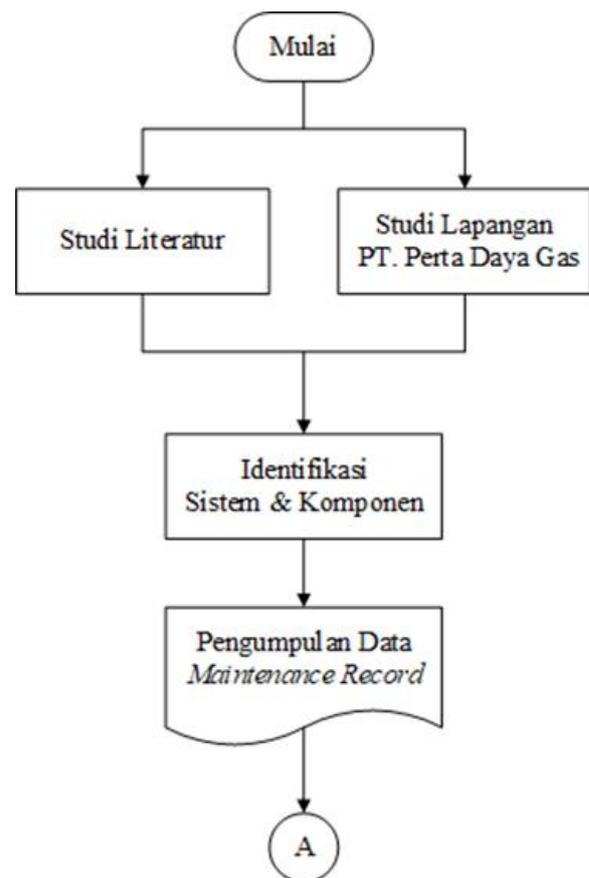
Untuk membuat penelitian ini menjadi terarah, maka ditentukan batasan masalah, antara lain:

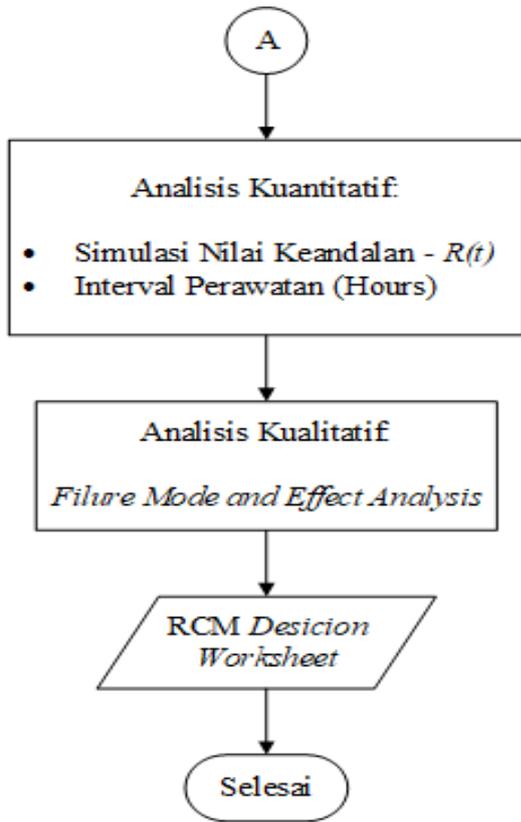
1. Data diambil dari laporan kerusakan PT. Perta Daya Gas untuk Gas Engine Compressor dalam kurun waktu Januari 2016 hingga September 2019.
2. Analisis kuantitatif dilakukan pada setiap unit Gas Engine Compressor yang berjumlah 10 unit yang memiliki tag number K-101, K-102, K-

103, K-104, K-105, K-106, K-107, K-108, K-109 dan K-110.

3. Analisis Kualitatif diimplementasikan kepada seluruh mesin karena mesin yang identik satu sama lain.
4. RCM Decision Worksheet diimplementasikan pada tingkatan Gas Engine Compressor pada 10 unit yang identik.

METODOLOGI





Analisa Kuantitatif

Analisis kuantitatif yang digunakan untuk penentuan nilai TTF (Time to Failure), nilai distribusi TTF, Failure Rate (λ), Reliability $R(t)$, dan Mean Time To Failure (MTTF).

1. Penentuan Time to Failure (TTF)

Penentuan nilai Time to Failure (TTF) diperoleh dari maintenance record Gas Engine Compressor dalam kurun bulan Januari 2016 hingga bulan September 2019. TTF diperoleh dari rentang waktu antar kerusakan mesin terjadi.

2. Penentuan Distribusi Time to Failure (TTF)

Penentuan distribusi kegagalan dapat dilakukan dengan menggunakan Software Reliasoft Weibull++6. Software ini dapat menentukan berbagai jenis distribusi data baik itu data distribusi normal, distribusi lognormal, distribusi weibull, dan distribusi eksponensial. Distribusi data kegagalan digunakan dalam penentuan keandalan mesin. Untuk menentukan distribusi TTF digunakan cara yang sama dengan menggunakan Software Reliasoft Weibull++6. Adapun tahapan yang harus dilakukan dalam penentuan distribusi kegagalan adalah sebagai berikut:

- a. Penentuan distribusi TTF yang didapat berdasarkan maintenance record masing-masing mesin dimasukkan ke dalam sheet yang berada pada Software Reliasoft Weibull++6. Seperti pada Gambar 3.2.

Subest ID	Time Failed
1	48
2	840
3	48
4	1872
5	384
6	960
7	216
8	48
9	1032
10	576
11	216
12	168
13	504
14	192
15	528
16	2184
17	24
18	48
19	48
20	48
21	96
22	48
23	720
24	816
25	96
26	24
27	144
28	72
29	24

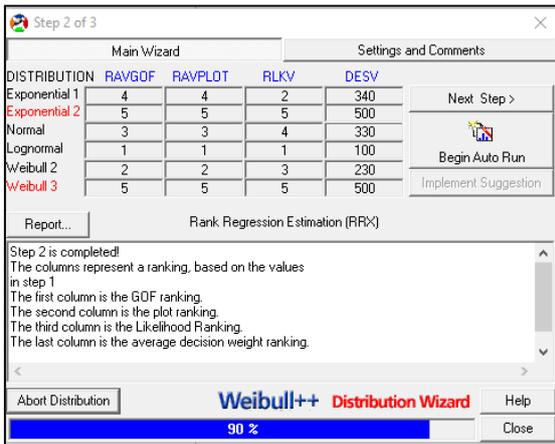
Gambar 2. Input Nilai TTF

- b. Penentuan distribusi akan diketahui dengan menggunakan fitur distribution wizard pada Software Reliasoft Weibull++6 dengan mengetahui parameter uji average goodness of fit (AVGOF), average of plot fit (AVPLOT) dan likelihood function (LKV). Nilai paling kecil di dalam setiap parameter tersebut menunjukkan nilai terbaik untuk hasil uji distribusi.

DISTRIBUTION	AVGOF	AVPLOT	LKV
Exponential 1	99.9999503	15.0960182	-574.56841
Exponential 2	DISCARD	DISCARD	DISCARD
Normal	99.9969496	13.2887727	-658.34800
Lognormal	95.9359345	4.85169591	-552.60320
Weibull 2	99.7942575	7.99634768	-584.72373
Weibull 3	DISCARD	DISCARD	DISCARD

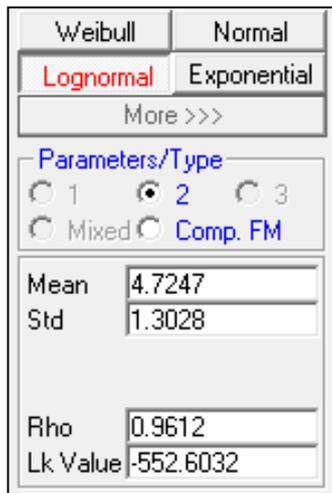
Gambar 3. Parameter uji AVGOF, AVPLOT dan LKV dalam Software Reliasoft Weibull++6

- c. Penentuan peringkat distribusi. Nilai terbaik ditunjukkan pada nilai 1 dan distribusi yang sangat tidak sesuai ditunjukkan dengan nilai 5.



Gambar 4. Tampilan Peringkat Distribusi pada Software Reliasoft Weibull++6

- d. Setelah mendapatkan set analysis yang tepat, tekan *Calculate* pada menu sehingga diketahui nilai parameter persebaran datanya seperti pada Gambar 4.



Gambar 5. Tampilan parameter distribusi pada Software Reliasoft Weibull++6

3. Nilai Keandalan (R(t))
Berdasarkan uji parameter yang telah ditentukan oleh Software Reliasoft Weibull++6, maka dapat dihitung nilai suatu keandalan yang ada pada Gas Engine Compressor dengan menggunakan rumus yang ada. Hasil dari suatu perhitungan tersebut maka dapat dibuat suatu grafik hubungan antara nilai keandalan dengan waktu operasional.
4. Penentuan Interval Perawatan
Setelah mengetahui nilai keandalan berdasarkan waktu operasional. Bisa diketahui waktu operasional saat keandalan mesin

mencapai 0,6 yang akan digunakan sebagai interval perawatan. Hal itu ditentukan berdasarkan analisis pribadi dan wawancara dengan pihak PT. Perta Daya Gas.

Analisis Kualitatif

Analisis kualitatif pada tahap ini menggunakan metode *Failure Mode & Effect Analysis* (FMEA). Perancangan FMEA dilakukan dengan melakukan wawancara intensif dengan pihak PT. Perta Daya Gas dan meninjau manual book agar bisa optimal dalam perencanaannya.

Penyusunan RCM Decision Worksheet

Setelah dilakukan analisis kuantitatif dan kualitatif, berdasarkan data tersebut, selanjutnya dilakukan penyusunan RCM Decision Worksheet yang akan diterapkan sebagai acuan dalam perawatan Gas Engine Compressor di CNG Plan Tambak Lorok PT. Perta Daya Gas.

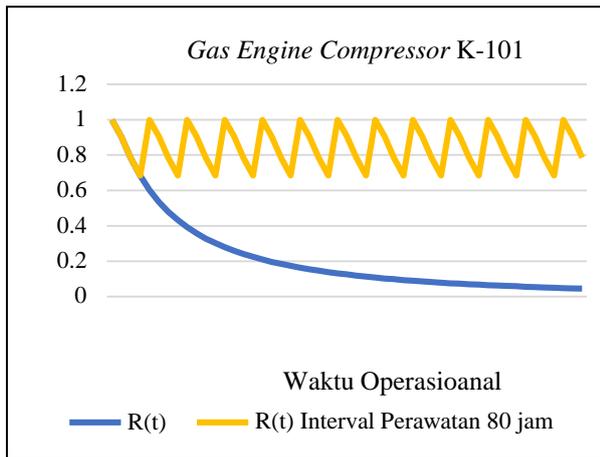
HASIL DAN PEMBAHASAN

Analisis Kuantitatif

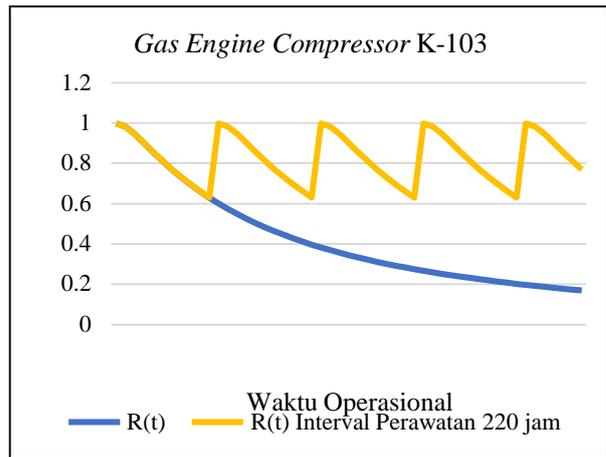
Pada penelitian ini, analisis kuantitatif digunakan untuk mengetahui nilai keandalan untuk menentukan interval perawatan yang tepat. Data yang digunakan adalah data kerusakan yang dialami oleh mesin. Dari data kerusakan tersebut dipetakan Time to Failure (TTF). Dari TTF tersebut, bisa diketahui parameter dalam penentuan nilai keandalan sesuai rumus yang ada. Kemudian, dari nilai keandalan yang ada dapat diketahui waktu operasional saat nilai keandalan mesin mencapai 0,6. Waktu operasional tersebut akan dijadikan patokan kapan interval perawatan yang tepat untuk dilakukan.

Analisis Kuantitatif GEC K-101

Dalam kurun waktu Januari 2016 sampai September 2019, Gas Engine Compressor (GEC) K-101 mengalami kegagalan sebanyak 87 kali. Berdasarkan data pengujian, distribusi yang tepat adalah Lognormal dengan parameter Mean (μ) = 4.7247 dan Standar Deviasi (σ) = 1.3028. Parameter tersebut digunakan untuk mencari nilai keandalan. Didapatkan nilai keandalan 0,6 pada waktu operasional 80 jam dan akan digunakan sebagai interval waktu perawatan.



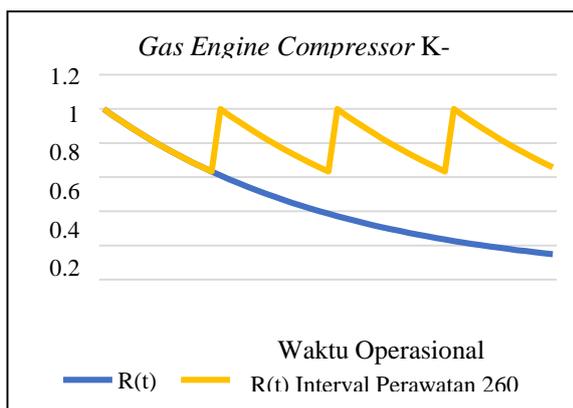
Gambar 6. Perbandingan keandalan GEC K-101



Gambar 8. Perbandingan keandalan GEC K-103

Analisis Kuantitatif GEC K-102

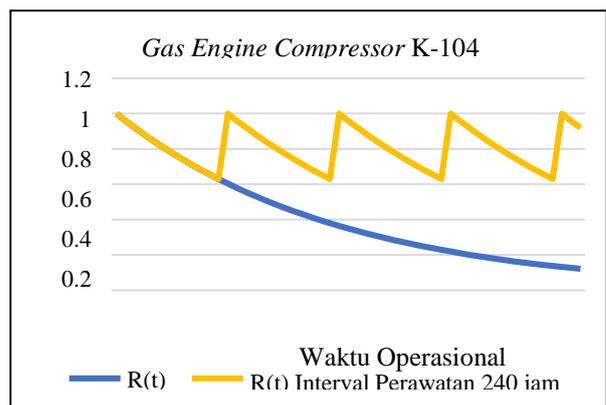
Dalam kurun waktu Januari 2016 sampai September 2019, Gas Engine Compressor (GEC) K-102 mengalami kegagalan sebanyak 52 kali. Berdasarkan data pengujian, distribusi yang tepat adalah Exponensial dengan parameter Lambda (λ) = 0.0019. Parameter tersebut digunakan untuk mencari nilai keandalan. Didapatkan nilai keandalan 0,6 pada waktu operasional 260 jam dan akan digunakan sebagai interval waktu perawatan.



Gambar 7. Perbandingan keandalan GEC K-102

Analisis Kuantitatif GEC K-104

Dalam kurun waktu Januari 2016 sampai September 2019, Gas Engine Compressor (GEC) K-104 mengalami kegagalan sebanyak 55 kali. Berdasarkan data pengujian, distribusi yang tepat adalah Exponensial dengan parameter Lambda (λ) = 0.0021. Parameter tersebut digunakan untuk mencari nilai keandalan. Didapatkan nilai keandalan 0,6 pada waktu operasional 240 jam dan akan digunakan sebagai interval waktu perawatan.



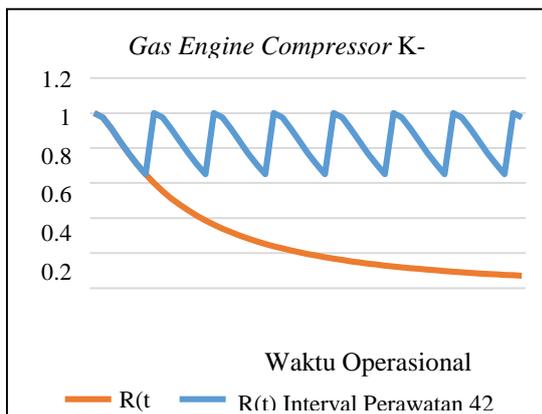
Gambar 9. Perbandingan keandalan GEC K-104

Analisis Kuantitatif GEC K-103

Dalam kurun waktu Januari 2016 sampai September 2019, Gas Engine Compressor (GEC) K-101 mengalami kegagalan sebanyak 43 kali. Berdasarkan data pengujian, distribusi yang tepat adalah Lognormal dengan parameter Mean (μ) = 5.7188 dan Standar Deviasi (σ) = 1.2541. Parameter tersebut digunakan untuk mencari nilai keandalan. Didapatkan nilai keandalan 0,6 pada waktu operasional 220 jam dan akan digunakan sebagai interval waktu perawatan.

Analisis Kuantitatif GEC K-105

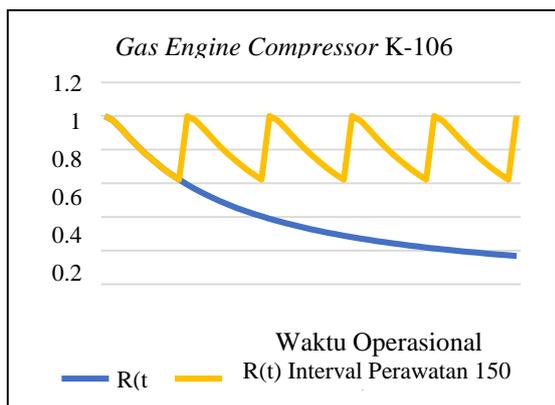
Dalam kurun waktu Januari 2016 sampai September 2019, Gas Engine Compressor (GEC) K-105 mengalami kegagalan sebanyak 114 kali. Berdasarkan data pengujian, distribusi yang tepat adalah Lognormal dengan parameter Mean (μ) = dan Standar Deviasi (σ) = 1.1468. Parameter tersebut digunakan untuk mencari nilai keandalan. Didapatkan nilai keandalan 0,6 pada waktu operasional 42 jam dan akan digunakan sebagai interval waktu perawatan.



Gambar 10. Perbandingan keandalan GEC K-105

Analisis Kuantitatif GEC K-106

Dalam kurun waktu Januari 2016 sampai September 2019, Gas Engine Compressor (GEC) K-106 mengalami kegagalan sebanyak 66 kali. Berdasarkan data pengujian, distribusi yang tepat adalah Lognormal dengan parameter Mean (μ) = 5.3248 dan Standar Deviasi (σ) = 1.3458. Parameter tersebut digunakan untuk mencari nilai keandalan. Didapatkan nilai keandalan 0,6 pada waktu operasional 150 jam dan akan digunakan sebagai interval waktu perawatan.

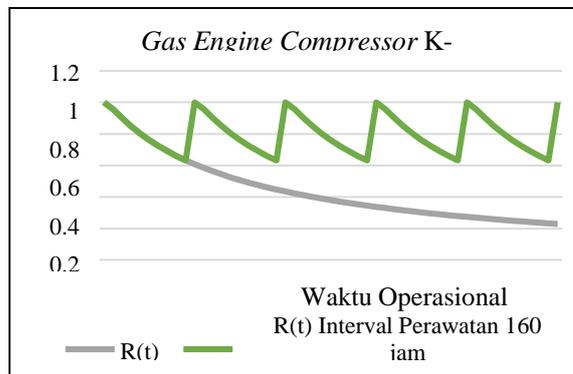


Gambar 11. Perbandingan keandalan GEC K-106

Analisis Kuantitatif GEC K-107

Dalam kurun waktu Januari 2016 sampai September 2019, GEC K-107 mengalami kegagalan sebanyak 41 kali. Berdasarkan data pengujian, distribusi yang tepat adalah Lognormal dengan Mean (μ) = 5.5077 dan Standar Deviasi (σ)

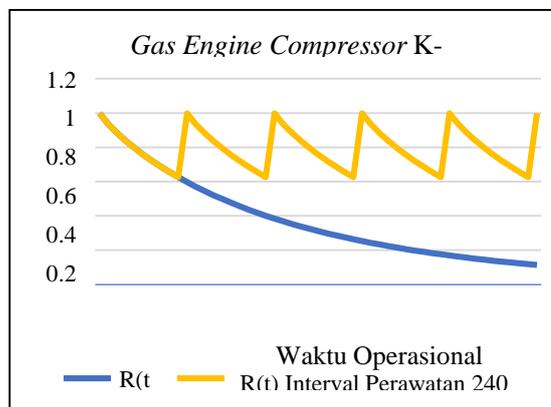
= 1.5872. Parameter tersebut digunakan untuk mencari nilai keandalan. Didapatkan nilai keandalan 0,6 pada waktu operasional 150 jam dan akan digunakan sebagai interval waktu perawatan.



Gambar 12. Perbandingan keandalan GEC K-107

Analisis Kuantitatif GEC K-108

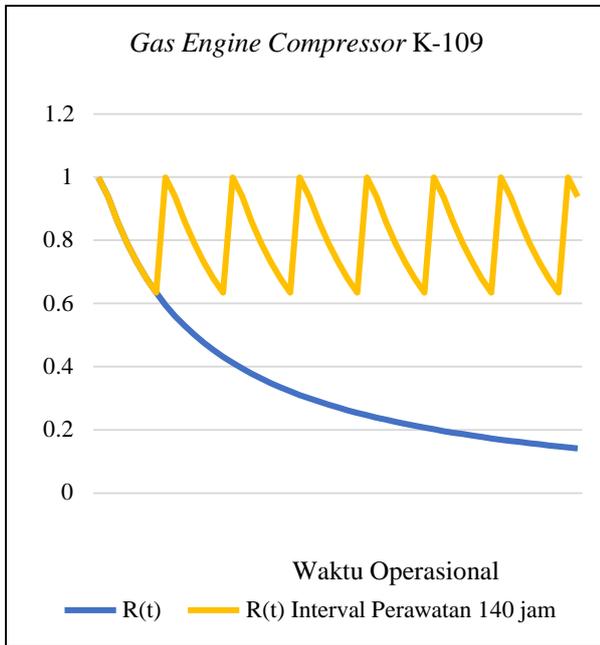
Dalam kurun waktu Januari 2016 sampai September 2019, Gas Engine Compressor (GEC) K-108 mengalami kegagalan sebanyak 51 kali. Berdasarkan data pengujian, distribusi yang tepat adalah Weibull dengan parameter Beta (β) = 0.8941 dan Eta (η) = 506.9372. Parameter tersebut digunakan untuk mencari nilai keandalan. Didapatkan nilai keandalan 0,6 pada waktu operasional 240 jam dan akan digunakan sebagai interval waktu perawatan.



Gambar 13. Perbandingan keandalan GEC K-108

Analisis Kuantitatif GEC K-109

Dalam kurun waktu Januari 2016 sampai September 2019, GEC K-109 mengalami kegagalan sebanyak 57 kali. Berdasarkan data pengujian, distribusi yang tepat adalah Lognormal dengan Mean (μ) = 5.3045 dan Standar Deviasi (σ) = 1.4944. Parameter tersebut digunakan untuk mencari nilai keandalan. Didapatkan nilai keandalan 0,6 pada waktu operasional 140 jam dan akan digunakan sebagai interval waktu perawatan.



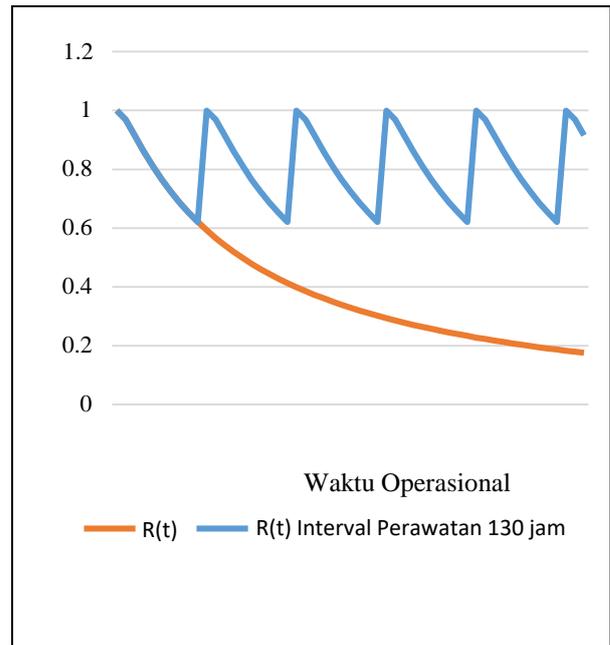
Gambar 14. Perbandingan keandalan GEC K-109

Analisis Kuantitatif GEC K-110

Dalam kurun waktu Januari 2016 sampai September 2019, GEC K-110 mengalami kegagalan sebanyak 70 kali. Berdasarkan data pengujian, distribusi yang tepat adalah Lognormal dengan parameter Mean (μ) = 5.1987 dan Standar Deviasi (σ) = 1.413. Parameter tersebut digunakan untuk mencari nilai keandalan. Didapatkan nilai keandalan 0,6 pada waktu operasional 130 jam dan akan digunakan sebagai interval waktu perawatan.

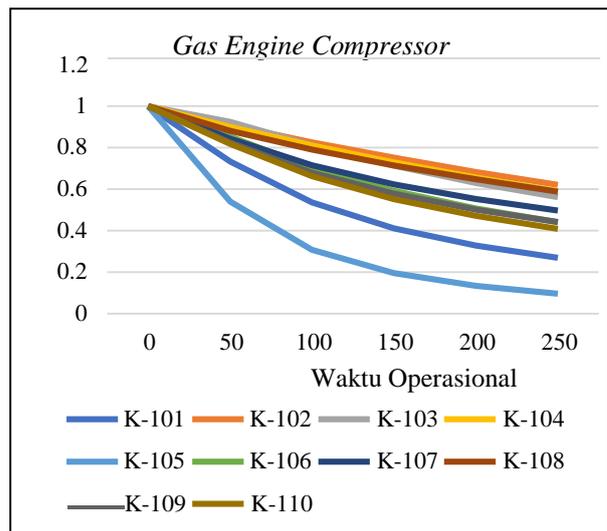
Pada saat ini, PT. Perta Daya Gas menerapkan interval perawatan selama 250 jam waktu operasional pada Gas Engine Compressor (GEC). Berdasarkan data kerusakan yang telah diolah dan menunjukkan nilai keandalan pada masing – masing mesin, bisa diketahui GEC mana yang paling reliable dan sebaliknya dengan cara membandingkan nilai keandalan yang ada pada waktu operasional t = 250 jam.

Gas Engine Compressor K-110



Gambar 15. Perbandingan keandalan GEC K-110

Perbandingan Keandalan GEC pada 250 jam



Gambar 16. Grafik perbandingan keandalan GEC

Tabel 1. Nilai keandalan GEC pada t = 250 jam

Rank	Gas Engine Compressor	Nilai Keandalan
1	K-102	0.621883
2	K-104	0.591553
3	K-108	0.587726
4	K-103	0.562606
5	K-107	0.496643

6	K-109	0.442396
7	K-106	0.442022
8	K-110	0.409778
9	K-101	0.270556
10	K-105	0.096591

Berdasarkan grafik perbandingan dan tabel di atas, mesin yang optimal dengan interval waktu perawatan $t = 250$ jam hanya GEC K-102 pada nilai keandalan 0.622 dan GEC K-105 merupakan mesin paling tidak optimal jika dilakukan perawatan pada $t = 250$ jam dengan nilai keandalan 0.097.

Analisis Kualitatif

Analisis kualitatif yang dilakukan pada penelitian ini yaitu menganalisis *Function, Function Failure, Failure Mode and Effect Analysis* dan *Recommended Action*. Analisis kualitatif ini dilakukan pada sub-system yang ada pada GEC pada keseluruhan. Sub-system tersebut antara lain adalah Gas Engine Lubrication System, Gas Engine Cooling System, Gas Engine Intake & Exhaust System, Gas Engine Fuel System, Gas Engine Ignition System, Gas Engine Drive System dan Compressor. Hasil analisis dapat dilihat pada Lampiran.

RCM Desicion Worksheet

Setelah dilakukan analisis kualitatif yang menggunakan metode dasar *Failure Mode and Effect Analysis*, analisis tersebut dijadikan acuan dalam penyusunan RCM Desicion Worksheet. RCM Desicion Worksheet ini yang menjadi rekomendasi perawatan pada Gas Engine Compressor dengan interval waktu perawatan sesuai dengan analisis kuantitatif yang telah dilakukan pada masing – masing Gas Engine Compressor. RCM Desicion Worksheet dapat dilihat pada Lampiran.

PENUTUP

Kesimpulan

Dari hasil analisis yang telah dilakukan pada Gas Engine Compressor (GEC) K-101, K-102, K- 103, K-10, K-105, K-106, K-107, K-108, K-109 dan K-110, didapatkan hasil sebagai berikut:

1. Berdasarkan hasil analisis kuantitatif yang telah dilakukan, penerapan interval waktu

perawatan 250 jam yang saat ini diterapkan oleh PT. Perta Daya Gas hanya optimal untuk GEC K-102 saja. Sedangkan hasil penerapan yang paling tidak optimal dialami oleh GEC K-105.

2. Berdasarkan hasil analisis kuantitatif yang telah dilakukan, didapatkan interval waktu yang optimal untuk melakukan perawatan yaitu:

- a. Interval perawatan yang optimal pada GEC K-101 adalah setiap 80 jam operasional atau 4 hari.
- b. Interval perawatan yang optimal pada GEC K-102 adalah setiap 260 jam operasional atau 14 hari.
- c. Interval perawatan yang optimal pada GEC K-103 adalah setiap 220 jam operasional atau 12 hari.
- d. Interval perawatan yang optimal pada GEC K-104 adalah setiap 240 jam operasional atau 13 hari.
- e. Interval perawatan yang optimal pada GEC K-105 adalah setiap 42 jam operasional atau 2 hari.
- f. Interval perawatan yang optimal pada GEC K-106 adalah setiap 150 jam operasional atau 8 hari.
- g. Interval perawatan yang optimal pada GEC K-107 adalah setiap 160 jam operasional atau 10 hari.
- h. Interval perawatan yang optimal pada GEC K-108 adalah setiap 240 jam operasional atau 13 hari.
- i. Interval perawatan yang optimal pada GEC K-109 adalah setiap 140 jam operasional atau 8 hari.
- j. Interval perawatan yang optimal pada GEC K-110 adalah setiap 130 jam operasional atau 7 hari.

3. Berdasarkan hasil analisis kualitatif yang telah dilakukan, didapatkan hasil sebagai berikut:

- a. Pada Gas Engine Lubrication System terdapat 6 komponen utama dengan total failure mode sebanyak 11 macam. Risk Priority Number tertinggi yaitu pada komponen Oil Pump dan Oil Cooler dengan nilai masing – masing 800.
- b. Pada Gas Engine Cooling System terdapat 7 komponen utama dengan total failure mode sebanyak 11 macam. Risk Priority

- Number tertinggi yaitu pada komponen Cooling Fan dan Water Pump HT dengan nilai masing – masing 810.
- c. Pada Gas Engine Intake & Exhaust System terdapat 13 komponen utama dengan total failure mode sebanyak 17 macam. Risk Priority Number tertinggi yaitu pada komponen Air Cleaner, Intake & Exhaust Valve Seats, Valve Stem, Intake Valve dan Exhaust Valve dengan nilai masing – masing 810.
 - d. Pada Gas Engine Fuel System terdapat 3 komponen utama dengan total failure mode sebanyak 5 macam. Risk Priority Number tertinggi yaitu pada komponen Gas Inlet dengan nilai 600.
 - e. Pada Gas Engine Ignition System terdapat 3 komponen utama dengan total failure mode sebanyak 5 macam. Risk Priority Number tertinggi yaitu pada komponen Alternator dengan nilai 810.
 - f. Pada Gas Engine Drive System terdapat 6 komponen utama dengan total failure mode sebanyak 11 macam. Risk Priority Number tertinggi yaitu pada komponen Crankshaft dengan nilai 640.
 - g. Pada Compressor terdapat 4 komponen utama dengan total failure mode sebanyak 9 macam. Risk Priority Number tertinggi yaitu pada komponen Compressor Cylinder Parts dengan 810.
4. Berdasarkan hasil penyusunan RCM Decision Worksheet yang telah dilakukan, didapatkan hasil sebagai berikut:
- a. Pada Gas Engine Lubrication System, 11 failure mode yang ada dapat dicegah dengan scheduled discard task.
 - b. Pada Gas Engine Cooling System, 11 failure mode yang ada dapat dicegah dengan scheduled discard task.
 - c. Pada Gas Engine Intake & Exhaust System, 16 failure mode bisa dicegah dengan scheduled discard task dan 1 failure mode bisa dicegah dengan scheduled restoration task.
 - d. Pada Gas Engine Fuel System, 4 failure mode bisa dicegah dengan scheduled discard task dan 1 failure mode bisa dicegah dengan scheduled restoration task.
 - e. Pada Gas Engine Ignition System, 5 failure mode yang ada dapat dicegah dengan scheduled discard task.
 - f. Pada Gas Engine Drive System, 11 failure mode yang ada dapat dicegah dengan scheduled discard task.
 - g. Pada Compressor, 9 failure mode yang ada dapat dicegah dengan scheduled discard task.

Saran

1. Pendataan kerusakan yang terjadi didasarkan pada lama waktu operasional yang terjadi bukan berdasarkan tanggal dan waktu kejadian karena basis perhitungan keandalan didasarkan pada waktu operasional.
2. Dilakukan breakdown analisis kuantitatif kegagalan lanjutan pada setiap sub-system atau komponen utama agar memperoleh interval perawatan yang lebih optimal.
3. Penambahan instrumen analisis biaya perawatan dalam melakukan analisis kuantitatif.
4. pada dasarnya, Reliability Centered Maintenance adalah metode perawatan fleksibel yang mampu menyesuaikan dengan kondisi yang ada. Jadi diperlukan evaluasi lanjutan agar metode yang digunakan tetap relevan dengan kondisi mesin.

DAFTAR PUSTAKA

- Azis, Tahril M., Suprawhardana, Salman M., Purwanto, Teguh Pudji. "Penerapan Metode Reliability Centered Maintenance (RCM) Berbasis Web pada Sistem Pendingin Primer di Reaktor Serba Guna GA. Siwabessy". Yogyakarta: Universitas Gadjah Mada – Jurnal Teknik Mesin dan Industri.
- Daewoo Heavy Industries & Machinery Ltd. 2004. "Generator Natural Gas Engine Operation and Manual". Incheon, Korea Selatan.
- Deepak Prabhakar P., Dr. Jagathy Raj V.P. 2013. "A New Model For Reliability Centered Maintenance In Petroleum Refineries". International Journal Of Scientific & Technology Research Volume 2, Issue 5.
- Ebeling, Charles E. 1997. An Introduction to Reliability and Maintainability Engineering. New York: McGraw-Hill Internasional.
- Fawwaz, Muhammad Dzaky. 2019. "Implementasi Metode Reliability Centered Maintenance pada Mesin Gilingan di PG. Krembong". Surabaya:

Institut Teknologi Sepuluh Nopember – Teknik Mesin Industri.

- Globe, William M. 1998. Control System Safety Evaluation & Reliability 2nd edition. North Carolina: Internasional Society of Automation
- Hendra, Dion. 2015. “Evaluasi Reliability dengan Metode Kuantitatif dan Kualitatif RCFA Unit Superheater dan Desuperheater pada HRSG 3.1 Plant di PT. PJB Unit Pembangkit Gresik”. Surabaya: Institut Teknologi Sepuluh Nopember – Teknik Fisika.
- Kwangshin Machine Industry Co., Ltd. “GEO CNG Compressor Technical Manual”. Gyeongsangnam-do, Korea Selatan.
- Moubray, John. 2000. Reliability Centered Maintenance. North Carolina: Lutterworth- Heinemann Ltd.
- Octavia, Lily. 2010. “Aplikasi Metode Failure Mode and Effects Analysis (FMEA) untuk Pengendalian Kualitas pada Proses Heat Treatment PT. Mitsuba Indonesia”. Jakarta: Universitas Mercu Buana.
- Rindiyah, Anita. 2014. “Penurunan Persediaan Menggunakan Metode Reliability Centered Maintenance”. Surabaya: Institut Teknologi Sepuluh Nopember – Teknik Mesin.
- Sudrajat, Ating. 2011. Pedoman Praktis Manajemen Perawatan Mesin Industri. Makassar: PT. Refika Aditama.
- Wang, H. & Pham, H. 2006. Reliability and Optimal Maintenance. New York: Springer.
-