

PENJADWALAN PERAWATAN MESIN *PRESSURE JET* *INCINERATOR* DENGAN METODE *RCM* BERDASAR *DOWNTIME ANALYSIS* DAN *FMEA*

Budiharjo

Program Studi Teknik Industri, Fakultas Sains Dan Teknologi, Universitas Bina Bangsa
Jl. Raya Serang – Jakarta Km. 03 No. 1.B (Pakupatan) - Kota Serang
Email: budiharjo@binabangsa.ac.id

ABSTRACT

PT. CWI is a solid waste processing services company. During 2023, the waste processing capacity target was not achieved due to 62 pressure jet incinerator engine component failures which resulted in downtime of 880 hours or an average of 73.33 hours per month. This research aims to propose preventive maintenance scheduling using the Reliability Centered Maintenance method based on downtime analysis using the Failure Mode and Effect Analysis method approach. Based on downtime analysis, it is known that the average Operational Availability value for pressure jet incinerator machines is 87.21%, which is still below the world class standard of 90%. From the FMEA analysis it was found that the most critical component causing failure was the Refractory Body with an RPN of 240, far above the RPN threshold of 88.6. Other components that are the dominant causes of failure are the Burner, Electric Motor, and Wet Scrubber. Using the RCM method, maintenance scheduling can be proposed in the form of a preventive maintenance job schedule to improve the corrective maintenance system into a preventive maintenance system.

Keywords: RCM; Downtime; FMEA; Scheduling; Maintenance

ABSTRAK

PT. CWI merupakan perusahaan jasa pengolahan limbah padat. Selama tahun 2023 tidak mencapai target kapasitas pengolahan limbah karena terjadinya 62 kali kegagalan komponen mesin *pressure jet incinerator* yang mengakibatkan *downtime* sebesar 880 jam atau rata-rata 73.33 jam per bulan. Penelitian ini bertujuan mengusulkan penjadwalan perawatan preventif dengan metode *Reliability Centered Maintenance* berdasar analisis *downtime* dengan pendekatan metode *Failure Mode and Effect Analysis*. Berdasar *downtime analysis* diketahui nilai rata-rata *Operational Availability* mesin *pressure jet incinerator* sebesar 87.21% masih di bawah *world class standard* 90%. Dari analisis *FMEA* ditemukan bahwa komponen kritikal paling sebagai penyebab kegagalan adalah *Refractory Body* dengan RPN 240 jauh diatas ambang batas RPN sebesar 88.6. Komponen lainnya sebagai penyebab dominan kegagalan adalah *Burner*, Motor Listrik, dan *Wet Scrubber*. Dengan metode *RCM* dapat diusulkan penjadwalan perawatan berupa *job schedule preventive maintenance* guna memperbaiki sistem perawatan *corrective* menjadi sistem *preventive maintenance*.

Kata Kunci: *RCM; Downtime; FMEA; Penjadwalan; Perawatan*

PENDAHULUAN

PT. CWI merupakan perusahaan jasa pengolahan limbah padat di daerah Banten, berkomitmen memenuhi kepuasan pelanggan dengan menjaga keandalan peralatannya. Peralatan yang handal sangat mempengaruhi pencapaian target pengolahan limbah yang telah ditetapkan sehingga perusahaan harus dapat mempertahankan keandalan sistem peralatan. Rendahnya keandalan mesin menyebabkan tingginya biaya perawatan dan biaya kehilangan peluang (*opportunity cost*) untuk berproduksi (Arsyad & Iskandar, 2022), dan berhentinya proses produksi karena rusaknya mesin akan menyebabkan *downtime* yang merugikan perusahaan dalam aspek material, ekonomi maupun waktu (Ramdani & Khaerudin, 2021).

Peralatan utama pengolahan limbah padat di PT. CWI adalah mesin *Pressure Jet Incinerator* yang sering mengalami kerusakan dan berhenti beroperasi (*breakdown*) untuk perbaikan hingga

menyebabkan terhentinya proses pengolahan limbah. Berdasar data bagian perawatan diketahui bahwa selama tahun 2023 telah terjadi 62 kali kerusakan dan berhentinya operasional mesin (*downtime*) selama 880 jam atau rata-rata 73.33 jam per bulan. Akibatnya tingkat produktivitas mesin *Pressure Jet Incinerator* tidak tercapai yaitu rata-rata hasil pengolahan limbah padat selama tahun 2023 hanya 50 ton per hari dari target sebesar 60 ton per hari. Tingginya *breakdown* tersebut dikarenakan sistem perawatan yang dilakukan secara *corrective maintenance* yaitu melakukan perbaikan pada saat terjadi kerusakan peralatan.

Berdasarkan permasalahan tersebut perlu dilakukan perbaikan cara perawatan mesin dengan sistem perawatan pencegahan (*preventive maintenance*). *Preventive maintenance* merupakan perawatan yang dilakukan terjadwal secara periodik, dimana seperangkat tugas perawatan dilakukan untuk mencegah kerusakan mesin yang sifatnya mendadak, meningkatkan *reliability*, dan dapat mengurangi *downtime*. (Fatwa et. al, 2020).

Penelitian ini bertujuan mengusulkan penjadwalan perawatan sebagai langkah awal dalam perencanaan *preventive maintenance* dengan metode *Reliability Centered Maintenance* (RCM) berdasar analisis *downtime*. Menurut Kusuma et. al (2019), *Reliability Centered Maintenance* adalah sebuah proses yang dilakukan untuk memastikan peralatan operasi melakukan fungsi yang diharapkan, merupakan metoda studi untuk menghasilkan *improvement* terhadap peralatan operasi. Penjadwalan perawatan dengan pendekatan metode RCM, didasarkan pada identifikasi distribusi data interval antar kerusakan pada suatu peralatan atau komponen-komponennya dan lama waktu perbaikan kerusakan, karena mesin atau komponen memiliki distribusi kerusakan yang berbeda-beda (Nugroho et. al, 2022).

Fokus metode RCM adalah terjaganya tingkat keandalan (*reliability*) sistem peralatan. Menurut Torell & Avelar (2015), *reliability* adalah kemampuan suatu sistem atau komponen untuk menjalankan fungsinya yang diperlukan dalam kondisi yang dipersyaratkan untuk jangka waktu tertentu tanpa adanya kegagalan. Tingkat keandalan suatu sistem atau komponen merupakan persentase ketersediaan (*availability*) berdasar total *downtime* sebagai ketersediaan operasional (*Operational Availability*, Ao), dimana menurut Soepardi & Chaeron (2019), *Operational Availability* merupakan ketersediaan suatu sistem atau komponen selama siap beroperasi, dengan mempertimbangkan waktu persiapan/ penyetelan (*set up*) dan waktu untuk perbaikan (*corrective maintenance*) serta waktu perawatan pencegahan (*preventive maintenance*). Parameter *availability* didasarkan pada nilai MTBF (*Mean Time Between Failure*) yang merupakan waktu rata-rata antara kegagalan dan MTTR (*Mean Time To Repair*) sebagai waktu rata-rata yang dibutuhkan untuk perbaikan suatu sistem atau komponen, termasuk waktu untuk mendiagnosa masalah (Torell & Avelar, 2015).

Availability suatu sistem peralatan sangat dipengaruhi oleh tinggi rendahnya tingkat kegagalan komponen. Untuk mengidentifikasi penyebab kegagalan pada komponen peralatan dilakukan analisa dengan metode *Failure Mode Effect Analysis* (FMEA). Menurut Firmansyah & Nurhalim (2020), FMEA adalah suatu prosedur terstruktur untuk mengidentifikasi dan mencegah sebanyak mungkin mode kegagalan, bertujuan untuk menentukan tingkat resiko dari setiap jenis kegagalan sehingga dapat diambil keputusan tindakan yang sesuai. Metode FMEA dilakukan dengan menganalisis kegagalan serta dampak yang terjadi pada sistem peralatan yang dilanjutkan penilaian dengan mengubah skala kualitatif ke skala kuantitatif berdasarkan identifikasi beberapa kriteria yang telah ditentukan terhadap tiga parameter utama, yaitu *severity*, *occuration*, dan *detection* (Utomo & Santoso, 2022).

METODE PENELITIAN

Penelitian ini bersifat deskriptif kuantitatif dengan analisis dan penjelasan obyektif tentang kegagalan komponen yang menyebabkan tingginya *downtime*, berdasar perhitungan kuantitatif maupun data-data kualitatif yang dikuantifikasikan.

Data Penelitian

Populasi dalam penelitian ini mencakup waktu operasional mesin *pressure jet incinerator*. Sampelnya adalah *downtime*, dan frekuensi kerusakan, serta mode kegagalan komponen peralatan. Populasi dan sampel tersebut merupakan data sekunder, sedang data primer berupa penilaian obyektif dan pendapat atas permasalahan kegagalan komponen.

Teknik Pengambilan Data

Pengumpulan data dimulai dengan studi pustaka untuk mendapatkan referensi terkait metode RCM dan relevansinya terhadap pemecahan permasalahan pada fokus penelitian. Data-data sekunder diperoleh dengan pencatatan dokumen operasional dan perawatan. Data waktu operasional alat dicatat dari dokumen Seksi Operasional. *Downtime*, frekuensi kerusakan dan mode kerusakan diperoleh dari dokumen Seksi *Maintenance*. Data-data primer berupa penilaian dan pendapat atas mode kegagalan komponen, diperoleh dari wawancara dan sesi *brainstorming* bersama pihak internal perusahaan yang sudah berpengalaman dan kompeten dalam memberikan penilaian dan pendapatnya, antara lain dari jajaran manajemen, supervisor operasional maupun team *maintenance*.

Tahapan penelitian

Perencanaan penjadwalan perawatan dimulai dengan analisis keandalan (*reliability*) berdasar frekuensi kerusakan (*failure*) dan waktu *breakdown* alat tersebut (*downtime*). Dalam analisis ini dipergunakan parameter MTBF dan MTTR sebagai indikator kinerja terkait keandalan sistem peralatan (Ben, 2022), diperhitungkan dalam persamaan (1) dan (2).

$$MTBF = \frac{Operation\ time}{No\ of\ Failure} \tag{1}$$

$$MTTR = \frac{Downtime}{No\ of\ Failure} \tag{2}$$

Tingkat keandalan dinyatakan dalam nilai ketersediaan (*availability rate*) dimana dalam analisis ini perhitungan *availability rate* didasarkan pada total waktu operasional alat dan *downtime* totalnya termasuk waktu penyetelan (*set up*) dan waktu perbaikan *corrective* (Soepardi & Chaeron, 2019), yang dinyatakan sebagai *Operasional Availability (Ao)* dan diperhitungkan menurut perumusan Torell & Avelar (2015) dalam persamaan (3).

$$MTBF = \frac{MTBF}{MTBF + MTTR} \times 100\% \tag{3}$$

Nilai *Ao* dipergunakan sebagai acuan dalam penentuan tingkat ketersediaan alat, dimana menurut Vorne dalam Kusuma et.all (2019) *world class standard* untuk *Availability Rate* adalah minimal sebesar 90% atau $Ao \geq 90\%$.

Selanjutnya dilakukan analisis mode kegagalan untuk menentukan komponen yang dominan sebagai penyebab kerusakan alat menggunakan metode FMEA. Menurut Utomo & Santoso (2022), metode FMEA dilakukan dengan menganalisis kegagalan serta dampak yang terjadi pada sistem peralatan yang dilanjutkan penilaian dengan mengubah skala kualitatif ke skala kuantitatif berdasarkan identifikasi beberapa kriteria yang telah ditentukan terhadap tiga parameter utama, yaitu *severity*, *occuration*, dan *detection*.

Tingkat keparahan (*severity level*) ditentukan berdasar tingkatan dampak adanya suatu mode kegagalan potensial pada sebuah komponen. Tabel 1 menunjukkan *severity level* dan kriteria penilaiannya

Tabel 1. Skala severity (S)

Skala	Kriteria
1 – 2	Kegagalan tidak berdampak pada produk dan/atau layanan yang dihasilkan, pengguna tidak merasakan adanya kegagalan.
3 – 4	Kegagalan berdampak sedikit pada produk dan/atau layanan yang dihasilkan, pengguna merasa sedikit terganggu.
5 – 6	Tingkat menengah yang menyebabkan beberapa ketidakpuasan, pengguna merasa tidak nyaman akibat kegagalan yang terjadi. Hal ini biasanya dikarenakan perawatan yang tidak tersusun atau kerusakan komponen.
7 – 8	Kegagalan menyebabkan fasilitas tidak dapat beroperasi, tidak terkait masalah keamanan. Mungkin dikarenakan gangguan pada proses atau layanan.
9 – 10	Dampak kegagalan sangat tinggi sehingga berdampak kepada keselamatan dan kebijakan pemerintah

Sumber: Stamatis dalam Utomo & Santoso (2022).

Occuration (waktu kejadian) merupakan parameter yang didasarkan pada frekuensi terjadinya kegagalan pada sebuah komponen peralatan, penilaiannya berdasar skala *occuration* pada Tabel 2.

Tabel 2. Skala *occuration* (O)

Skala	Kriteria
1 – 2	Kegagalan terjadi kurang dari 5 dalam 7200 jam pengoperasian.
3 – 4	Kegagalan terjadi 5 – 14 kali selama 7200 jam pengoperasian.
5 – 6	Kegagalan terjadi 15 – 25 kali selama 7200 jam pengoperasian.
7 – 8	Kegagalan terjadi 26 – 35 kali selama 7200 jam pengoperasian.
9 – 10	Kegagalan terjadi lebih dari 35 kali selama 7200 jam pengoperasian.

Sumber: Stamatis dalam Utomo & Santoso (2022).

Detection (tingkat pendeteksian) merupakan parameter untuk mendeteksi terjadinya kegagalan sebuah komponen pada sistem peralatan yang penilaiannya berdasar skala *detection* pada Tabel 3.

Tabel 3. Skala *detection* (D)

Skala	Kriteria
1 – 2	Kegagalan dapat terdeteksi dengan kemungkinan yang sangat tinggi
3 – 4	Kegagalan dapat terdeteksi dengan kemungkinan yang tinggi hingga kemungkinan yang cukup tinggi.
5 – 6	Kemungkinan pendeteksian kegagalan dengan kesempatan yang rendah hingga sangat rendah.
7 – 8	Kegagalan dapat dideteksi dengan kemungkinan sulit hingga sangat sulit
9 – 10	Kegagalan hampir tidak dapat dideteksi.

Sumber: Stamatis dalam Utomo & Santoso (2022)

Hasil penilaian skala kualitatif dari parameter *severity*, *occurance* dan *detection* kemudian dikuantitatifkan menjadi nilai tingkat risiko mode kegagalan pada setiap komponen yang disebut nilai *RPN* (*Risk Priority Number*). Menurut Suryani dalam Utomo & Santoso (2022), perhitungan *RPN* dirumuskan dalam persamaan (4).

$$RPN = Severity (S) \times Occurrence (O) \times Detection (D) \tag{4}$$

Nilai *RPN* selanjutnya digunakan sebagai dasar menentukan prioritas perawatan dengan cara memprioritaskan perawatan terhadap komponen yang mempunyai nilai *RPN* kritis. *RPN* kritis adalah yang berada di atas ambang batas nilai *RPN* keseluruhan dimana nilai ambang batas *RPN* sistem diperoleh dari rata-rata nilai *RPN* pada semua komponen (Yaqin et. al, 2020).

Analisis dilanjutkan dengan menentukan prioritas kejadian kegagalan untuk mengetahui mode kegagalan komponen paling dominan berdasar nilai kumulatifnya menggunakan diagram pareto. Prinsip pareto menyatakan aturan 80:20 yang dapat diartikan bahwa 80% permasalahan telah mewakili semua penyebab kegagalan pada sebuah sistem (Yaqin et. al, 2020). Tindakan perbaikan dilakukan terhadap mode kegagalan dominan yaitu yang memiliki nilai kumulatif 80%, dengan asumsi bahwa 80% mode kegagalan dominan telah mewakili dan dapat menyelesaikan permasalahan semua mode kegagalan komponen peralatan.

Penjadwalan perawatan preventif disesuaikan dengan waktu antar kegagalan komponen, perhitungan berdasar waktu operasional (*operation time*) dibagi frekuensi kerusakan (Ben, 2022), maka *MTBF* masing-masing komponen selama setahun operasional mengikuti persamaan (5).

$$MTBF(komponen) = \frac{Total\ Operation\ time}{(Number\ of\ Failures)komponen} \tag{5}$$

HASIL DAN PEMBAHASAN

Downtime Analysis

Mesin *Pressure Jet Incinerator* di PT. CWI dioperasikan selama 24 jam sesuai jam kerja perusahaan dimana di luar waktu kerja (hari-hari libur perusahaan) maka operasionalnya diberhentikan. Tercatat pada bulan Januari 2023 mesin beroperasi (*actual operation time*) selama 492 jam dan terjadi kerusakan sebanyak 3 kali dengan waktu perbaikan (*downtime*) selama 72 jam. Berdasar persamaan (1), (2), dan (3), diperoleh:

$$MTBF = \frac{492 \text{ jam}}{3} = 164 \text{ jam}$$

$$MTTR = \frac{72 \text{ jam}}{3} = 24 \text{ jam}$$

$$Ao = \frac{164 \text{ jam}}{(164 + 24) \text{ jam}} \times 100\% = 87.23\%$$

Dengan cara perhitungan yang sama, nilai *operasional availability* selama tahun 2023 ditunjukkan dalam Tabel 4.

Tabel 4. Operasional availability mesin pressure jet incinerator PT. CWI tahun 2023

No	Bulan	Operation time (jam)	No of Failure	Downtime (jam)	MTBF (jam)	MTTR (jam)	Operational Availability, Ao (%)
1	Januari	492	3	72	164.00	24.00	87.23
2	Februari	468	3	60	156.00	20.00	88.64
3	Maret	522	3	78	174.00	26.00	87.00
4	April	480	6	84	80.00	14.00	85.11
5	Mei	494	5	82	98.80	16.40	85.76
6	Juni	494	8	85	61.75	10.63	85.31
7	Juli	490	5	74	98.00	14.80	86.88
8	Agustus	532	7	68	76.00	9.71	88.67
9	September	510	4	66	127.50	16.50	88.54
10	Oktober	504	6	60	84.00	10.00	89.36
11	Nopember	493	8	83	61.63	10.38	85.59
12	Desember	520	4	68	130.00	17.00	88.44
Jumlah		5999					1046.53
Rata-rata							87.21

Dari Tabel 4 diketahui bahwa *Operasional Availability* (Ao) mesin *pressure jet incinerator* di PT. CWI selama tahun 2023 rata-rata sebesar 87.21%, masih di bawah standar (*Ao world class standard* $\geq 90\%$). Ini menunjukkan bahwa keandalannya belum memuaskan dan perlu solusi perbaikan untuk meningkatkan kinerjanya agar mesin mampu beroperasi maksimal untuk mencapai target yang telah ditetapkan.

FMEA (*Failure Mode and Effect Analysis*)

Mode kegagalan dinilai secara obyektif oleh pihak internal perusahaan berdasar skala pada Tabel 1, 2, dan Tabel 3, menghasilkan nilai *RPN* (*Risk Priority Number*) yang menggambarkan tingkat risiko mode kegagalan komponen. Perhitungan *RPN* berdasar persamaan (4), hasilnya ditunjukkan pada Tabel 5.

Tabel 5. Fmea komponen *pressure jet incinerator*

No	Komponen	Mode Kerusakan	Penyebab Kerusakan	Akibat Kerusakan	S	O	D	RPN
1	<i>Refractory Body</i>	Runtuhnya bata tahan api	- Perubahan suhu yang drastis - Kontaminasi limbah berisi cairan	- Temperatur bakar tidak stabil - Pembakaran tidak merata	6	8	5	240
2	<i>Burner</i>	- Kebocoran gas - Sumbatan gas <i>burner</i>	- Kondisi komponen <i>burner</i> kotor - Sambungan pipa Gas bocor	- Api tidak menyala - Pembakaran tidak merata	8	4	2	64
3	<i>Motor Listrik</i>	V - belt putus	Beban kerja V - belt berlebih	Motor listrik tidak bisa berputar	8	3	2	48
4	<i>Wet scrubber</i>	Pengeroposan dinding tangki <i>scrubber</i>	Air <i>shower</i> tidak kuat membawa lumpur ke sedimen	Penyerapan panas dan asap tidak maksimal	4	3	5	60
5	<i>Blower</i>	- Angin tidak keluar - Dinamo motor macet	- Relay motor blower rusak - Rangkaian kabel putus	- Tidak mampu menaikkan temperatur - Pembakaran tidak sempurna	5	3	4	60
6	<i>Induce Draft Fan (IDF)</i>	- Bearing aus atau pecah - Motor rusak	- Terjadinya gesekan atau benturan - Arah putaran <i>fan</i> terbalik	Sirkulasi pembakaran tidak normal	5	2	6	60
Jumlah								532
Rata-rata								88.67

Dari Tabel 5 diketahui bahwa *Refractory Body* merupakan komponen yang sangat kritikal dengan RPN 240 jauh di atas ambang batas RPN sebesar 88.67. Ini menunjukkan bahwa komponen *refractory body* adalah yang paling paling dominan sebagai penyebab kerusakan.

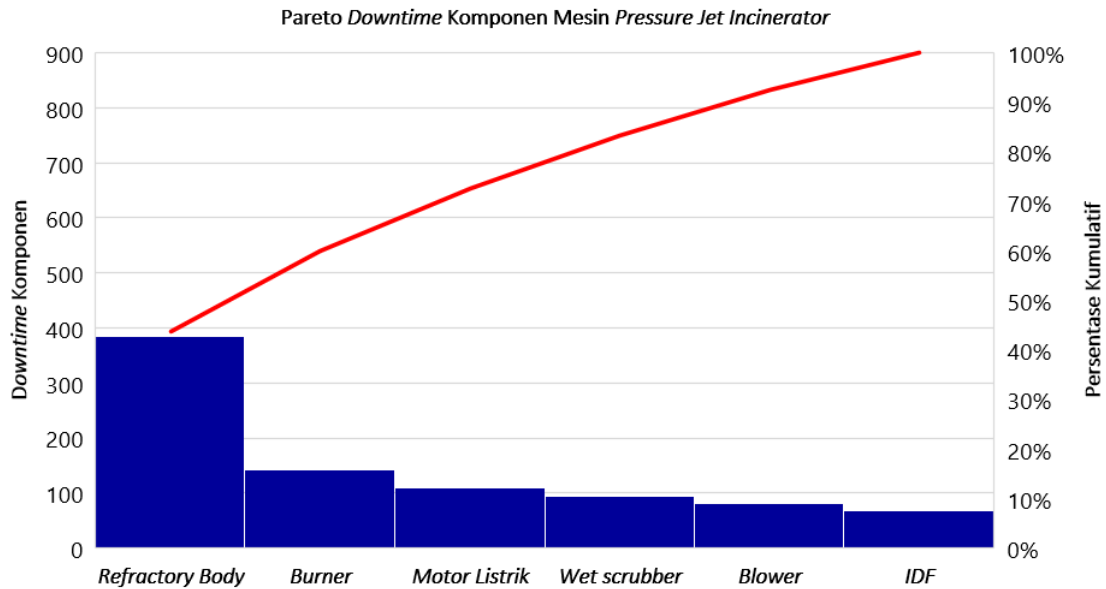
Analisis Pareto

Untuk menentukan prioritas kejadian kegagalan komponen yang paling dominan sebagai penyebab kerusakan dilakukan analisis dengan diagram pareto berdasar nilai kumulatifnya. Dari dokumen Seksi Maintenance diperoleh data frekuensi kerusakan tiap-tiap komponen dan *downtime* nya, selanjutnya diperhitungkan nilai kumulatifnya serta dibuatkan diagramnya. Hasilnya ditunjukkan pada Tabel 6 dan Gambar 2.

Tabel 6. Nilai kumulatif komponen mesin *pressure jet incinerator*

No	Komponen	No of Failure	Downtime (jam)	Persentase (%)	Persentase Kumulatif (%)
1	<i>Refractory Body</i>	27	385	44	44
2	<i>Burner</i>	9	143	16	60
3	<i>Motor Listrik</i>	8	110	13	73
4	<i>Wet scrubber</i>	7	94	11	83

5	Blower	6	81	9	92
6	Induce Draft Fan (IDF)	5	67	8	100
Jumlah		62	880	100	



Gambar 2. Diagram pareto downtime mesin pressure jet incinerator

Dari Tabel 6 dan Gambar 2 diketahui bahwa kegagalan komponen yang dominan sebagai penyebab kerusakan mesin *pressure jet incinerator* ada 4 (empat), yaitu *Refractory Body*, *Burner*, *Motor Listrik*, dan *Wet Scrubber*.

Menentukan Penjadwalan Perawatan

Penjadwalan perawatan preventif disesuaikan dengan waktu antar kegagalan komponen, perhitungan berdasarkan total waktu operasional dibagi frekuensi kerusakan masing-masing komponen seperti dirumuskan pada persamaan (5). Tercatat selama tahun 2023, mesin *pressure jet incinerator* beroperasi selama 5999 jam (Tabel 4), maka MTBF masing-masing komponen adalah ditunjukkan pada Tabel 7

Tabel 7. Nilai mtbf komponen mesin *pressure jet incinerator* – PT. CWI tahun 2023

No	Komponen	No of Failure	MTBF		Penjadwalan Perawatan
			(jam)	(hari)	
1	<i>Refractory Body</i>	27	222.18	9.26	Setiap 10 hari (pada minggu ke-2)
2	<i>Burner</i>	9	666.56	27.77	Setiap 28 hari (pada minggu ke-4)
3	<i>Motor Listrik</i>	8	749.88	31.25	Setiap 32 hari (pada minggu ke-5)
4	<i>Wet scrubber</i>	7	857.00	35.71	Setiap 36 hari (pada minggu ke-6)
5	<i>Blower</i>	6	999.83	41.66	Setiap 42 hari (pada minggu ke-6)
6	<i>Induce Draft Fan (IDF)</i>	5	1199.8	49.99	Setiap 50 hari (pada minggu ke-7)

Berdasarkan Tabel 7 diusulkan penjadwalan perawatan preventif (*job schedule preventive maintenance*) komponen mesin *pressure jet incinerator* di PT. CMI untuk 6 bulan ke depan seperti dalam Tabel 8.

Tabel 8. Job schedule preventive maintenance komponen mesin pressure jet incinerator

Komponen	Bulan ke-1	Bulan ke-2	Bulan ke-3	Bulan ke-4	Bulan ke-5	Bulan ke-6
Refractory Body	█	█	█	█	█	█
Burner		█	█	█	█	█
Motor Listrik		█	█	█	█	█
Wet scrubber		█	█	█	█	█
Blower		█	█	█	█	█
Induce Draft Fan (IDF)		█	█	█	█	█

KESIMPULAN

Berdasarkan hasil analisis pada penelitian ini dapat disimpulkan bahwa tingkat keandalan mesin *pressure jet incinerator* di PT. CWI selama tahun 2023 belum maksimal dengan nilai rata-rata *Operational Availability* sebesar 87.21%. Ini disebabkan karena tingginya *downtime* dimana komponen yang paling berisiko sebagai penyebab kegagalan adalah *Refractory Body* dengan RPN 240., sedang komponen-komponen lainnya yang dominan sebagai penyebab kegagalan adalah *Burner*, Motor Listrik, dan *Wet Scrubber*. Dengan metode RCM berdasar MTBF komponen dapat diusulkan penjadwalan perawatan preventif berupa *job schedule preventive maintenance* untuk mengganti sistem perawatan *corrective*.

DAFTAR PUSTAKA

Arsyad, A., & Iskandar, I. (2022). Perencanaan Perawatan Mesin Produksi Roller Mill Unit 1 Tuban Dengan Metode Reliability Centered Maintenance (RCM) di PT. Semen Indonesia (Persero) Tbk. *JTM Jurnal Teknik Mesin Unesa*, 10(2), 129-132

Ben, J.S. (2022). Implementation of Autonomous Maintenance and its Effect on MTBF, MTTR, and Reliability of a Critical Machine in a Beer Processing Plant. *International Journal of Progressive Sciences And Technologies (IJPSAT)*, 13(1), 57-66

Fatma, N.F., Ponda, H. & Kuswara, R.A. (2020). Analisis Preventive Maintenance Dengan Metode Menghitung Mean Time Between Failure (MTBF) Dan Mean Time To Repair (MTTR) (Studi Kasus PT. Gajah Tunggal Tbk). *Jurnal HEURISTIC*, 17(2), 87-94.

Firmansyah, M.A., & Nurhalim. (2020). Analisis Reliability Centered Maintenance (RCM) Pada Mesin Hydraulic Press Plate Macjone 1000 Ton (Studi Kasus PT. X). *J-Protection: Jurnal Kajian Ilmiah dan Teknologi Teknik Mesin*, 4(2), 19-23

Kusuma, T.Y.T., Santoso, A.F., & Muzaeni, A. (2019). Analisis Pemeliharaan KSB WKTB Pump Pada Well Pad 28 di PT. Geo Dipa Energi (Persero) Unit I Dieng Dengan Menggunakan Overall Equipment Effectiveness (OEE) dan Reliability Centered Maintenance (RCM). *Jurnal Industry Xplore*, 4(1), 58-71

Nugroho, R.D., et al. (2022). Metode Reliability Centered Maintenance Untuk Keandalan Perawatan Ketel Uap Pada PT. "X". *Jurnal Teknologi*, 16(1), 35-38.

Ramdani, M., & Khaerudin, D. (2021). Perencanaan Penjadwalan Pemeliharaan Motor Listrik Tatung T60L Nomor 3 Menggunakan Metode Reliability Centered Maintenance Di PT. Luhai Indonesia – Cikande. *Jurnal Taguchi*, 1(2), 170-186.

Soepardi, S., & Chaeron, M. (2019). *Sistem Pemeliharaan Pada Sistem Manufaktur Konsep Sistem Pemeliharaan*. Edisi pertama. Yogyakarta: LPPM UPNVY Press

Torell, W., & Avelar, V. (2015, March 20). *Mean Time Between Failure: Explanation and Standards*. White Paper 78 Rev 1. Schneider Electric. Retrieved from <https://it-resource.schneider-electric.com/white-papers/wp-78-mean-time-between-failure-explanation-and-standards>

- Utomo, A.I., & Santoso, D.T. (2022). Implementasi FMEA (Failure Mode and Effect Analysis) Pada Mesin Bubut Konvensional Di PT. Raja Ampat Indotim. *Jurnal Teknik Mesin Dan Pembelajaran*, 5(1), 17-24
- Yaqin, R. I., et all. (2020). Pendekatan FMEA dalam Analisa Risiko Perawatan Sistem Bahan Bakar Mesin Induk: Studi Kasus di KM. Sidomulyo. *Jurnal Rekayasa Sistem Industri*, 9(3), 189-200