Syntax Literate: Jurnal Ilmiah Indonesia p–ISSN: 2541-0849
e-ISSN: 2548-1398
Vol. 10, No. 3, Maret 2025

PERENCANAAN PREVENTIF MAINTENANCE MENGGUNAKAN RELIABILITY-CENTERED MAINTENANCE II UNTUK MENCEGAH KEGAGALAN PERALATAN DI PEMBANGKIT LISTRIK TENAGA UAP

I Gede Sukma Setia Risnatha[1], Mokh Suef[2]
Institut Teknologi Sepuluh November, Indonesia[1,2]
Email: sukma.risnatha@gmail.com[1], m_suef@ie.its.ac.id[2]

Abstrak

Kerugian produksi akibat *breakdown* peralatan kritis menjadi perhatian utama dalam bisnis pembangkitan tenaga listrik karena dapat menurunkan pendapatan. Pada tahun 2023, *Total Loss Production* di PLTU ADP yang dikelola oleh PT XYZ mencapai 1.010.432,7 MWh, salah satunya disebabkan oleh *breakdown* pada *coal feeder*, sehingga target kinerja *Equivalen Availability Factor (EAF)* hanya tercapai 81,24% dari target 86,74%. Penyebab utama *breakdown* adalah strategi pemeliharaan yang belum tepat dan efektif. Penelitian ini bertujuan merencanakan *preventif maintenance* (PM) untuk *coal feeder* di PLTU ADP menggunakan metode *Reliability-Centered Maintenance II (RCM II)* dan menganalisis data kegagalan peralatan guna menentukan interval PM yang optimal. Proses penelitian meliputi pengumpulan data, perhitungan kehandalan peralatan dengan *reliability block diagram*, dan penentuan interval PM berdasarkan kriteria *Reliability Function* R(t)<60%. Analisis dilakukan dengan *Failure Mode Equipment Analysis (FMEA)* dan evaluasi *Failure Consequences* untuk menghasilkan tindakan pemeliharaan yang tepat. Hasil penelitian merekomendasikan strategi PM dengan tindakan *Scheduled discard task* atau *Scheduled restoration task* berdasarkan interval optimal, seperti *Feeder Belt Assembly* (2738,85 jam), *Microprocessor Feeder Electronics* (3312,1 jam), dan *Cleanout Conveyor* (8601,56 jam). Implementasi PM prioritas pada komponen dengan kehandalan <60% *(Inlet Outlet Valve, Cleanout Conveyor, Microprocessor Feeder Electronics,* dan *Protection Device*) dapat meningkatkan kehandalan *coal feeder* dari 11,21% menjadi 74,19%, mencegah kegagalan peralatan, dan mengurangi kerugian produksi.

Kata kunci: *Preventive Maintenance*, Peralatan Kritis, *Reliability-Centered Maintenance II*, Kehandalan, *Coal feeder*

Abstract

Production losses due to the breakdown of critical equipment are a major concern in the electricity generation business, as they can significantly reduce revenue. In 2023, the total production loss at PLTU ADP, managed by PT XYZ, reached 1,010,432.7 MWh, partly caused by the breakdown of the coal feeder. This resulted in the Equivalent Availability Factor (EAF) performance target achieving only 81.24% instead of the targeted 86.74%. The primary cause of the breakdown was the implementation of ineffective and inappropriate maintenance strategies. This study aims to plan preventive maintenance (PM) for the critical coal feeder equipment at PLTU ADP using the Reliability-Centered Maintenance II (RCM II) method and analyze equipment failure data to determine the optimal PM intervals. The research process includes data collection, calculating equipment reliability using a reliability block diagram, and determining PM intervals based on the Reliability Function R(t)<60%. The analysis involves Failure Mode Equipment Analysis (FMEA) and evaluating Failure Consequences to develop appropriate maintenance actions. The study recommends a PM strategy with Scheduled Discard Task or Scheduled Restoration Task actions based on optimal intervals, such as Feeder Belt Assembly (2738.85 hours), Microprocessor Feeder Electronics (3312.1 hours), and Cleanout Conveyor (8601.56 hours). Prioritizing PM implementation on components with reliability <60% (Inlet Outlet Valve, Cleanout Conveyor, Microprocessor Feeder Electronics, and Protection Device) can improve coal feeder reliability from 11.21% to 74.19%, preventing equipment failures and reducing production losses.

Keywords: *Preventive Maintenance, Critical Equipment, Reliability Centered Maintenance, Reliability, Coal feeder*

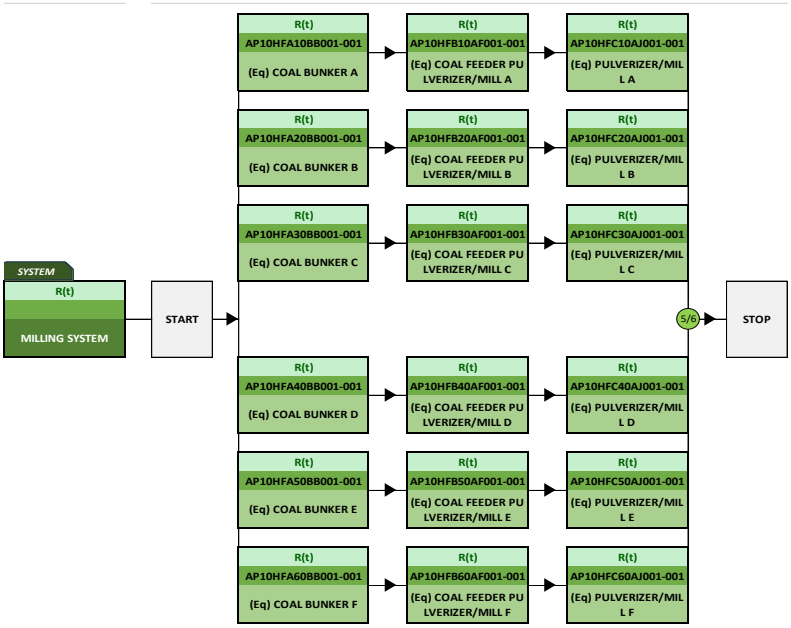
Pendahuluan

Faktor finansial yang wajib dipertimbangkan dan dievaluasi oleh perusahaan pembangkit listrik yaitu pendapatan dan biaya. Indikator besarnya pendapatan dapat dipengaruhi dari besarnya realisasi *Capacity Factor* (CF) dan realisasi *Equivalen Availability Factor (EAF)*. Dengan penetapan CF dipengaruhi oleh faktor dari luar yang sulit untuk dikendalikan dan penetapan EAF bergantung pada kondisi internal yang dapat dikendalikan, maka pemenuhan target EAF dapat dioptimalkan sehingga potensi pendapatan dan keuntungan yang didapatkan semakin besar, dan sebaliknya. Salah satu faktor yang mempengaruhi besarnya realisasi EAF adalah seberapa besar hilangnya kesempatan produksi *(loss production)* terutama akibat terjadinya kegagalan peralatan kritis pembangkit Listrik (Rizkya et al., 2019; Rosihan & Yuniarto, 2019; Sajaradj et al., 2019).

Realisasi CF Pembangkit Listrik Tenaga Uap (PLTU) ADP yang dikelola oleh PT. XYZ cenderung menurun kurang dari 60% mulai dari bulan Agustus – Desember 2023. Selain itu, Target Kinerja EAF tahun 2023 juga tidak tercapai dengan selisih (-6,34%) antara target sebesar 86,74% dan realisasi sebesar 81,24%. Berdasarkan *pareto loss Output* (MWh) PLTU ADP Tahun 2023, sebagian besar disebabkan karena *breakdown* peralatan. Salah satu peralatan yang sering mengalami kegagalan adalah *Coal Feeder* dengan 4 kali kejadian yang menyebabkan *loss output* sebesar 1.885 MWh. Dengan adanya kegagalan tersebut maka perlu dilakukan *review* terhadap strategi pemeliharaan yang diterapkan saat ini untuk menjamin kehandalan peralatan tersebut (Alebrant Mendes & Duarte Ribeiro, 2014; Liu et al., 2024; Prajapati et al., 2012).

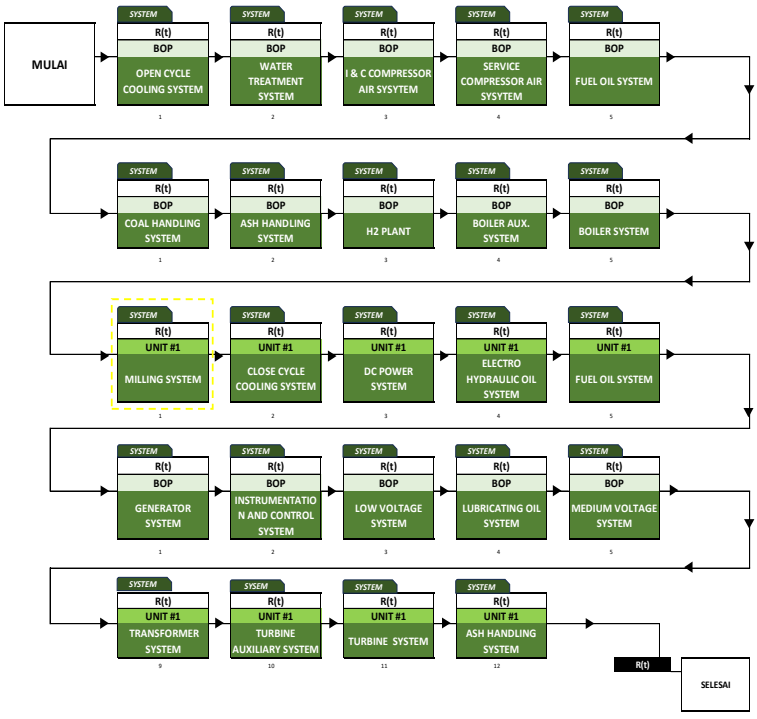
Pemeliharaan adalah fungsi inti produksi, diperlukan untuk menjaga sistem produksi tetap berjalan dan menghindari kegagalan (Supriyanto et al., 2021). Pentingnya fungsi pemeliharaan semakin meningkat karena perannya dalam menjaga dan meningkatkan ketersediaan produk kualitas, persyaratan keselamatan dan tingkat biaya pengoperasian pabrik proses. Oleh karena itu, pemilihan strategi pemeliharaan menjadi salah satu aktivitas pengambilan keputusan terpenting dalam industri (Vishnu & Regikumar, 2016).

Coal feeder merupakan peralatan kritis di PLTU ADP dengan nilai *Asset Critically Ranking* (ACR) kurang dari 30% sehingga menjadi prioritas dalam perencanaan pemeliharaan. Penerapan batasan nilai ACR<30% di PLTU ADP mengacu pada *best practice* dengan mempertimbangan banyaknya jumlah aset pada sebuah pembangkit dan setiap aset mempunyai dampak operasi yang berbeda-beda, serta keterbatasan sumber daya yang dimiliki yaitu *manpower* dan *budget*. *Coal feeder* merupakan peralatan yang berfungsi untuk mengatur *flowrate* dan jumlah batubara yang digunakan untuk proses pembakaran. Di PLTU ADP, peralatan *coal feeder* merupakan bagian dari *Milling System*. Berdasarkan Gambar 1, peralatan *coal feeder* yang terpasang sebanyak 6 *unit* tersusun paralel dengan kapasitas 5/6 terhadap kapasitas PLTU 660 *MegaWatt*, artinya dibutuhkan pengoperasian 5 buah *coal feeder* dengan *flowrate* baturbara 360 *Ton/Hours* dan nilai kalor batubara 4200 kkal/kg untuk memproduksi listrik sebesar 660 *MegaWatt* (Gupta & Mishra, 2016, 2018; Hartini et al., 2018)



Gambar 1. Konfigurasi *reliability block diagram Milling System*

Kehandalan *coal feeder* akan mempengaruhi kehandalan *milling system*, dan berpengaruh terhadap risiko kegagalan *milling system* sehingga berpotensi menyebabkan *loss production. Milling system* merupakan salah satu bagian sistem aset di PLTU ADP yang terkonfigurasi seri dengan sistem-sistem lainnya, seperti yang diperlihatkan Gambar 2. Oleh sebab itu, perlu dilakukan analisa kehandalan pada peralatan *coal feeder*, dimana nilai *reliability index* < 60% menjadi kriteria yang diterapkan di PLTU ADP dalam menentukan interval waktu optimum implementasi *Preventif Maintenance* (PM) pada peralatan atas pertimbangan umur manfaat peralatan dan biaya pemeliharaan.



Gambar 2. Konfigurasi *reliability block diagram System* PLTU

Oleh sebab itu, penelitian ini akan merencanakan *Preventif Maintenance* (PM) pada peralatan kritis yaitu *coal feeder* di PLTU ADP dengan pendekatan *Reliability-Centered Maintenance II (RCM II)* dan penjadwalan PM berdasarkan nilai kehandalan komponen. RCM II adalah suatu proses yang digunakan untuk menentukan apa yang harus dilakukan untuk memastikan bahwa aset fisik apa pun terus berfungsi sesuai keinginan penggunanya dalam konteks operasinya saat ini (Moubray, 2001). RCM II merupakan versi keempat yang diperkenalkan pada tahun 1990 sebagai pengembangan dari versi sebelumnya yaitu versi pertama RCM decision diagram dari laporan Nowlan dan Heap pada 1978, versi kedua RCM MSG3 yang digunakan oleh industri penerbangan sipil, yang diterbitkan oleh *Air Transport Accociation of America* tahun 1988 dan versi ketiga *RCM MSG3* dengan *US Mil-Std-2173* yang digunakan oleh *US Naval Air Systems Command* (Afzali et al., 2019; Basri et al., 2017; Dharmawan & Suef, 2021). Menurut Vishnu et al. (2016), implementasi RCM memerlukan pengumpulan dan analisis data kegagalan dan historis pemeliharaan untuk menentukan kondisi peralatan saat ini.

Penelitian ini berfokus pada perencanaan *preventive maintenance* (PM) yang dapat mencegah terjadinya *breakdown* peralatan sebelum jadwal PM berikutnya. Tujuan dari penelitian ini adalah untuk menganalisis pengaruh kehandalan komponen terhadap kehandalan peralatan berdasarkan histori data kegagalan, terutama pada peralatan kritis seperti *coal feeder* di PLTU ADP. Selain itu, penelitian ini bertujuan memberikan rekomendasi tindakan preventive maintenance yang tepat dan efektif menggunakan pendekatan *Reliability-Centered Maintenance II* untuk mencegah kegagalan peralatan kritis, serta memberikan skenario perencanaan *preventif maintenance* komponen yang dapat meningkatkan kehandalan peralatan *coal feeder*.

Penelitian ini diharapkan dapat memberikan kontribusi bagi pengembangan ilmu di bidang pembangkit listrik. Hasil penelitian dapat menjadi bahan informasi bagi peneliti lanjutan untuk menganalisis metode *best practice* dalam menentukan strategi perencanaan *preventive maintenance*. Dengan demikian, penelitian ini dapat mendukung pengembangan strategi yang lebih optimal dalam meningkatkan keandalan peralatan di pembangkit listrik.

Bagi praktisi, penelitian ini dapat menjadi bahan pertimbangan bagi pengambil keputusan, *Tim Engineering,* dan *Maintenance Planner* di perusahaan pembangkit listrik. Rekomendasi yang dihasilkan diharapkan dapat membantu dalam menentukan strategi dan penjadwalan *preventive maintenance* yang tepat dan efektif untuk mencegah kegagalan peralatan kritis. Hal ini akan berkontribusi dalam meminimalkan potensi kerugian produksi serta mendukung pencapaian target *Equivalent Availability Factor (EAF)*.

Metode Penelitian

Penelitian ini menggunakan pendekatan kualitatif yaitu metode *Reliability-Centered Maintenance II* (RCM II) untuk merencanakan *preventif maintenance* (PM) pada peralatan kritis *coal feeder* di PLTU ADP serta menggunakan analisa kuantitatif dalam menganalisa data *failure* peralatan untuk menentukan interval waktu pelaksanaan PM yang tepat dan efektif. Tahapan penelitian dimulai dengan studi lapangan dan studi pustaka, identifikasi masalah, perumusan masalah, dan tujuan penelitian. Tahap selanjutnya adalah pengumpulan data, dan perhitungan nilai kehandalan peralatan sesuai dengan konfigurasi *reliability block diagram*. Selanjutnya menentukan interval waktu pelaksanaan PM yang tepat dengan kriteria *Reliability Function R(t)*<60%. Tahap selanjutnya, mendefinisian *Function Equipment*, mengidentifikasi *Function Failure Equipment*, kegagalan fungsi menggunakan *Failure Mode Equipment Analysis* (FMEA) dan mengevaluasi *Failure Consequences* untuk mendapatkan tindakan pemeliharaan yang tepat dengan pendekatan RCM II.

Hasil dan Pembahasan

Pengaruh kehandalan komponen terhadap peralatan

Analisa pengaruh kehandalan komponen terhadap kehandalan peralatan menggunakan metode *Reliability Block Diagram* (RBD). Konfigurasi RBD komponen *coal feeder* terhubung serial dengan nilai *reliability* masing-masing seperti yang ditunjukan pada Gambar 3. Nilai

reliability komponen akan berpengaruh terhadap nilai *reliability* peralatan *coal feeder*. Perhitungan *reliability* pada peralatan *coal feeder* dengan konfigurasi seri untuk n komponen dapat dihitung dengan rumus sebagai berikut :

$$R_S(t) = \prod_{i=1}^{n} R_i(t)$$

Secara fungsi operasional kegagalan pada salah satu komponen dapat menyebabkan peralatan *coal feeder trip*, sehingga berpotensi kehilangan kesempatan produksi. Oleh sebab itu, analisa pengaruh kehandalan komponen terhadap kehandalan peralatan *coal feeder* perlu dilakukan untuk mencegah kegagalan pada komponen *coal feeder*. Dalam analisa tersebut akan dihitung nilai *reliability* peralatan *coal feeder* menggunakan metode RBD berdasarkan hasil perhitungan nilai *reliability* pada masing-masing komponennya. Kemudian diberikan rekomendasi tindakan *preventive maintenance* untuk meningkatkan nilai *reliability* peralatan *coal feeder* sehingga menurunkan resiko kegagalan atau *failure* (Siswanto & Kurniati, 2018; Song et al., 2023; Tang et al., 2017).

Pada Tabel 1 di bawah ini ditunjukan hasil perhitungan nilai kehandalan masing-masing komponen *coal feeder* per 21 Juni 2024 sesuai dengan hasil analisa kehandalan.

Tabel 1. Hasil perhitungan nilai kehandalan komponen *coal feeder*

No.	Komponen *Coal feeder*	Data TTF		Data TTR		Waktu (tp) (jam)	R(t) per 21 Juni 2024
		Distribusi Data	MTTF (jam)	Distribusi Data	MTTR (jam)		
1	*Feeder belt assembly Component*	*Lognormal*	7879,11	*Lognormal*	8,4376	264	98,46%
2	*Microprocessor feeder electronics Component*	*Lognormal*	9275,6	*weibull*	3,2179	2280	71,23%
3	*Cleanout conveyor Component*	*Normal*	11126,4	*Lognormal*	6,6	6264	69,15%
4	*Weighing Component*	*Weibull*	9452,12	*weibull*	4,325	744	84,16%
5	*Protection device*	*Normal*	15648	*Lognormal*	2,305	8256	75,23%
6	*Frame/Body*	*Weibull*	8345,19	*Lognormal*	3,5241	1008	89,53%
7	*Inlet Outlet Valve*	*Lognormal*	8290,91	*Lognormal*	8,4376	5232	40,78%

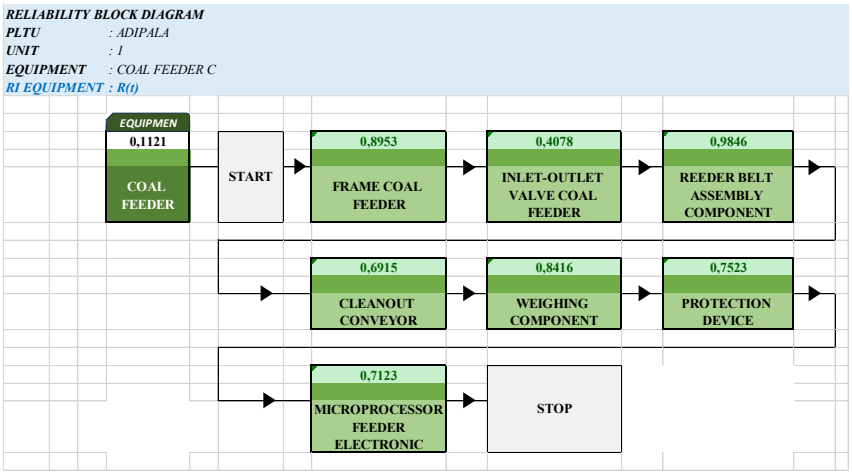
Keterangan :
- MTTF adalah rata-rata waktu kerusakan komponen *coal feeder*
- MTTR adalah rata-rata waktu perbaikan kerusakan komponen *coal feeder*
- R(tp) adalah nilai *reliability* dari komponen *coal feeder* sejak kegagalan terakhir hingga dengan 21 Juni 2024
- tp adalah jumlah waktu sejak kegagalan terakhir hingga dengan 21 Juni 2024.

Berdasarkan Tabel 1 di atas, pengaruh kehandalan komponen terhadap kehandalan peralatan *coal feeder* dianalisa dengan perhitungan nilai *reliability* peralatan *coal feeder* menggunakan metode *Reliability Block Diagram*. Hasil perhitungan diperoleh *Reliability Index* (R_{CF}) peralatan *coal feeder* sejak kegagalan terakhir hingga dengan 21 Juni 2024 adalah sebesar :

$R_{CF}(t)$ = R_F* R_{VLV}* R_{BELT}* R_{CC}* R_{WE}* R_{PRO}* R_{MIC}
= 0,8953*0,4078*0,9846*0,6915*0,8416*0,7523*0,7123
= 0,1121
= 11,21%

Keterangan :
R_F = *Reliability Index of Frame/Body*
R_{VLV} = *Reliability Index of Inlet–Outlet Valve*

R_{BELT} = *Reliability Index of Feeder belt assembly*
R_{CC} = *Reliability Index of Cleanout conveyor*
R_{WE} = *Reliability Index of Weighing Component*
R_{PRO} = *Reliability Index of Komponen Proteksi*
R_{MIC} = *Reliability Index of Microprocessor feeder electronics*



Gambar 3. ***Reliability Block Diagram Coal feeder***

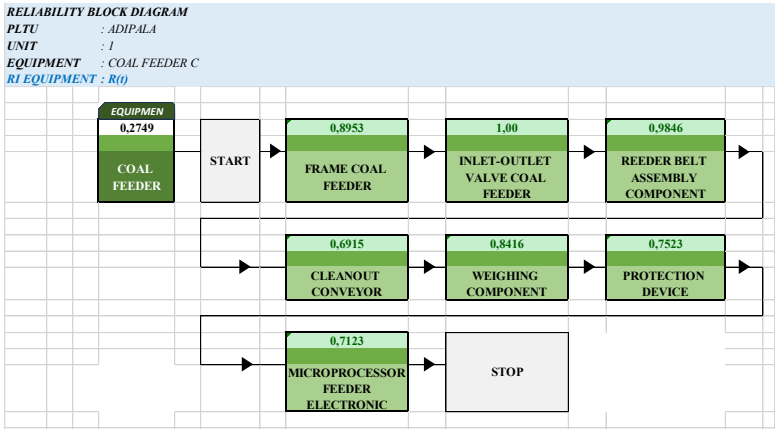
Berdasarkan perhitungan tersebut, nilai kehandalan komponen *coal feeder* sangat berpengaruh terhadap nilai kehandalan peralatan *coal feeder*. Nilai *Reliability* per 21 Juni 2024 untuk peralatan *coal feeder* sebesar 0,1121 atau 11,21%. Dengan nilai *reliability* tersebut, maka resiko kegagalan peralatan *coal feeder* sangat tinggi sehingga perlu dilakukan skenario PM pada komponen *coal feeder* untuk meningkatkan nilai *reliability*.

Skenario PM komponen coal feeder base on RBD

Analisa skenario *Preventive Maintenance* (PM) komponen untuk meningkatkan nilai kehandalan peralatan *coal feeder base on* hasil RBD dapat dilakukan dengan melakukan penggantian atau perbaikan komponen-komponen *coal feeder* yang mempunyai nilai kehandalan kurang dari 60% yaitu komponen *Inlet Outlet Valve* sehingga nilai kehandalan masing-masing komponen tersebut menjadi 1 (R(t) = 100%) serta dapat menurunkan resiko kegagalan peralatan *coal feeder*. Hasil perhitungan skenario tersebut menggunakan *software excel* diperoleh *Reliability Index* (R_{CF}) peralatan *coal feeder* setelah penggantian atau perbaikan komponen *Inlet Outlet Valve* adalah sebesar :

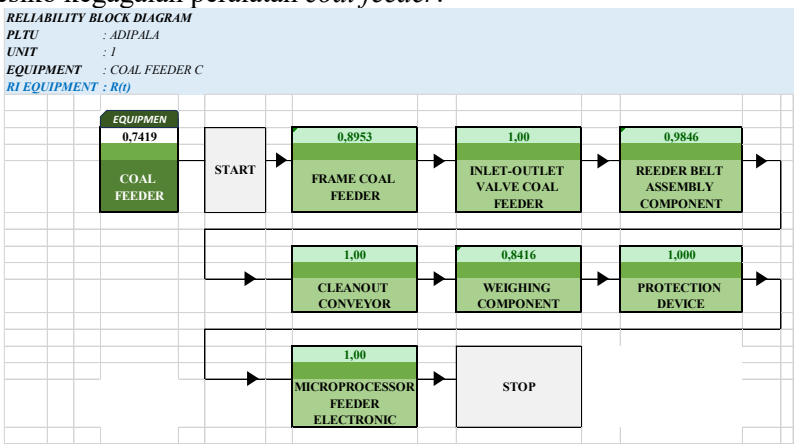
$R_{CF}(t) = R_F * R_{VLV} * R_{BELT} * R_{CC} * R_{WE} * R_{PRO} * R_{MIC}$
$= 0{,}8953 * 1{,}00 * 0{,}9846 * 0{,}6915 * 0{,}8416 * 0{,}7523 * 0{,}7123$
$= 0{,}2749$
$= 27{,}49\%$

Pada Gambar 4 ditunjukan hasil perhitungan nilai kehandalan peralatan *coal feeder base on* RBD setelah dilakukan penggantian komponen *inlet outlet valve* menggunakan *software excel*. Dari perhitungan tersebut, diperoleh bahwa nilai kehandalan peralatan *coal feeder* naik dari 11,21% menjadi 27,49%.



Gambar 4. Skenario-1 nilai kehandalan *Coal feeder base on RBD*

Nilai kehandalan peralatan coal feeder sebesar 27,49% tentunya masih menimbulkan resiko potensi kegagalan yang tinggi. Oleh sebab itu, rekomendasi skenario selanjutnya adalah dengan melakukan *Preventive Maintenance* (PM) baik penggantian atau perbaikan komponen *cleanout conveyor* karena berdasarkan bentuk grafik *hazard function*, nilainya cenderung naik seiring dengan waktu sehingga potensi terjadinya kegagalan tinggi serta nilai keandalannya paling mendekati 60% diantara komponen lainnya. Selain itu, penggantian komponen *microprocessor feeder electronics* diperlukan karena nilai reliability paling mendekati 60% jika dibandingkan komponen *protection device, weighing component dan feeder belt assembly*. Dengan skenario tersebut, maka nilai kehandalan peralatan coal feeder menjadi lebih dari 60% sesuai dengan kriteria yang diterapkan di PLTU ADP. Gambar 5 menunjukan hasil perhitungan nilai kehandalan peralatan *coal feeder base on RB*D setelah dilakukan *Preventive Maintenance* (PM) baik penggantian atau perbaikan komponen *Inlet Outlet Valve, cleanout conveyor, microprocessor feeder electronics* dan proteksi menggunakan *software excel*. Dari perhitungan tersebut, diperoleh bahwa nilai kehandalan peralatan *coal feeder* naik dari 27,49% menjadi 74,19% sehingga dapat menurunkan resiko kegagalan peralatan *coal feeder*.



Gambar 5. Skenario-2 nilai kehandalan *Coal feeder base on RBD*

Analisa hasil perencanaan PM coal feeder base on RCM II

Perbandingan *maintenance strategy* dari peralatan *coal feeder* yang diterapkan sebelumnya dengan hasil analisa kualitatif - *Reliability-Centered Maintenance II* dapat dilihat pada Tabel 2. Pada tabel tersebut dapat dilihat bahwa sebagian besar *maintenance strategy* yang diterapkan di PLTU ADP adalah *run to failure,* dan *visual check* oleh Operator setiap empat kali per *shift* diterapkan untuk monitoring kondisi komponen peralatan, pengecekan dan *cleaning* setiap *annual inspection*, dimana terakhir dilakukan pada 7 desember 2022 s.d. 22 Februari 2024. Selain itu, terdapat *failure mode* yang belum dibuat strategi pemeliharaannya dan strategi

penggantian dalam interval 5 tahun pada sebagian komponen atau *part* yang diterapkan masih belum akurat karena terbukti masih banyak terjadi gangguan. Oleh sebab itu, direkomendasikan perencanaan *maintenance strategy base on Reliability-Centered Maintenance II* agar lebih akurat sehingga semua *failure mode* pada masing-masing komponen dapat dicegah dan menjaga agar peralatan beserta komponen *coal feeder* tetap andal beroperasi sesuai kebutuhan.

Tabel 2 Perbandingan *maintenance strategy (Existing)* dengan hasil analisa kualitatif - *Reliability-Centered Maintenance II*

Information Reference		***Maintenance Strategy (Existing)***	***Proposed Task Base on RCM II***
Komponen *Coal feeder*	***Failure Mode***		
Feeder Belt Assembly	*Rubber belt feeder* sobek	*Visual Check by Operator* setiap *4x per shift and replacement base on run to failure*	*Scheduled discard task*
	Tension roller jammed	*Check, and Cleaning* setiap *Annual Inspection*	*Scheduled restoration task*
	Belt supporting plate lepas	*Check, and Cleaning* setiap *Annual Inspection*	*Scheduled restoration task*
	Belitan *Motor drive belt feeder short*	*Visual Check by Operator* setiap *4x per shift and replacement base on run to failure*	*Scheduled on-condition task*
	Drive pulley jammed	*Check, and Cleaning* setiap *Annual Inspection*	*Scheduled discard task*
	Take-up pulley jammed	*Check, and Cleaning* setiap *Annual Inspection*	*Scheduled discard task*
	Reducer Gear Stuck	*Check, and Cleaning* setiap *Annual Inspection*	*Scheduled discard task*
Cleanout Conveyor	*Chain* Putus	*Check, Cleaning, Replacement and Adjustment* setiap *Annual Inspection*	*Scheduled restoration task*
	Belitan *motor cleanout short*	*Visual Check by Operator* setiap *4x per shift and replacement base on run to failure*	*Scheduled on-condition task*
	Gear box stuck	*Check and Cleaning* setiap *Annual Inspection*	*Scheduled discard task*
Inlet dan Outlet Valve	*Electronic Unit of Actuator Problem*	*Check and Cleaning* setiap *Annual Inspection*	*Scheduled discard task*
	Belitan *motor actuator short*	*Visual Check by Operator* setiap *4x per shift and replacement base on run to failure*	*Scheduled on-condition task*
	Gear box stuck	Tidak ada strategi pemeliharaan	*Scheduled discard task*
Weighing Component	*Load Cell problem*	*Replacement* setiap 5 tahun	*Scheduled discard task*
	Weigh Roller jammed	*Check, Cleaning, and Adjustment* setiap *Annual Inspection*	*Scheduled discard task*
	Speed Sensor problem	*Replacement* setiap 5 tahun	*Scheduled discard task*
	Rode Housing lepas	*Check, Cleaning, and Adjustment* setiap *Annual Inspection*	*Scheduled restoration task*
Protection Device	*Coal Pluggage problem*	*Check, Cleaning and Calibration* setiap *Annual Inspection*	*Scheduled restoration task & Scheduled discard task*
	Coal void signaling device problem	*Check, Cleaning and Calibration* setiap *Annual Inspection*	*Scheduled restoration task & Scheduled discard task*
	Temperatur High problem	*Visual Check by Operator* setiap *2x per shift and replacement base on run to failure*	*Scheduled discard task & Scheduled on-condition task*
Microprocessor feeder electronics	*Control cabinet problem*	*Check and Cleaning* setiap *Annual Inspection*	*Scheduled restoration task*

	CPU Board Coal feeder problem	*Replacement* setiap 5 tahun	*Scheduled discard task*
	Input Currect to Frequency Converter (A1) problem	*Replacement* setiap 5 tahun	*Scheduled discard task*
	Frequency to Current Converter (A2) problem	*Replacement* setiap 5 tahun	*Scheduled discard task*
	Output Frequency to Current Converter (A3) problem	*Replacement* setiap 5 tahun	*Scheduled discard task*
	Power Supply Board problem	*Replacement* setiap 5 tahun	*Scheduled discard task*
Frame/Body	*Explosion*	*Visual Check by Operator* setiap *4x per shift*	*Scheduled on-condition task*
	Berlubang atau crack	*Check and Cleaning* setiap *Annual Inspection*	*Scheduled restoration task*

Penentuan interval waktu PM komponen coal feeder

Berdasarkan hasil perhitungan nilai kehandalan dan interval waktu optimum PM pada masing-masing komponen *coal feeder* dengan kriteria *reliability* 60% yang dilakukan, maka dapat diperoleh rekomendasi interval waktu optimum PM pada masing-masing komponen *coal feeder* sesuai dengan hasil analisa kehandalan untuk mencegah kegagalan peralatan *coal feeder* seperti yang ditunjukkan Pada Tabel 3 di bawah ini.

Tabel 3. Hasil dan rekomendasi interval waktu optimum PM komponen *Coal feeder* dengan kriteria *reliability* 60%

No.	Komponen *Coal feeder*	MTTF	R (tp)	tp	$t_{0,6}$	Rekomendasi interval waktu *Preventive Maintenance (PM) dengan kriteria reliability 60%*
		Jam	%	Jam	Jam	
1	*Feeder belt assembly Component*	7879,11	98,46	264	2738,85	a. PM dilakukan pada *Operating time* 2738,85 jam, pada 2 Oktober 2024 b. PM selanjutnya dilakukan setiap interval waktu kelipatan *Operating time* 2738,85 jam, dengan rata-rata waktu perbaikan 8,43 jam.
2	*Microprocessor feeder electronics Component*	9275,6	71,23	2280	3312,1	a. PM dilakukan pada *Operating time* 3312,1 jam, pada 3 Agustus 2024 b. PM selanjutnya dilakukan setiap interval waktu kelipatan *Operating time* 3312,1 jam, dengan rata-rata waktu perbaikan 3,22 jam.
3	*Cleanout conveyor Component*	11126,4	69,15	6264	8601,56	a. PM dilakukan pada *Operating time* 8601,56 jam, pada 26 September 2024 b. PM selanjutnya dilakukan setiap interval waktu kelipatan *Operating time* 8601,56 jam, dengan rata-rata waktu perbaikan 6,6 jam.
4	*Weighing Component*	9452,12	84,16	744	3200,42	a. PM dilakukan pada *Operating time* 3200,42 jam, pada 1 Oktober 2024 b. PM selanjutnya dilakukan setiap interval waktu kelipatan *Operating time* 3200,42 jam, dengan rata-rata waktu perbaikan 4,3 jam.
5	*Protection device*	15648	75,23	8256	12938,05	a. PM dilakukan pada *Operating time* 12938,05 jam, pada 2 Januari 2025 b. PM selanjutnya dilakukan setiap interval waktu kelipatan *Operating time* 12938,05 jam, dengan rata-rata waktu perbaikan 2,3 jam.
6	*Frame/Body*	8345,19	89,53	1008	4421	a. PM harus segera dilakukan karena nilai kehandalan rendah <60%.

						(PM dilakukan pada 10 Mei 2024, maka pemeliharaan selanjutnya dilakukan pada 10 November 2024) b. PM selanjutnya dilakukan setiap interval waktu kelipatan *Operating time* 4421 jam, dengan rata-rata waktu perbaikan 3,52 jam.
7	*Inlet Outlet Valve*	8290,91	40,78	5232	2900,56	a. PM harus segera dilakukan karena nilai kehandalan rendah <60%. (jika PM dilakukan pada 21 Juni 2024, maka pemeliharaan selanjutnya dilakukan pada 19 Oktober 2024) b. PM selanjutnya dilakukan setiap interval waktu kelipatan *Operating time* 2900,56 jam, dengan rata-rata waktu perbaikan 8,44 jam

Keterangan :
- MTTF adalah rata-rata waktu kerusakan komponen *coal feeder*
- R(tp) adalah nilai *reliability* dari komponen *coal feeder* sejak kegagalan terakhir hingga dengan 21 Juni 2024
- tp adalah jumlah waktu sejak kegagalan terakhir hingga dengan 21 Juni 2024
- $t_{0,6}$ adalah interval waktu optimum PM komponen *coal feeder* dengan kriteria *reliability* 60%

Pada Tabel 3 di atas, direkomendasikan dalam strategi perencanaan *Preventive Maintenance* (PM) untuk *feeder belt assembly component* dilakukan pada *operating time* 2738,85 jam, tepatnya pada 2 Oktober 2024 dan PM selanjutnya dilakukan setiap interval waktu kelipatan 2738,85 jam waktu operasi. Komponen *microprocessor feeder electronics* dilakukan pada *operating time* 3312,1 jam, tepatnya pada 3 Agustus 2024 dan PM selanjutnya dilakukan setiap interval waktu kelipatan 3312,1 jam waktu operasi. Komponen *cleanout conveyor* dilakukan pada *operating time* 8601,56 jam, tepatnya pada 26 September 2024 dan PM selanjutnya dilakukan setiap interval waktu kelipatan 8601,56 jam waktu operasi. Komponen *weighing* dilakukan pada *operating time* 3200,42 jam, tepatnya pada 1 Oktober 2024 dan PM selanjutnya dilakukan setiap interval waktu kelipatan 3200,42 jam waktu operasi. Komponen *protection device* dilakukan pada *operating time* 12938,05 jam, tepatnya pada 2 Januari 2025 dan PM selanjutnya dilakukan setiap interval waktu kelipatan 12938,05 jam waktu operasi. Komponen *frame/body* dilakukan pada *operating time* 4421 jam, tepatnya pada 10 November 2024 dan PM dilakukan setiap interval waktu kelipatan *operating time* 4421 jam. Komponen *inlet outlet valve* harus segera diganti atau dilakukan perbaikan karena nilai kehandalan rendah <60% dan pada PM selanjutnya, dilakukan setiap interval waktu kelipatan *operating time* 2900,56 jam.

Strategi perencanaan optimum PM base on RCM II dan Reliability

Rekomendasi maintenance strategy dari peralatan *Coal feeder* berdasarkan hasil analisa kualitatif - *Reliability-Centered Maintenance II* untuk mencegah terjadinya failure ditunjukkan pada Tabel 6.

Tabel 6. Strategi Perencanaan Optimum PM *base on* RCM II dan *Reliability*

Information Reference		***RPN***	***Proposed Task by RCM II***			**Rekomendasi *base on Reliability***
Komponen *Coal feeder*	***Failure Mode***		***Scheduled restoration task***	***Scheduled discard task***	***Scheduled on-condition task***	**Interval waktu PM dengan kriteria *reliability* 60%**
Feeder Belt Assembly	*Tension roller jammed*	96	*- Check Condition of bearing* *- Check of Lubrication* *- Running Test*	*Replace bearing*	**-**	PM dilakukan setiap interval waktu kelipatan *Operating time* 2738,85 jam **(3 bulan 24 hari)**, dengan rata-rata waktu perbaikan 8,43 jam. Dengan ketentuan untuk masing-

	Belt supporting plate lepas	80	*- Check and Tightening*	-	-	masing tindakan pemeliharaan sebagai berikut :
	Belitan *Motor drive belt feeder short*	80	*- Check Condition of bearing* *- Check of Lubrication* *- Running Test*	-	*Monitoring Temperature and Current*	- Untuk ***Scheduled restoration task*** dilakukan setiap interval waktu kelipatan *Operating time* **2738,85 jam (3 bulan 24 hari)**, dengan rata-rata waktu perbaikan 8,43 jam - Untuk ***Scheduled discard task*** dilakukan sebelum 7879,11 jam (MTTF), sehingga dilakukan setiap interval waktu kelipatan kedua dari Operating time 2738,85 jam (3 bulan 24 hari) yaitu **5477,7 jam (7 bulan 18 hari)** , dengan rata-rata waktu perbaikan 8,43 jam - Untuk ***Scheduled on-condition task*** dilakukan oleh Operator setiap 4x per shift
	Drive pulley jammed	70	*- Check Condition of bearing* *- Check of Lubrication* *- Running Test*	*Replace bearing*	-	
	Reducer Gear Stuck	64	*- Check Condition of Gear* *- Check of Lubrication* *- Running Test*	-	-	
	Rubber belt feeder sobek	56	*- Check Condition of belt feeder* *- Cold Repair of belt* *- Running Test*	*Replace belt feeder*	*Visual Check by slight glass*	
	Take-up pulley jammed	48	*- Check Condition of bearing* *- Check of Lubrication* *- Running Test*	*Replace bearing*	-	
Cleanout Conveyor	Belitan *motor cleanout short*	70	*- Check Condition of bearing* *- Check of Lubrication* *- Running Test*	-	*Monitoring Temperature and Current*	PM dilakukan setiap interval waktu kelipatan *Operating time* 8601,56 jam **(1 Tahun)** dengan rata-rata waktu perbaikan 6,6 jam. Dengan ketentuan untuk masing-masing tindakan pemeliharaan sebagai berikut : - Untuk ***Scheduled restoration task*** dilakukan setiap interval waktu kelipatan *Operating time* 8601,56 jam (1 Tahun) dengan rata-rata waktu perbaikan 6,6 jam - Untuk ***Scheduled on-condition task*** dilakukan oleh Operator setiap 4x per shift
	Chain Putus	60	*- Check Condition of Chain* *- Check of Lubrication* *- Running Test*	-	-	
	Gear box stuck	56	*- Check Condition of Gear* *- Check of Lubrication* *- Running Test*	-	-	
Inlet dan Outlet Valve	Belitan *motor actuator short*	70	*- Check Condition of bearing* *- Check of Lubrication* *- Running Test*	-	*Monitoring Temperature and Current*	PM dilakukan setiap interval waktu kelipatan *Operating time* 2900,56 jam **(4 bulan)**, dengan rata-rata waktu perbaikan 8,44 jam. Dengan ketentuan untuk masing-masing tindakan pemeliharaan sebagai berikut
	Electronic Unit of	60	*- Check Condition of*	-	-	

	Actuator Problem		*Electronic Unit* *- Cleaning Board* *- Calibration & Setting* *- Function Test*			: - Untuk ***Scheduled restoration task*** dilakukan setiap interval waktu kelipatan *Operating time* 2900,56 jam (4 bulan), dengan rata-rata waktu perbaikan 8,44 jam - Untuk ***Scheduled on-condition task*** dilakukan oleh Operator setiap 4x per shift
	Gear box stuck	56	*- Check Condition of Gear* *- Check of Lubrication* *- Running Test*	-	-	
Weighing Component	*Load Cell problem*	70	*- Check Condition of Load Cell* *- Cleaning Load Cell* *- Function Test*	*Replace Load Cell*	-	PM dilakukan setiap interval waktu kelipatan *Operating time* 3200,42 jam **(4 bulan 13 hari)**, dengan rata-rata waktu perbaikan 4,3 jam. Dengan ketentuan untuk masing-masing tindakan pemeliharaan sebagai berikut : - Untuk ***Scheduled restoration task*** dilakukan setiap interval waktu kelipatan *Operating time* 3200,42 jam **(4 bulan 13 hari)**, dengan rata-rata waktu perbaikan 4,3 jam - Untuk ***Scheduled discard task*** dilakukan sebelum 9452,12 jam (MTTF), sehingga dilakukan setiap interval waktu kelipatan kedua dari *Operating time* 3200,42 jam (4 bulan 13 hari) yaitu 6400,84 jam **(8 bulan 27 hari)** , dengan rata-rata waktu perbaikan 4,3 jam
	Speed Sensor problem	70	*- Check Condition of Sensor* *- Cleaning Sensor* *- Function Test*	*Replace Speed Sensor*	-	
	Weigh Roller jammed	60	*- Check Condition of bearing* *- Check of Lubrication* *- Running Test*	*Replace Weigh Roller*	-	
	Rode Housing lepas	60	*- Check and Tightening*	-	-	
Protection Device	*Temperatur High problem*	70	*- Check Condition of Sensor* *- Calibration* *- Running Test*	-	*Monitoring Temperature*	PM dilakukan setiap interval waktu kelipatan *Operating time* 12938,05 jam **(1 tahun 5 bulan)**, dengan rata-rata waktu perbaikan 2,3 jam. Dengan ketentuan untuk masing-masing tindakan pemeliharaan sebagai berikut : - Untuk ***Scheduled restoration task*** dilakukan setiap interval waktu kelipatan *Operating time* 12938,05 jam **(1 tahun 5 bulan)**, dengan rata-rata waktu perbaikan 2,3 jam - Untuk ***Scheduled on-condition task*** dilakukan oleh Operator setiap 4x per *shift*
	Coal Pluggage problem	70	*- Check Condition of limit switch* *- Cleaning sensor* *- Function Test*	-	-	
	Coal void signaling device problem	60	*- Check Condition of limit switch* *- Cleaning sensor* *- Function Test*	-	-	

Microprocessor feeder electronics	*CPU Board Coal feeder problem*	96	*- Check Condition of CPU Board* *- Cleaning Board* *- Calibration & Setting* *- Function Test*	*Replace CPU Board*	-	PM dilakukan setiap interval waktu kelipatan *Operating time* 3312,1 jam **(4 bulan 18 hari)**, dengan rata-rata waktu perbaikan 3,22 jam. Dengan ketentuan untuk masing-masing tindakan pemeliharaan sebagai berikut : - Untuk ***Scheduled restoration task*** dilakukan setiap interval waktu kelipatan *Operating time* 3312,1 jam (4 bulan 18 hari), dengan rata-rata waktu perbaikan 3,22 jam - Untuk ***Scheduled discard task*** dilakukan sebelum 9275,6 jam (MTTF), sehingga dilakukan setiap interval waktu kelipatan kedua dari *Operating time* 3312,1 jam (4 bulan 18 hari) yaitu 6624,2 jam (9 bulan 6 hari) , dengan rata-rata waktu perbaikan 3,22 jam
	Power Supply Board problem	96	*- Check Condition of Power Supply Board* *- Cleaning Board* *- Check output power* *- Function Test*	*Replace Power Supply Board*	-	
	Input Currect to Frequency Converter (A1) problem	84	*- Check Condition of Board* *- Cleaning Board* *- Calibration & Setting* *- Function Test*	*Replace*	-	
	Frequency to Current Converter (A2) problem	84	*- Check Condition of Board* *- Cleaning Board* *- Calibration & Setting* *- Function Test*	*Replace*	-	
	Output Frequency to Current Converter (A3) problem	84	*- Check Condition of Board* *- Cleaning Board* *- Calibration & Setting* *- Function Test*	*Replace*	-	
	Control cabinet problem	32	*- Check Condition of Control cabinet* *- Cleaning Board*	-	-	
Frame/Body	*Explosion*	54	-	-	*Monitoring Temperature*	PM dilakukan setiap interval waktu kelipatan *Operating time* 4421 jam **(6 bulan 4 hari)**, dengan rata-rata waktu perbaikan 3,52 jam. Dengan ketentuan untuk masing-masing tindakan pemeliharaan sebagai berikut : - Untuk ***Scheduled restoration task*** dilakukan setiap interval waktu kelipatan *Operating time* 4421 jam (6 bulan 4 hari), dengan rata-rata waktu perbaikan 3,52 jam
	Berlubang atau crack	48	*- Check Condition of Frame/Body* *- Thickness Check of Frame/Body* *- Cleaning Board* *- Painting*	-	-	

		- Untuk ***Scheduled on-condition task*** dilakukan oleh Operator setiap 4x per *shift*

Pada Tabel 6 di atas, rekomendasi strategi perencanaan optimum PM *base on* RCM II dan *Reliability* diantaranya :

1. Preventive Maintenance (PM) pada komponen *feeder belt assembly* pada interval waktu 2738,85 jam, dengan rata-rata waktu perbaikan 8,43 jam. *Maintenance task* yang direkomendasikan adalah *scheduled discard task, scheduled restoration task*, dan *scheduled on-condition task*, dengan ketentuan untuk masing-masing tindakan pemeliharaan sebagai berikut :
   a. *Scheduled restoration task* dilakukan setiap interval waktu kelipatan *Operating time* 2738,85 jam (3 bulan 24 hari), dengan rata-rata waktu perbaikan 8,43 jam. *Scheduled restoration task* dilakukan dengan melakukan pengecekan kondisi *bearing* dan pelumas pada *tension roller, drive pulley, take-up pulley, motor* serta pengecekan kondisi *reducer gear* dan *tightening* pada *belt supporting plate*.
   b. *Scheduled discard task* dilakukan sebelum 7879,11 jam (MTTF), sehingga dilakukan setiap interval waktu kelipatan kedua dari *Operating time* 2738,85 jam (3 bulan 24 hari) yaitu 5477,7 jam (7 bulan 18 hari), dengan rata-rata waktu perbaikan 8,43 jam. *Scheduled discard task* dilakukan dengan melakukan penggantian *rubber belt, bearing drive pulley, take-up pulley*, dan *tension roller* dengan komponen yang baru tanpa memperhatikan kondisi komponen pada saat itu
   c. Untuk *scheduled on-condition task* dilakukan dengan melakukan pemantauan rutin parameter *temperature* belitan *motor*.
   d. Berdasarkan analisa FMEA, *Failure Mode Tension roller jammed* mempunyai nilai RPN paling tinggi yaitu 96 sehingga menjadi prioritas untuk dilakukan pemeliharaan, kemudian *failure mode belt supporting plate* lepas dan belitan *motor drive belt feeder short* dengan RPN 80, *drive pulley jammed* dengan RPN 70, *reducer gear stuck* dengan RPN 64, *rubber belt feeder* sobek dengan RPN 56 dan *take-up pulley jammed* dengan RPN 48.
2. *Preventive Maintenance* (PM) pada komponen *cleanout conveyor* pada interval waktu 8601,56 jam (1 Tahun), dengan rata-rata waktu perbaikan 6,6 jam. *Maintenance task* yang direkomendasikan adalah *scheduled restoration task*, dan *scheduled on-condition task,* dengan ketentuan untuk masing-masing tindakan pemeliharaan sebagai berikut :
   a. *Scheduled restoration task* dilakukan setiap interval waktu kelipatan *Operating time* 8601,56 jam (1 Tahun), dengan rata-rata waktu perbaikan 6,6 jam. *Scheduled restoration task* dilakukan dengan melakukan pengecekan kondisi *bearing, chain, gear* beserta kondisi pelumasnya.
   b. Untuk *scheduled on-condition task* dilakukan dengan melakukan pemantauan rutin parameter *temperature* belitan *motor*.
   c. Berdasarkan analisa FMEA, *Failure Mode* Belitan *motor cleanout short* mempunyai nilai RPN paling tinggi yaitu 70 sehingga menjadi prioritas untuk dilakukan pemeliharaan, kemudian *failure mode chain* putus dengan RPN 60 dan *gear box stuck* dengan RPN 56.
3. *Preventive Maintenance* (PM) pada komponen *inlet-outlet valve* pada interval waktu 2900,56 jam, dengan rata-rata waktu perbaikan 8,44 jam. *Maintenance task* yang direkomendasikan adalah *scheduled restoration task*, dan *scheduled on-condition task*, dengan ketentuan untuk masing-masing tindakan pemeliharaan sebagai berikut :
   a. *Scheduled restoration task* dilakukan setiap interval waktu kelipatan *Operating time* 8601,56 jam (1 Tahun), dengan rata-rata waktu perbaikan 6,6 jam. *Scheduled restoration task* dilakukan dengan melakukan pengecekan kondisi *bearing* dan *gear box* beserta

kondisi pelumasnya. Selain itu, dilakukan juga pengecekan *Electronic Unit* pada *actuator*, cleaning, kalibrasi dan *setting*.

b. Untuk scheduled on-condition task dilakukan dengan melakukan pemantauan rutin parameter *temperature* belitan *motor.*
c. Berdasarkan analisa FMEA, *Failure Mode* Belitan *motor actuator* mempunyai nilai RPN paling tinggi yaitu 70 sehingga menjadi prioritas untuk dilakukan pemeliharaan, kemudian failure mode *Electronic Unit of Actuator* Problem dengan RPN 60 dan *gear box stuck* dengan RPN 56.

4. *Preventive Maintenance* (PM) pada komponen *weighing component* pada interval waktu 3200,42 jam (4 bulan 13 hari), dengan rata-rata waktu perbaikan 4,3 jam. *Maintenance task* yang direkomendasikan adalah *scheduled discard task*, dan *scheduled restoration task*, dengan ketentuan untuk masing-masing tindakan pemeliharaan sebagai berikut :
   a. *Scheduled restoration task* dilakukan setiap interval waktu kelipatan *Operating time* 3200,42 jam (4 bulan 13 hari), dengan rata-rata waktu perbaikan 4,3 jam. *Scheduled restoration task* dilakukan dengan melakukan pengecekan kondisi load cell dan speed sensor, pengecekan kondisi *bearing weigh roller* dan *tightening rode housing*.
   b. *Scheduled discard task* dilakukan sebelum 9452,12 jam (MTTF), sehingga dilakukan setiap interval waktu kelipatan kedua dari *Operating time* 3200,42 jam (4 bulan 13 hari) yaitu 6400,84 jam (8 bulan 27 hari), dengan rata-rata waktu perbaikan 4,3 jam. *Scheduled discard task* dilakukan dengan melakukan penggantian *load cell, speed sensor* dan *weigh roller* dengan komponen yang baru tanpa memperhatikan kondisi komponen pada saat itu.
   c. Berdasarkan analisa FMEA, *Failure Mode Load Cell* dan *speed sensor* problem mempunyai nilai RPN paling tinggi yaitu 70 sehingga menjadi prioritas untuk dilakukan pemeliharaan, kemudian *failure mode belt weigh roller jammed* dan *rode housing* lepas dengan RPN 60.
5. *Preventive Maintenance* (PM) pada komponen, *protection device* pada interval waktu 12938,05 jam (1 tahun 5 bulan), dengan rata-rata waktu perbaikan 2,3 jam. *Maintenance task* yang direkomendasikan adalah *scheduled restoration task*, dan *scheduled on-condition task*, dengan ketentuan untuk masing-masing tindakan pemeliharaan sebagai berikut :
   a. Scheduled restoration task dilakukan setiap interval waktu kelipatan *Operating time* 12938,05 jam (1 tahun 5 bulan), dengan rata-rata waktu perbaikan 2,3 jam. *Scheduled restoration task* dilakukan dengan melakukan pengecekan kondisi sensor dan kalibrasi atau *function test.*
   b. Untuk *scheduled on-condition task* dilakukan dengan melakukan pemantauan rutin parameter *temperature.*
   c. Berdasarkan analisa FMEA, *Failure Mode Temperatur High* dan *Coal Pluggage problem* mempunyai nilai RPN paling tinggi yaitu 70 sehingga menjadi prioritas untuk dilakukan pemeliharaan, kemudian *failure mode Coal void signaling device problem* dengan RPN 60.
6. *Preventive Maintenance* (PM) pada komponen *microprocessor feeder electronics* pada interval waktu 3312,1 jam (4 bulan 18 hari), dengan rata-rata waktu perbaikan 3,22 jam. *Maintenance task* yang direkomendasikan adalah *scheduled discard task*, dan *scheduled restoration task*, dengan ketentuan untuk masing-masing tindakan pemeliharaan sebagai berikut :
   a. Scheduled restoration task dilakukan setiap interval waktu kelipatan *Operating time* 3312,1 jam (4 bulan 18 hari), dengan rata-rata waktu perbaikan 3,22 jam. *Scheduled restoration task* dilakukan dengan melakukan pengecekan kondisi *CPU Board, Power Supply Board, Input Currect to Frequency Converter (A1), Frequency to Current Converter (A2), Output Frequency to Current Converter (A3),* serta *Cleaning Control cabinet*. Selain itu, akan dilakukan kalibrasi *coal feeder.*
   b. *Scheduled discard task* dilakukan sebelum 9275,6 jam (MTTF), sehingga dilakukan setiap interval waktu kelipatan kedua dari *Operating time* 3312,1 jam (4 bulan 18 hari)

yaitu 6624,2 jam (9 bulan 6 hari), dengan rata-rata waktu perbaikan 3,22 jam. *Scheduled discard task* dilakukan dengan melakukan penggantian *CPU Board, Power Supply Board, Input Currect to Frequency Converter (A1), Frequency to Current Converter (A2), Output Frequency to Current Converter (A3)*, dengan komponen yang baru tanpa memperhatikan kondisi komponen pada saat itu.

c. Berdasarkan analisa FMEA, *Failure Mode CPU Board Coal feeder* dan *power supply board problem* mempunyai nilai RPN paling tinggi yaitu 96 sehingga menjadi prioritas untuk dilakukan pemeliharaan, kemudian *failure mode Input Currect to Frequency Converter (A1), Frequency to Current Converter (A2), Output Frequency to Current Converter (A3) problem* lepas dengan RPN 84.

7. *Preventive Maintenance* (PM) pada komponen, *frame/body* pada interval waktu 4421 jam (6 bulan 4 hari), dengan rata-rata waktu perbaikan 3,52 jam. *Maintenance task* yang direkomendasikan adalah *scheduled restoration task*, dan *scheduled on-condition task*, dengan ketentuan untuk masing-masing tindakan pemeliharaan sebagai berikut :
   a. *Scheduled restoration task* dilakukan setiap interval waktu kelipatan *Operating time* 4421 jam (6 bulan 4 hari), dengan rata-rata waktu perbaikan 3,52 jam. *Scheduled restoration task* dilakukan dengan melakukan pengecekan kondisi *frame/body*, pengukuran ketebalan dan *painting*.
   b. Untuk *scheduled on-condition task* dilakukan dengan melakukan pemantauan rutin parameter *temperature*.
   c. Berdasarkan analisa FMEA, *Failure Mode Explosion* mempunyai nilai RPN paling tinggi yaitu 56 sehingga menjadi prioritas untuk dilakukan pemeliharaan, kemudian *failure mode* berlubang atau *crack* dengan RPN 48.

Pertimbangan penerapan strategi perencanaan PM base on RCM II dan Reliability

Penerapan strategi perencanaan PM *base on* RCM II dan *Reliability* yang direkomendasikan mempunyai beberapa keuntungan dan kerugian jika dibandingkan dengan strategi *maintenance eksisting* yang diterapkan sebelumnya. Secara keseluruhan rekomendasi penerapan strategi perencanaan PM *base on* RCM II dan *Reliability* dapat memberikan keuntungan dari sisi kehandalan peralatan *coal feeder* dimana resiko kegagalan komponen dapat diminimalkan karena nilai kehandalan lebih dari 60% sehingga *loss production* akibat kegagalan peralatan *coal feeder* dapat diminimalkan. Akan tetapi, dari sisi biaya pemeliharaan akan meningkat karena interval waktu tindakan *preventive maintenance* menjadi lebih pendek dari sebelumnya. Tabel 7 memberikan informasi pertimbangan penerapan strategi perencanaan PM *base on* RCM II dan *Reliability* terhadap *Maintenance Strategy Existing* untuk masing-masing komponen.

Tabel 7. Pertimbangan penerapan strategi perencanaan PM *base on* RCM II dan *Reliability* terhadap *Maintenance Strategy Existing*

Komponen *Coal feeder*	**Rekomendasi interval waktu *Preventive Maintenance (PM) base on RCM II dan Reliability* dengan kriteria reliability 60%**	**Maintenance Strategy (Existing)**	**Pertimbangan penerapan strategi perencanaan PM *base on RCM II* dan *Reliability* terhadap *Maintenance Strategy Existing***
Feeder Belt Assembly	PM dilakukan setiap interval waktu kelipatan *Operating time* 2738,85 jam **(3 bulan 24 hari)**, dengan rata-rata waktu perbaikan 8,43 jam. Dengan ketentuan untuk masing-masing tindakan pemeliharaan sebagai berikut - Untuk ***Scheduled restoration task*** dilakukan setiap interval waktu kelipatan *Operating time* **2738,85 jam (3 bulan 24 hari)**, dengan rata-rata waktu perbaikan	- *Annual Inspection (*sesuai standar *manufacture* setiap 14000 Jam (**1 Tahun 7 Bulan 13 hari)** - *Visual Check by Operator* setiap 4x per *shift and*	**Keuntungan :** Resiko kegagalan komponen dapat diminimalkan karena nilai kehandalan lebih dari 60% sehingga *loss production* akibat kegagalan peralatan *coal feeder* dapat diminimalkan **Kerugian :** Biaya Pemeliharaan naik 4 kali karena strategi pemeliharaan sebelumnya dilakukan setiap interval waktu 14000 Jam (1 Tahun

	8,43 jam - Untuk ***Scheduled discard task*** dilakukan sebelum 7879,11 jam (MTTF), sehingga dilakukan setiap interval waktu kelipatan kedua dari Operating time 2738,85 jam (3 bulan 24 hari) yaitu **5477,7 jam (7 bulan 18 hari)** , dengan rata-rata waktu perbaikan 8,43 jam - Untuk ***Scheduled on-condition task*** dilakukan oleh Operator setiap 4x per shift	*replacement base on **run to failure***	7 Bulan 13 hari) menjadi 2738,85 jam (3 bulan 24 hari)
Cleanout Conveyor	PM dilakukan setiap interval waktu kelipatan *Operating time* 8601,56 jam **(1 Tahun)** dengan rata-rata waktu perbaikan 6,6 jam. Dengan ketentuan untuk masing-masing tindakan pemeliharaan sebagai berikut : - Untuk ***Scheduled restoration task*** dilakukan setiap interval waktu kelipatan *Operating time* 8601,56 jam (1 Tahun) dengan rata-rata waktu perbaikan 6,6 jam - Untuk ***Scheduled on-condition task*** dilakukan oleh Operator setiap 4x per shift	- *Annual Inspection* (sesuai standar *manufacture* setiap 14000 Jam **(1 Tahun 7 Bulan 13 hari)** - *Visual Check by Operator* setiap 4x *per shift and replacement base on **run to failure***	**Keuntungan :** Resiko kegagalan komponen dapat diminimalkan karena nilai kehandalan lebih dari 60% sehingga *loss production* akibat kegagalan peralatan *coal feeder* dapat diminimalkan **Kerugian :** Biaya Pemeliharaan naik 1,7 kali karena strategi pemeliharaan sebelumnya dilakukan setiap interval waktu 14000 Jam (1 Tahun 7 Bulan 13 hari) menjadi 8601,56 jam (1 Tahun)
Inlet dan Outlet Valve	PM dilakukan setiap interval waktu kelipatan *Operating time* 2900,56 jam **(4 bulan)**, dengan rata-rata waktu perbaikan 8,44 jam. Dengan ketentuan untuk masing-masing tindakan pemeliharaan sebagai berikut : - Untuk ***Scheduled restoration task*** dilakukan setiap interval waktu kelipatan *Operating time* 2900,56 jam (4 bulan), dengan rata-rata waktu perbaikan 8,44 jam - Untuk ***Scheduled on-condition task*** dilakukan oleh Operator setiap 4x per shift	- *Annual Inspection* (sesuai standar *manufacture* setiap 14000 Jam **(1 Tahun 7 Bulan 13 hari)** - *Visual Check by Operator* setiap 4x *per shift and replacement base on **run to failure***	**Keuntungan :** Resiko kegagalan komponen dapat diminimalkan karena nilai kehandalan lebih dari 60% sehingga *loss production* akibat kegagalan peralatan *coal feeder* dapat diminimalkan **Kerugian :** Biaya Pemeliharaan naik 4 kali karena strategi pemeliharaan sebelumnya dilakukan setiap interval waktu 14000 Jam (1 Tahun 7 Bulan 13 hari) menjadi 2900,56 jam (4 bulan)
Weighing Component	PM dilakukan setiap interval waktu kelipatan *Operating time* 3200,42 jam **(4 bulan 13 hari)**, dengan rata-rata waktu perbaikan 4,3 jam. Dengan ketentuan untuk masing-masing tindakan pemeliharaan sebagai berikut : - Untuk ***Scheduled restoration task*** dilakukan setiap interval waktu kelipatan *Operating time* 3200,42 jam **(4 bulan 13 hari)**, dengan rata-rata waktu perbaikan 4,3 jam	- *Annual Inspection* (sesuai standar *manufacture* setiap 14000 Jam **(1 Tahun 7 Bulan 13 hari)** - Replacement setiap 5 tahun	**Keuntungan :** Resiko kegagalan komponen dapat diminimalkan karena nilai kehandalan lebih dari 60% sehingga *loss production* akibat kegagalan peralatan *coal feeder* dapat diminimalkan **Kerugian :** Biaya Pemeliharaan naik 4 kali karena strategi pemeliharaan sebelumnya dilakukan setiap interval waktu 14000 Jam (1 Tahun 7 Bulan 13 hari) menjadi 3200,42 jam (4 bulan 13 hari)

	- Untuk ***Scheduled discard task*** dilakukan sebelum 9452,12 jam (MTTF), sehingga dilakukan setiap interval waktu kelipatan kedua dari Operating time 3200,42 jam (4 bulan 13 hari) yaitu 6400,84 jam **(8 bulan 27 hari)** , dengan rata-rata waktu perbaikan 4,3 jam		
Protection Device	PM dilakukan setiap interval waktu kelipatan *Operating time* 12938,05 jam **(1 tahun 5 bulan)**, dengan rata-rata waktu perbaikan 2,3 jam. Dengan ketentuan untuk masing-masing tindakan pemeliharaan sebagai berikut : - Untuk ***Scheduled restoration task*** dilakukan setiap interval waktu kelipatan *Operating time* 12938,05 jam **(1 tahun 5 bulan)**, dengan rata-rata waktu perbaikan 2,3 jam - Untuk ***Scheduled on-condition task*** dilakukan oleh Operator setiap 4x per *shift*	- *Annual Inspection* (sesuai standar *manufacture* setiap 14000 Jam **(1 Tahun 7 Bulan 13 hari)** - *Visual Check by Operator* setiap 4x *per shift and replacement base on* ***run to failure***	**Keuntungan :** Resiko kegagalan komponen dapat diminimalkan karena nilai kehandalan lebih dari 60% sehingga *loss production* akibat kegagalan peralatan *coal feeder* dapat diminimalkan **Kerugian :** -
Microprocessor feeder electronics	PM dilakukan setiap interval waktu kelipatan *Operating time* 3312,1 jam **(4 bulan 18 hari)**, dengan rata-rata waktu perbaikan 3,22 jam. Dengan ketentuan untuk masing-masing tindakan pemeliharaan sebagai berikut : - Untuk ***Scheduled restoration task*** dilakukan setiap interval waktu kelipatan *Operating time* 3312,1 jam (4 bulan 18 hari), dengan rata-rata waktu perbaikan 3,22 jam - Untuk ***Scheduled discard task*** dilakukan sebelum 9275,6 jam (MTTF), sehingga dilakukan setiap interval waktu kelipatan kedua dari *Operating time* 3312,1 jam (4 bulan 18 hari) yaitu 6624,2 jam (9 bulan 6 hari) , dengan rata-rata waktu perbaikan 3,22 jam	- *Annual Inspection* (sesuai standar *manufacture* setiap 14000 Jam **(1 Tahun 7 Bulan 13 hari)** - Replacement setiap 5 tahun	**Keuntungan :** Resiko kegagalan komponen dapat diminimalkan karena nilai kehandalan lebih dari 60% sehingga *loss production* akibat kegagalan peralatan *coal feeder* dapat diminimalkan **Kerugian :** Biaya Pemeliharaan naik 4 kali karena strategi pemeliharaan sebelumnya dilakukan setiap interval waktu 14000 Jam (1 Tahun 7 Bulan 13 hari) menjadi 3312,1 jam (4 bulan 18 hari)
Frame/Body	PM dilakukan setiap interval waktu kelipatan *Operating time* 4421 jam **(6 bulan 4 hari)**, dengan rata-rata waktu perbaikan 3,52 jam. Dengan ketentuan untuk masing-masing tindakan pemeliharaan sebagai berikut : - Untuk ***Scheduled restoration task*** dilakukan setiap interval waktu kelipatan *Operating time* 4421 jam (6 bulan 4 hari), dengan rata-rata waktu perbaikan 3,52 jam	- *Annual Inspection* (sesuai standar *manufacture* setiap 14000 Jam (1 Tahun 7 Bulan 13 hari) - *Visual Check by Operator* setiap *4x per shift and*	**Keuntungan :** Resiko kegagalan komponen dapat diminimalkan karena nilai kehandalan lebih dari 60% sehingga loss production akibat kegagalan peralatan coal feeder dapat diminimalkan **Kerugian :** Biaya Pemeliharaan naik 2,5 kali karena strategi pemeliharaan sebelumnya dilakukan setiap interval waktu 14000 Jam (1 Tahun

- Untuk ***Scheduled on-condition task*** dilakukan oleh Operator setiap 4x per *shift*	*replacement base on run to failure*	7 Bulan 13 hari) menjadi (6 bulan 4 hari)

Kesimpulan

Kesimpulan dari penelitian ini menunjukkan bahwa nilai kehandalan (reliability) komponen coal feeder sangat berpengaruh terhadap kehandalan keseluruhan peralatan, dengan nilai reliability awal sebesar 11,53% yang menunjukkan risiko kegagalan tinggi. Peningkatan kehandalan hingga 74,19% dapat dicapai dengan menerapkan strategi Preventive Maintenance (PM) yang memprioritaskan penggantian atau perbaikan komponen dengan nilai kehandalan di bawah atau mendekati 60%, seperti inlet outlet valve, cleanout conveyor, microprocessor feeder electronics, dan sistem proteksi. Melalui pendekatan Reliability-Centered Maintenance (RCM) II, interval optimal untuk PM pada setiap komponen ditentukan berdasarkan operating time, dengan estimasi waktu perbaikan yang bervariasi tergantung pada karakteristik masing-masing komponen. Implementasi strategi ini secara keseluruhan dapat meningkatkan kehandalan peralatan coal feeder, mengurangi risiko kegagalan komponen, serta meminimalkan potensi loss production akibat kegagalan sistem.

DAFTAR PUSTAKA

Afzali, P., Keynia, F., & Rashidinejad, M. (2019). A new model for reliability-centered maintenance prioritisation of distribution feeders. *Energy*, *171*. https://doi.org/10.1016/j.energy.2019.01.040

Alebrant Mendes, A., & Duarte Ribeiro, J. L. (2014). Establishment of a maintenance plan based on quantitative analysis in the context of RCM in a JIT production scenario. *Reliability Engineering and System Safety*, *127*. https://doi.org/10.1016/j.ress.2014.03.004

Basri, E. I., Razak, I. H. A., Ab-Samat, H., & Kamaruddin, S. (2017). Preventive maintenance (PM) planning: A review. In *Journal of Quality in Maintenance Engineering* (Vol. 23, Issue 2). https://doi.org/10.1108/JQME-04-2016-0014

Dharmawan, D. A., & Suef, Mokh. (2021). Optimization of Gas Turbine Component Maintenance to Improve Reliability of Power Plant Industries. *IPTEK Journal of Proceedings Series*, *0*(3). https://doi.org/10.12962/j23546026.y2020i3.11076

Gupta, G., & Mishra, R. P. (2016). A SWOT analysis of reliability centered maintenance framework. *Journal of Quality in Maintenance Engineering*, *22*(2). https://doi.org/10.1108/JQME-01-2015-0002

Gupta, G., & Mishra, R. P. (2018). Identification of Critical Components Using ANP for Implementation of Reliability Centered Maintenance. *Procedia CIRP*, *69*. https://doi.org/10.1016/j.procir.2017.11.122

Hartini, E., Dibyo, S., & Pujiarta, S. (2018). DETERMINATION OF MAINTENANCE PRIORITY INDEX (MPI) FOR COMPONENTS ON RSG-GAS SAFETY SYSTEM. *JURNAL TEKNOLOGI REAKTOR NUKLIR TRI DASA MEGA*, *20*(2). https://doi.org/10.17146/tdm.2018.20.2.4283

Liu, Y., Tang, Y., Wang, P., Song, X., & Wen, M. (2024). Reliability-Centered Preventive Maintenance Optimization for a Single-Component Mechanical Equipment. *Symmetry*, *16*(1). https://doi.org/10.3390/sym16010016

Moubray, J. (2001). *Reliability-centered maintenance*. Industrial Press Inc.

Prajapati, A., Bechtel, J., & Ganesan, S. (2012). Condition based maintenance: A survey. *Journal of Quality in Maintenance Engineering*, *18*(4). https://doi.org/10.1108/13552511211281552

Rizkya, I., Siregar, I., Siregar, K., Matondang, R., & Henri, E. W. (2019). Reliability Centered Maintenance to Determine Priority of Machine Damage Mode. *E3S Web of Conferences*, *125*. https://doi.org/10.1051/e3sconf/201912522005

Rosihan, R. I., & Yuniarto, H. A. (2019). Analisis Sistem Reliability dengan Pendekatan Reliability Block Diagram. *Jurnal Teknosains*, *9*(1). https://doi.org/10.22146/teknosains.36758

Sajaradj, Z., Huda, L. N., & Sinulingga, S. (2019). The Application of Reliability Centered Maintenance (RCM) Methods to Design Maintenance System in Manufacturing (Journal Review). *IOP Conference Series: Materials Science and Engineering*, *505*(1). https://doi.org/10.1088/1757-899X/505/1/012058

Siswanto, A., & Kurniati, N. (2018). Determining optimal preventive maintenance interval for component of Well Barrier Element in an Oil & Gas Company. *IOP Conference Series: Materials Science and Engineering*, *337*(1). https://doi.org/10.1088/1757-899X/337/1/012066

Song, M., Zhang, X., & Lind, M. (2023). Automatic identification of maintenance significant items in reliability centered maintenance analysis by using functional modeling and reasoning. *Computers and Industrial Engineering*, *182*. https://doi.org/10.1016/j.cie.2023.109409

Supriyanto, H., Kurniati, N., & Supriyanto, M. F. R. (2021). Maintenance Performance Evaluation of an RCM Implementation: A Functional Oriented Case Study. *International Journal of Mechanical Engineering and Robotics Research*, *10*(12). https://doi.org/10.18178/ijmerr.10.12.702-709

Tang, Y., Liu, Q., Jing, J., Yang, Y., & Zou, Z. (2017). A framework for identification of maintenance significant items in reliability centered maintenance. *Energy*, *118*. https://doi.org/10.1016/j.energy.2016.11.011

Vishnu, C. R., & Regikumar, V. (2016). Reliability Based Maintenance Strategy Selection in Process Plants: A Case Study. *Procedia Technology*, *25*. https://doi.org/10.1016/j.protcy.2016.08.211

Copyright holder:
I Gede Sukma Setia Risnatha, Mokh Suef (2025)

First publication right:
Syntax Literate: Jurnal Ilmiah Indonesia

This article is licensed under:

