

Upaya Penurunan Jumlah *Breakdown* dengan Metode Reliability Centered Maintenance di PT. Sentosa Laju Sejahtera Site SLS-Bosowa

Elian Sasmita Wijaya¹, Kriswanto Widiawan²

Abstract: PT. Sentosa Laju Sejahtera is a contracting company engaged in coal and mineral mining industry. PT. Sentosa Laju Sejahtera is facing low reliability problem due to a high rate of functional failures. To address this issue, a study was conducted using Reliability Centered Maintenance (RCM). The goal of RCM is to determine the best type of maintenance. RCM is assisted by two other methods, namely Failure Mode and Effect Analysis (FMEA) and Fault Tree Analysis (FTA). FMEA aims to identify the models that has highest number of failures and rank them based on the highest risk value. Model AXOR 2528CH had the highest number of failures, with 2416 failures or 47% of all models. The two main causes were tyre component and brake system component. FTA aims to identify the root causes of problems related to the method, man, material, machine, measurement, and environment factors. The proposed solutions include implementing tyre inspection, ensuring consistency in brand selection, and creating tyre report. These proposed solutions have resulted in a decrease of 23.5% in the number of functional failures of the tyre components compared to April 2022 and an increase of 50.68% in the average duration of tyre component failures.

Keywords: maintenance; tyre; brake system; RCM; FMEA; FTA

Pendahuluan

Di era globalisasi, persaingan di dunia industri menjadi semakin ketat. Teknologi listrik dan penggunaan energi terbarukan menjadi salah satu fokus utama dunia perindustrian. Berbicara tentang teknologi listrik dan energi terbarukan, nikel menjadi salah satu bahan baku penting dalam pembuatan baterai. Hal ini mengakibatkan permintaan akan nikel bertumbuh eksponensial secara global. Tidak hanya itu, Indonesia merupakan produsen nikel terbesar di dunia dengan pencapaian 1.6 juta ton nikel pada tahun 2022. Indonesia juga menjadi negara yang memiliki deposit terbanyak bersama dengan Australia di angka 21 juta ton nikel (United States Geological Survey [1]). Hal ini menjadi dasar motivasi dan kekuatan PT. Sentosa Laju Sejahtera dalam memanfaatkan peluang yang ada. PT. Sentosa Laju Sejahtera adalah perusahaan kontraktor yang bergerak dalam bidang pertambangan batu bara dan mineral. PT. Sentosa Laju Sejahtera memiliki dua tambang nikel yang terletak di area Sulawesi Tenggara, yaitu SLS-Bosowa dan juga SLS-Amindo. SLS-Bosowa telah telah beroperasi sejak April 2021, dan Site Amindo baru berdiri November 2022.

Berdasarkan data Periode Januari sampai Desember 2022 Site SLS-Bosowa PT. Sentosa Laju Sejahtera, terdapat 8416 kejadian kegagalan fungsi dengan total 7944,9 jam kegagalan. Dari 8416 kejadian kegagalan fungsi, 6123 kejadian diantaranya merupakan kejadian *unscheduled* yang artinya 72,8% merupakan kejadian yang tidak dapat diperkirakan akan terjadi, dan hanya 2293 kejadian kegagalan fungsi yang merupakan kejadian *scheduled* yang artinya 27,2% merupakan kejadian yang telah diperkirakan akan mengalami kegagalan fungsi. Kesulitan dalam memperkirakan terjadinya kegagalan fungsi dikarenakan galangnya komponen tersebut sebelum umur (*lifetime*) dari komponen habis. Upaya yang dapat dilakukan untuk mengurangi kejadian kegagalan fungsi adalah mengubah kegiatan perawatan yang sebelumnya termasuk kategori perawatan koreksi (*corrective maintenance*) menjadi perawatan pencegahan (*preventive maintenance*) dan perawatan prediktif (*predictive maintenance*). Untuk itu dilakukannya penelitian ini, diharapkan dengan adanya penerapan *Reliability Centered Maintenance* (RCM), dapat mengubah sebagian dari komponen-komponen yang sebelumnya tergolong sebagai *corrective maintenance*, dapat diubah menjadi *preventive maintenance* dan juga *predictive maintenance*.

^{1,2} Fakultas Teknologi Industri, Program Studi Teknik Industri, Universitas Kristen Petra. Jl. Siwalankerto 121-131, Surabaya 60236. Email: eliansasmita00@gmail.com, kriswidi@petra.ac.id

Metode Penelitian

Metode yang digunakan untuk menyelesaikan laporan ini yaitu dengan metode *Reliability Centered Maintenance, Failure Mode and Effect Analyst*, dan *Fault Tree Analyst*. Berikut adalah langkah-langkah dari metode yang dilakukan.

Identifikasi dan Perumusan Masalah

Identifikasi dan perumusan masalah ini dilakukan dengan melakukan analisis data dan wawancara superIntendent Divisi *Plant Head Office* (HO) dan admin planner site. Tidak hanya itu, pembimbing lapangan juga memberikan pendapatnya mengenai kondisi sekarang yang terjadi pada area HO. Perumusan masalah ini dilakukan untuk menentukan permasalahan yang dihadapi perusahaan sehingga penelitian bisa terfokuskan dan bisa melakukan usaha perbaikan kepada perusahaan.

Studi Literatur

Studi literatur digunakan untuk mengumpulkan data dengan cara pencatatan dan kajian pustaka. Studi literatur sangat penting karena bertujuan untuk mengembangkan aspek teoritis dengan aspek praktis. Studi literatur ini digunakan untuk mencari landasan teori, kerangka berpikir dan hipotesis penelitian. Dilakukan mulai dari data historical yang dimulai dari tanggal 1 Januari 2022 sampai 31 Desember 2022. Hal yang dianalisis ada dua yaitu:

- Analisis *event breakdown* yang terdiri dari *Periodical Service, Periodical Inspection, Midlife, Partial Component Replacement, General Overhaul, minor breakdown, miss operation, accident*.
- Analisis *breakdown duration* yang terdiri dari *on progress duration, lead time pengadaan, manpower, tools and facilities, warranty and on progress by vendor*.

Penerapan RCM

Reliability Centered Maintenance (RCM) adalah sebuah metode utama yang digunakan dalam penelitian ini. RCM akan dibantu dengan dua metode lainnya yaitu *Failure Mode and Effect Analyst* (FMEA) dan *Fault Tree Analyst* (FTA). Langkah kerja RCM yaitu (Moubray [2]):

1. Pemilihan model sebagai batasan masalah. Pemilihan model dilakukan dengan mencari model unit yang mengalami kejadian kegagalan fungsi paling banyak. Pengambilan data

dilakukan secara kuantitatif berdasarkan data laporan tahunan periode 2022.

2. Pencarian komponen dengan Metode FMEA. Pencarian komponen dilakukan dengan pengumpulan data secara kualitatif dan kuantitatif. Data secara kualitatif diperoleh dengan metode wawancara yang dilakukan secara spontan kepada *admin planner* HO dan *foreman planner* SLS-Bosowa. Data secara kuantitatif diperoleh dari data laporan tahunan periode 2022.
3. Pencarian akar permasalahan dengan metode FTA. Pencarian akar permasalahan dilakukan dengan membagi *parts* penyusun dari komponen, kemudian mendefinisikan akar permasalahan berdasarkan 6 faktor, yaitu metode (*method*), manusia (*man*), bahan (*material*), mesin (*machine*), pengukuran (*measurement*), dan lingkungan (*environment*).
4. Penentuan keputusan tugas pemeliharaan sebagai usulan. Penentuan keputusan tugas pemeliharaan dilakukan dengan konsultasi dengan dosen pembimbing dan pembimbing lapangan. Perancangan usulan didapatkan dari hasil pemilihan metode perawatan dengan mempertimbangkan akar permasalahan yang ada, usaha yang diperlukan untuk penerapan usulan, dan kemungkinan keberhasilan usulan tersebut. Setelah usulan berhasil dibuat, usulan akan diajukan ke *manager* untuk diterima atau tidaknya usulan tersebut.

Penerapan Usulan

Penerapan usulan dilakukan dengan cara koordinasi dengan *supervisor site* terkait. Penerapan usulan diawasi dengan menggunakan bantuan *file dropbox* sebagai media perpindahan dokumen. Selain itu setiap minggu juga akan dilakukan *weekly meeting* dan dibahas *progress* dari penerapan tersebut. Hasil dari penerapan usulan ini akan disimpan dan dijadikan perbandingan dengan sebelum usulan.

Evaluasi Dampak

Evaluasi dampak adalah proses membandingkan apakah usulan berdampak atau tidak. Evaluasi dilakukan dengan cara membandingkan hasil usulan dengan hasil sebelum usulan diterapkan. dalam tahap evaluasi ini, melibatkan *supervisor site* untuk memberi saran dan kritik untuk usulan tersebut. Setelah dinyatakan usulan berdampak, maka tujuan dari laporan ini telah tercapai. Namun jika usulan tidak berdampak, maka akan mengulang pada tahap pengolahan data untuk pembuatan usulan yang berbeda dengan sebelumnya.

Hasil dan Pembahasan

Penentuan Model yang Mengalami

PT. Sentosa Laju Sejahtera Site Bosowa memiliki berbagai macam model unit yang digunakan di area pertambangan. Model adalah sebuah nama untuk mengidentifikasi berdasarkan tipe, spesifikasi, dan no. seri yang dibuat oleh perusahaan manufaktur. Tabel 1 merupakan model unit yang ada di SLS-Bosowa.

Tabel 1. Jumlah kegagalan fungsi masing-masing unit di site bosowa

Model	Jumlah Unit	Jumlah Kegagalan Fungsi
AXOR 2528CH	17	2416
EC210D	8	842
500-FM260JD	10	662
DX300LCA	5	494
TRITON 2.5L DC HDX	5	176
120NG	2	139
TRITON 2.4L DC GLS	4	93
D85ESS	2	80
AM-LTM-4000KS	4	59
BW211D	2	52
MDG65LOV	1	31
NKR71	1	19
R6105ZD	1	19
UCI224F1	1	19
PHR54C BB	1	16
ELF NLR55 - L (4 X 4)	2	10
DEUTRO 130PS 8KL	1	3
SE8000BN	1	3
PAJERO GLX-L	1	1
PC200-8MO	1	1
TOTAL	70	5135

Model yang paling sering mengalami kegagalan fungsi terbanyak adalah model AXOR 2528CH dengan jumlah 2416 kejadian. Model AXOR 2528CH adalah model dari *Brand* Mercedes Benz, dengan Tipe *Dump Truck* berkapasitas 25 ton dengan tenaga 280 *Horse Power* (HP) dan kode CH yang berarti *Contruction Heavy*.

Penentuan Komponen dengan Metode FMEA

Penentuan komponen dilakukan dengan bantuan metode FMEA.

FMEA Di mulai dengan menentukan komponen apa saja yang menjadi penyebab unit mengalami kegagalan fungsi. Hal ini didapatkan dari seluruh kejadian kegagalan fungsi yang ada, dibagi menjadi 33 main component dan ditambah dengan 3 aktivitas atau klasifikasi perawatan yang dikeluarkan dari perhitungan, yaitu *Preventive Maintenance Service (PM Service)*, *grease and autolube system*, dan *accident*. Kemudian dilakukan penghapusan komponen yang tidak ada pada Model AXOR 2528CH. Tabel 2 merupakan komponen yang ada pada Model AXOR 2528CH.

Tabel 2. *Main component* AXOR 2528CH

No.	Nama Komponen	Kode Komponen
1	Engine	1
2	lubrication System	2
3	Fuel System	3
4	Cooling System	4
5	Air Inlet System	5
6	Exhaust System	6
7	Electrical Engine	7
8	Transmission	8
9	Transmission Clutch GP	10
10	Differential	11
11	Final Drive / Hub Reduction	13
12	Brake System	14
13	Steering System	15
14	Hydraulic	16
15	Lines Hydraulic	17
16	Suspension	18
17	Tyre	19
18	Related Tyre	20
19	Axle	21
20	Attachment	22
21	Lightning & Horn	23
22	Electric Non-Engine & Lightning	24
23	Air Conditioner	25
24	Radio Communication	26
25	Frame	29
26	Cabin	30
27	Air System	35

Setelah mengetahui komponen-komponen yang ada pada Model AXOR 2528CH, langkah selanjutnya adalah menentukan *Risk Priority Number* (RPN) dengan mengalikan tiga nilai, yaitu tingkat keparahan (*severity rating*), tingkat keseringan (*occurrence rating*), dan tingkat terdeteksi (*detection rating*) (Dhillon [3]). Tabel 3 merupakan nilai RPN masing-masing komponen.

Tabel 3. RPN Tiap Komponen AXOR 2528CH

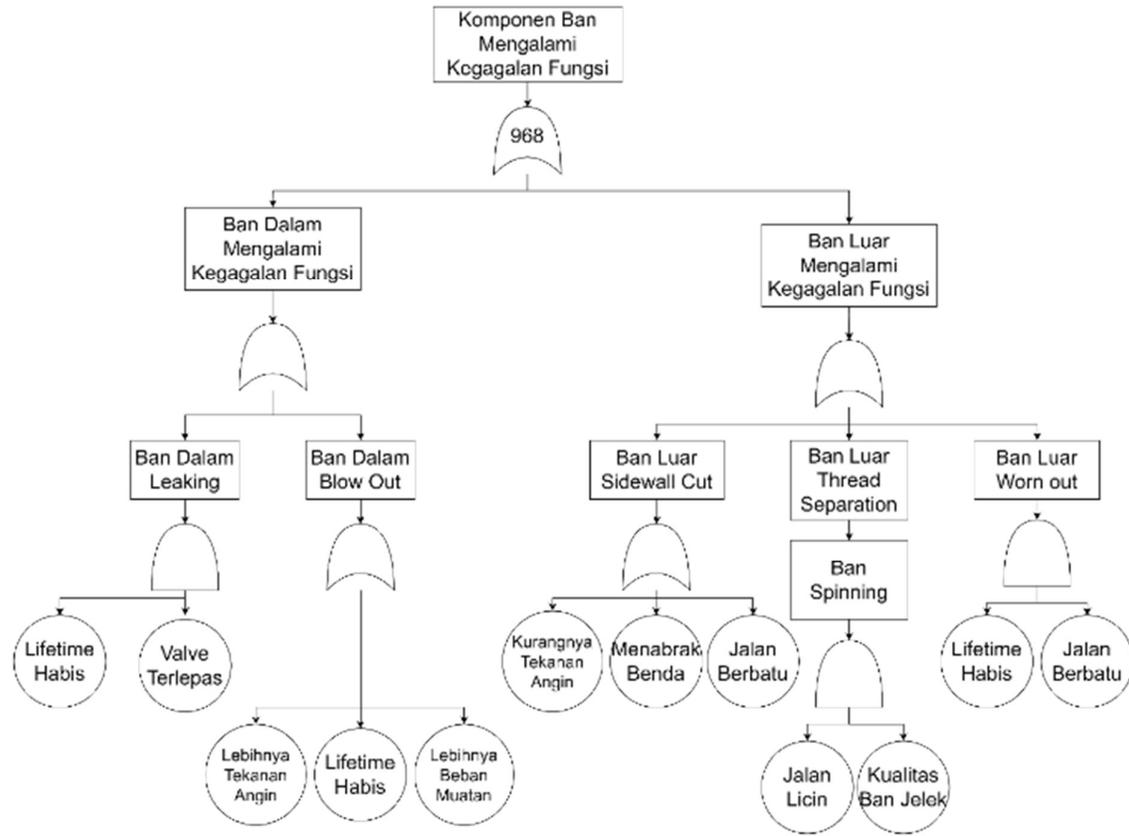
No.	Nama Komponen	Kode Komponen	Jumlah Kegagalan	Severity Rating	Occurrence Rating	Detection Rating	RPN
1	Tyre	19	968	8	8	3	192
2	Brake System	14	232	9	7	3	189
3	Engine	1	132	10	6	3	180
4	Fuel System	3	10	6	5	6	180
5	Lines Hydraulic	17	3	6	4	7	168
6	Related Tyre	20	18	4	5	8	160
7	Transmission	8	11	10	5	3	150
8	Differential	11	10	9	5	3	135
9	Suspension	18	10	6	5	4	120
10	Transmission Clutch GP	10	1	6	3	6	108
11	Air System	35	16	5	5	4	100
12	Final Drive / Hub Reduction	13	6	8	4	3	96
13	Hydraulic	16	13	6	5	3	90
14	Axle	21	11	6	5	3	90
15	Attachment	22	20	6	5	3	90
16	Electrical Engine	7	19	5	5	3	75
17	Frame	29	126	1	7	10	70
18	Cooling System	4	12	4	5	3	60
19	Cabin	30	21	1	5	10	50
20	Steering System	15	8	8	5	1	40
21	Exhaust System	6	48	3	6	2	36
22	Electric Non-Engine & Lightning	24	55	3	6	2	36
23	lubrication System	2	0	6	1	5	30
24	Radio Communication	26	10	3	5	2	30
25	Air Inlet System	5	0	3	1	8	24
26	Air Conditioner	25	22	2	5	2	20
27	Lightning & Horn	23	17	3	5	1	15

Tabel 3 menunjukkan bahwa komponen yang memiliki nilai RPN terbesar adalah *tyre component* dan *brake system component*. Seharusnya penentuan nilai RPN tidak berhenti pada *level component*, namun pada *sub level component*. Dikarenakan keterbatasan waktu, penulis melakukannya pada *level component*. Setelah mengetahui komponen utama penyebab

terjadinya kegagalan fungsi model AXOR 2528CH, dilakukan FTA.

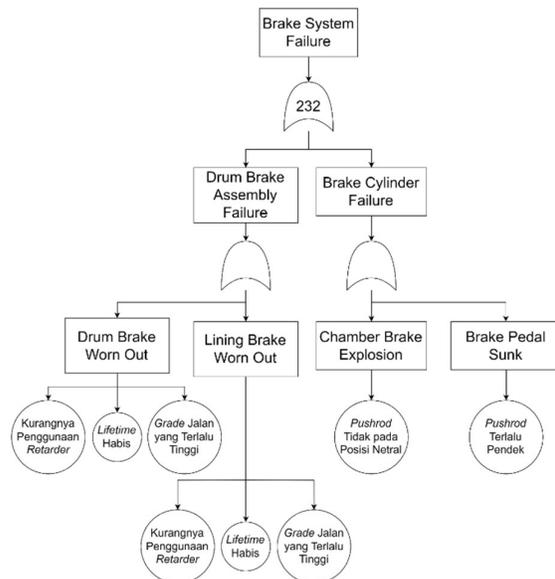
Pencarian Akar Permasalahan dengan Metode FTA

Tyre component dibagi menjadi dua parts, yaitu ban dalam (*innertube*) dan ban luar (*tyre part*). Gambar 1 merupakan FTA *tyre component*.



Gambar 1. FTA tyre component

Kemudian *brake system component* terbagi menjadi dua, yaitu *drum brake assembly* dan *brake cylinder*. Gambar 2 merupakan FTA *brake system component*.



Gambar 2. FTA brake system component

Setelah akar permasalahan diketahui, langkah selanjutnya adalah melakukan penentuan solusi dari setiap akar permasalahan yang ada dan melakukan *effect analyst* dengan bantuan Metode FMEA.

Penentuan Solusi dengan Metode FMEA

Penentuan solusi dilakukan dengan dengan cara koordinasi dengan *supervisor* SLS-Bosowa. Penerapan usulan dimonitor dengan menggunakan bantuan *file dropbox* sebagai media perpindahan dokumen. Selain itu setiap minggu juga akan dilakukan *weekly meeting* dan dibahas progress dari penerapan tersebut. Hasil dari penerapan usulan ini akan disimpan dan dijadikan perbandingan dengan sebelum usulan.

Solusi Tyre Component

Tabel 4. Menunjukkan usulan terhadap *tyre component*, Seperti penjadwalan *tyre inspection*, *installing jet water pump*, sosialisasi *driver*, pembuatan *tyre reporting*, penjadwalan *motor grader* dan *compactor*, dan pemutusan *brand* berdasarkan *tyre report*.

Tabel 4. *Effect analyst tyre component model AXOR 2528CH*

<i>Item</i>	<i>Failure Mode</i>	<i>Effect</i>	<i>Cause</i>	<i>Process Control</i>
Ban dalam	Ban dalam <i>leaking</i>	Mengurangi <i>lifetime</i> ban luar	<i>Lifetime</i> habis	<i>Tyre inspection</i>
		<i>Running flat</i>	Valve terlepas akibat panas <i>drum brake</i>	<i>Installing jet water pump</i>
	Ban dalam <i>blow out</i>	<i>Running flat</i>	Lebihnya tekanan angin	<i>Tyre inspection</i>
			Lebihnya bebab muatan	Sosialisasi <i>driver</i>
Ban luar	Ban luar <i>sidewall cut</i>	Mengurangi <i>lifetime</i> ban luar	<i>Lifetime</i> habis	<i>Tyre reporting > innertube replacement scheduling</i>
			Kurangnya tekanan angin	<i>Tyre inspection</i>
			Lebihnya beban muatan	Sosialisasi <i>driver</i>
			Jalan berbatu	<i>Motor grader scheduling</i>
	Ban luar <i>thread separation</i>	Mengurangi <i>lifetime</i> ban luar	Jalan licin	-
			Kualitas ban jelek	<i>Brand selection from tyre reporting</i>
Ban luar <i>worn out</i>	Kerusakan ban dalam		<i>Lifetime</i> habis	<i>Tyre reporting > tyre replacement scheduling</i>
			Jalan berbatu	<i>Motor grader and compactor scheduling</i>

Dapat disimpulkan terdapat beberapa usulan *tyre component* yang telah diterapkan. Diluar usulan diatas terdapat usulan-usulan lain yang telah diterapkan namun tidak memberikan dampak secara langsung, seperti penambahan karyawan, penambahan aktivitas baru yaitu pencucian unit,

dan pembuatan jadwal dari aktivitas pencucian unit. Selain itu masih terdapat usulan-usulan lain yang belum diterapkan seperti pembangunan infrastruktur, aktivitas perbaikan *tyre scrap* menggunakan *tyre patch*, dan pemasangan *tyre chain* untuk memperpanjang *lifetime* ban luar.

Solusi Brake System Component

Tabel 5. Menunjukkan usulan terhadap *brake system component*.

Tabel 5. *Effect analyst brake system component model AXOR 2528CH*

Item	Failure Mode	Effect	Cause	Process Control
Drum brake assembly	Lining brake worn out	Rem blong	Lifetime habis	-
	Brake drum worn out	Rem blong	Lifetime habis	-
Brake cylinder	Chamber brake explosion	Rem blong	Tidak memakai retarder	-
			Kualitas Perawatan Buruk	-
	Pedal sink	Rem tidak optimal	Lining Brake Worn Out	-

Belum ada penerapan usulan dikarenakan memerlukan penelitian lanjutan. Usulan-usulan terhadap *brake system component* adalah *lining brake inspection, lining brake reporting, instalasi automatic slack adjuster, training driver* untuk penggunaan *retarder*.

Evaluasi Usulan

Penerapan usulan diawali dengan menyampaikan usulan kepada *superintendent* HO, kemudian didiskusikan untuk mengetahui usulan dapat dilakukan atau tidak. Setelah disepakati bahwa usulan dapat diterapkan, usulan akan dimonitoring secara *weekly* dalam *weekly meeting* dan didiskusikan bila ada kendala dalam penerapannya.

Evaluasi Tyre Component

Setelah dilakukannya penerapan usulan terhadap *tyre component* yang terdiri dari pengecekan tekanan angin ban secara berkala (*tyre inspection*), pendataan terhadap inspeksi ban (*tyre reporting*) konsistensi dalam pemilihan brand sesuai hasil data *tyre report*, dan penggantian ban luar ketika alur ban telah dibawah 20%. Evaluasi dilakukan dengan membandingkan data sebelum penerapan usulan dengan data setelah penerapan usulan.

Tabel 6. Evaluasi *Tyre Component* Berdasarkan *Event* per Bulan

Bulan	2022		Bulan	2023	
	Jumlah Kegagalan Fungsi Terjadwal	Jumlah Kegagalan Fungsi Tidak Terjadwal		Jumlah Kegagalan Fungsi Terjadwal	Jumlah Kegagalan Fungsi Tidak Terjadwal
1	0	41	1		
2	0	140	2		
3	0	59	3	8	3
4	0	102	4	12	12
5	0	48	5	13	27
6	0	104			
7	0	58			
8	0	91			
9	0	174			
10	0	51			
11	0	55			
12	0	45			
Total	0	968	Total	33	42
Rata-rata	0	80,67	Rata-rata	11	14
			Maret-Mei		
			2023		

Tabel 7. Evaluasi *Tyre Component* Berdasarkan *Working Hour*

2022		2023	
Bulan	Total HM	Bulan	Total HM
1	69,95	1	
2	18,01	2	
3	23,18	3	72,27
4	30,19	4	45,04
5	50,21	5	85,25
6	24,69		
7	26,10		
8	10,43		
9	23,67		
10	39,84		
11	74,02		
12	79,71		
Rata-rata 2022	39,17	Rata-rata Periode Maret-Mei 2023	67,52

Tabel 7 menunjukkan rata-rata durasi komponen *tyre* mengalami kegagalan pada masing-masing bulan. Dapat dilihat bahwa telah terjadi peningkatan waktu rata-rata antara kegagalan komponen *tyre* yang satu dengan yang lain, atau sering disebut

sebagai *Mean Time to Failure* (MTTF) *tyre component*. MTTF *tyre component* pada Tahun 2022 berada di angka 39,17 jam, MTTF *tyre component* pada periode Maret hingga Mei 2023 berada di angka 67,52 jam. Hal ini menunjukkan bahwa MTTF *tyre component* setelah mengalami implementasi usulan telah meningkat sebesar 72,39%. Parameter yang digunakan MTTF bukanlah *Mean Time Between Failure* (MTBF) dikarenakan *tyre* merupakan komponen yang tidak dilakukan aktivitas *repairing* atau perbaikan. Sehingga durasi dari perbaikan dari komponen *tyre* tidak dihitung.

Evaluasi Brake System Component

Belum adanya implementasi dari usulan terhadap komponen *brake system*. Hal ini dikarenakan belum terciptanya usulan mengenai *brake system component*.

Daftar Pustaka

1. United States Geological Survey, *Nickel*, n.d. retrieved from <https://pubs.usgs.gov/periodicals/mcs2023/mcs2023-nickel.pdf>.
2. Moubray, J., *Reliability Centered Maintenance 2nd ed.*, Industrial Press Inc, 1997.
3. Dhillon, B. S. *Engineering Maintenance: A Modern approach*. CRC Press, 2002.