

USULAN JADWAL *PREVENTIVE MAINTENANCE* KOMPONEN BAN PADA TRUK TRONTON 20.000 KL MENGGUNAKAN METODE *AGE REPLACEMENT*

Arif Budi Sulistyo*, Siti Havika Mutiawati

Program Studi Teknik Industri, Fakultas Teknik, Universitas Banten Jaya
Email: arif.b.sulistyo@gmail.com; msitihavika@gmail.com

Artikel masuk : 28-09-2021

Artikel direvisi : 15-11-2021

Artikel diterima : 08-12-2021

*Penulis Korespondensi

Abstrak -- PT. XYZ merupakan perusahaan yang bergerak dibidang industri Petrokimia yang memproduksi Paraform, Larutan Formalin dan Resin Formalin. Perusahaan menggunakan alat transportasi milik sendiri dalam menjalankan proses distribusi produk cair ke customer. Salah satu pengeluaran terbesar pada kendaraan adalah ban dengan jumlah Rp.162,500,000,- sehingga sangat penting untuk melakukan pemeliharaan yang terbaik. Penelitian ini mengusulkan preventive maintenance ban dengan penjadwalan berupa waktu penggantian komponen (*age replacement*) dan menggunakan metode Tyre Management System (TMS). Penelitian ini dibatasi pada jenis kendaraan tronton 20.000 KL dan mengabaikan pengaruh kualitas jalan raya. Setelah melakukan perhitungan dengan menggunakan metode *age replacement*, maka dapat diambil kesimpulan bahwa umur komponen ban pada truk tronton A 8681 X sebesar 45.000 KM, A 8683 X sebesar 39.000 KM dan A 8690 X sebesar 99.000 KM. Proses penerapan Tyre Management System (TMS) dilakukan dengan melakukan pelatihan, membuat check sheet yang standar, membuat key performance indicator (KPI), dan proses kerja tyre management system (TMS) yang meliputi manajemen pasokan, tyre maintenance dan analisis data.

Kata kunci: *Age Replacement; Ban; Preventive Maintenance; Tyre Management System*

Abstract -- PT. XYZ is a company engaged in the petrochemical industry that produces Paraform, Formalin Solution and Formalin Resin. The company uses its means of transportation in carrying out the process of distributing liquid products to customers. One of the most significant expenses on a vehicle is tires with Rp. 162,500,000, - so it is very important to do the best maintenance. This study proposes preventive maintenance of tires with scheduling in *age replacement* and using the Tyre Management System (TMS) method. This research is limited to the type of tronton vehicle of 20,000 KL and ignores the influence of road quality. After calculating using the *age replacement* method, it can be concluded that the age of the tire components on the A 8681 X tronton truck is 45,000 KM, A 8683 X is 39,000 KM, and A 8690 X is 99,000 KM. The process of implementing a tire management system (TMS) is carried out by conducting training, making standard check sheets, making key performance indicators (KPI), and working processes for a Tyre Management System (TMS) which include supply management, tire maintenance, and data analysis.

Keywords: *Age Replacement; Tire; Preventive Maintenance; Tyre Management System*

PENDAHULUAN

PT. XYZ adalah perusahaan yang bergerak dibidang industri Petrokimia yang memproduksi Paraform, Larutan Formalin dan Resin Formalin. Perusahaan menggunakan alat transportasi milik sendiri dalam menjalankan proses distribusi produk cair ke customer, yaitu truk tronton. Pada

truk terdapat beberapa komponen, salah satunya yaitu ban. Berdasarkan data dari Departemen Maintenance, frekuensi kerusakan komponen paling sering pada truk tronton dengan kapasitas 20.000 KL di PT. XYZ adalah ban. Prosentase kerusakan ban pada tiga truk tronton yang paling sering mengalami kerusakan mencapai 51%, 45%

dan 34% dari total jenis kerusakan kendaraan. Pemeliharaan ban yang baik dan terencana sangat diperlukan untuk mengurangi frekuensi kerusakan dan meningkatkan produktivitas. Peningkatan produktivitas dapat dilakukan dengan cara mengevaluasi suatu fasilitas tertentu agar dapat mengetahui seberapa optimal fasilitas tersebut dapat beroperasi, dan bagaimana cara kita menjaga fasilitas tersebut secara maksimal (Kameiswara et al., 2018).

Transportasi mempunyai hubungan erat berkaitan dengan barang atau jasa maupun lokasi kegiatan manusia (Ritonga et al., 2015). Transportasi merupakan hal terpenting dalam distribusi barang. Kegiatan distribusi barang dari tempat yang satu ke tempat lainnya sangat mutlak membutuhkan sarana angkut untuk membantu meringankan pekerjaan manusia (Winarso, 2017). Maka dari itu alat transportasi harus sangat diperhatikan pada suatu perusahaan. Jika tidak adanya *maintenance* secara rutin, akan mengeluarkan biaya yang sangat besar. *Maintenance* merupakan sebuah kegiatan mengembalikan fungsi dari mesin ke fungsi normal (Dhamayanti et al., 2016). *Maintenance* mempunyai peranan menjaga proses produksi berkaitan dengan *reliability* dan pemeliharaan peralatan maupun mesin produksi (Agustiawan et al., 2021). *Maintenance* merupakan aktivitas, perbaikan, penggantian, pembersihan, penyetelan, dan pemeriksaan terhadap objek yang dirawat (Sulistyo & Zakaria, 2019). Pemeliharaan yang dilakukan dengan baik juga dapat meningkatkan kinerja perusahaan dan mencegah terjadinya kerugian pada perusahaan tersebut yang diakibatkan dari kerusakan mesin (Sidiq et al., 2020).

Untuk menaikkan kinerja dan mencegah kerugian perusahaan lebih besar lagi, dimana pengeluaran ban mencapai Rp. 162,500,000,- menjadi salah satu fokus top management PT. XYZ untuk melakukan efisiensi biaya. Maka dari itu untuk mengatasi hal tersebut, peneliti mengusulkan penjadwalan untuk perawatan dalam beberapa waktu penggantian komponen dan penerapan metode *Tyre Management system* (TMS). Jadwal perawatan yang terencana akan membantu meningkatkan keandalan kendaraan sehingga dapat digunakan untuk pengiriman produk dengan kondisi baik (Ramadhan et al., 2016b). Strategi perencanaan yang tepat dilakukan dengan cara menentukan jadwal *preventive maintenance* dan jenis kegiatan perawatan yang optimal dengan tujuan minimasi *downtime*.

Preventive Maintenance adalah model perawatan terencana untuk meminimalkan kerusakan (Jiwantoro et al., 2015). *Maintenance*

(pemeliharaan) adalah semua kegiatan yang mengusahakan agar peralatan bisa bekerja dengan semestinya, atau tindakan perawatan mesin dengan memperbaharui umur masa pakai dan kerusakan mesin (Anggoro, 2014). Pada penelitian ini usulan *preventive maintenance* dengan menggunakan model *age replacement* yang merupakan metode penggantian komponen berdasarkan interval waktu penggantian komponen (Karunia et al., 2017; Pardiyo & Hartanto, 2019). Metode *age replacement* sebagai tindakan penggantian yang dilakukan pada saat pengoperasian untuk mencapai umur tertentu yang telah ditetapkan, misalkan sebesar Tp (Praharsi et al., 2015). Pada penelitian sebelumnya yang menggunakan metode *Age Replacement* yakni tentang usulan jadwal perawatan pencegahan kerusakan komponen kanvas rem pada truk dengan hasil perhitungan rem berada pada titik 6.000 Km dengan biaya Rp. 111,47/Km. Sedangkan pengujian sensitivitas dengan penurunan komponen kanvas rem cakram dengan kenaikan dan penurunan persentasenya masing-masing sebesar 20%. Dengan melakukan perubahan interval menjadi 6.500 Km untuk kenaikan 5.500 Km untuk penurunan (Ramadhan et al., 2016b). Perancangan penjadwalan *Preventive Maintenance* yang baik dapat menurunkan lama *downtime* dari 7.29 jam/bulan menjadi 7.08 jam/bulan, atau sebesar 0,21 jam/bulan (2,85%) dan terjadi penghematan biaya sebesar 38%. Selain melakukan penggantian pencegahan komponen, juga dilakukan pemeriksaan secara berkala (Praharsi et al., 2015).

Tujuan dari penelitian diawali untuk mengetahui komponen kritis pada kendaraan. Setelah mengetahui ban merupakan komponen kritis, kemudian melakukan *preventive maintenance* berupa penggantian kembali secara terjadwal dengan metode *age replacement*. Meskipun hasil dari *age replacement* ini diterapkan, harus diimbangi faktor penting yang lain berupa manajemen pengecekan sebelum kendaraan beroperasi untuk memastikan kelayakan kendaraan.

METODE PENELITIAN

Penelitian ini menggunakan metode *Age Replacement*, yaitu metode perencanaan perawatan pencegahan berdasarkan interval kerusakan komponen. Perencanaan penggantian komponen berdasarkan umur dan interval kerusakan komponen. Pengumpulan data primer dan data sekunder meliputi data *maintenance*, data penggantian ban, dan data ritase kendaraan tronton 20.000 KL, juga data biaya penggantian komponen ban.

Langkah pengolahan data adalah sebagai berikut:

1. Pemilihan Kendaraan

Pemilihan kendaraan dilakukan dengan melihat frekuensi kerusakan tertinggi dalam satu tahun pada semua jenis kendaraan transportasi barang yang digunakan oleh PT. XYZ.

2. Pemilihan Komponen Kritis

Pemilihan komponen kritis dilakukan dengan cara melihat frekuensi kerusakan tertinggi pada komponen kendaraan yang terpilih pada tahap 1, yang mempunyai kerusakan terbanyak.

3. Perhitungan Interval Kerusakan Ban.

Perhitungan interval kerusakan ban yang dialami oleh truk dengan melihat jarak tempuh yang telah dilalui, yaitu selisih (Km) awal saat truk mengganti ban baru dan kilometer (Km) akhir saat truk mengganti ban baru Kembali.

4. Perhitungan Index of Fit dan Goodness of Fit

Data hasil perhitungan interval kerusakan (Km) pada ban digunakan untuk menghitung *index of fit* terhadap distribusi yang biasa terjadi pada pola kerusakan yaitu distribusi *Weibull*, distribusi *eksponensial*, distribusi *normal* dan distribusi *lognormal*. Penentuan distribusi berdasarkan hasil *index of fit* dengan nilai r (koefisien korelasi) yang terbesar. Untuk mendukung pemilihan distribusi dilakukan uji *goodness of fit* dengan metode *Anderson – Darling* dengan nilai AD yang terkecil. Perhitungan *index of fit* dan *goodness of fit* menggunakan software Minitab 16

5. Perhitungan Estimasi Parameter Distribusi Kerusakan.

Distribusi kerusakan merupakan pola yang diikuti oleh data kerusakan dimana setiap data kerusakan memiliki karakteristik yang berbeda. Ada beberapa macam distribusi yang sering ditemukan yaitu distribusi *Weibull*, distribusi *eksponensial*, distribusi *normal* dan distribusi *lognormal* (Ebeling, 2010).

6. Perhitungan Mean Time To Failure

Mean time to Failure (MTTF) adalah nilai rata-rata atau waktu rata-rata terjadinya kerusakan (Ebeling, 2010). Perhitungan nilai MTTF untuk masing-masing distribusi yaitu:

a. Distribusi Weibull

$$MTTF = \theta \Gamma\left(1 + \frac{1}{\beta}\right) \quad (1)$$

Nilai $\Gamma\left(1 + \frac{1}{\beta}\right)$ diperoleh dari tabel fungsi gamma

Dimana, α = Parameter skala yang mempengaruhi nilai tengah dari pola data, β = Parameter bentuk yang mempengaruhi laju kerusakan dan Γ = Fungsi gamma (didapat dari tabel fungsi Gamma).

Penggunaan pada metoda distribusi *Weibull* untuk mendapatkan komponen penyebab

sering *breakdown* dengan nilai $\beta > 1$ atau memiliki karakteristik laju kegagalan membutuhkan perlakuan perawatan *preventive maintenance* (Budi Harja & Ahmad Nugraha, 2019).

Fungsi – fungsi distribusi *Weibull*, yaitu:

1. Fungsi Kepadatan Probabilitas

$$f(t) = \frac{\beta}{\theta} \left(\frac{t}{\theta}\right)^{\beta-1} \exp\left[-\left(\frac{t}{\theta}\right)^\beta\right] \text{ untuk } t \geq 0 \quad (2)$$

2. Fungsi Distribusi Kumulatif

$$F(t) = 1 - \exp\left[-\left(\frac{t}{\theta}\right)^\beta\right] \quad (3)$$

3. Fungsi Kehadalan

$$R(t) = \exp\left[-\left(\frac{t}{\theta}\right)^\beta\right] \quad (4)$$

4. Fungsi Laju Kerusakan

$$h(t) = \frac{\beta}{\theta} \left(\frac{t}{\theta}\right)^{\beta-1} \quad (5)$$

b. Distribusi Normal

1. Fungsi Kepadatan Probabilitas

$$f(t) = \frac{1}{\sqrt{2\pi}\sigma} \exp\left[-\frac{(t-\mu)^2}{2\sigma^2}\right] \quad (6)$$

dimana $-\infty \leq t \leq \infty$

2. Fungsi Distribusi Kumulatif

$$F(t) = \int_t^\infty \frac{1}{\sqrt{2\pi}\sigma} \exp\left[-\frac{(t-\mu)^2}{2\sigma^2}\right] dt = \Phi\left[\frac{t-\mu}{\sigma}\right] \quad (7)$$

3. Fungsi Kehadalan

$$R(t) = \int_t^\infty \frac{1}{\sqrt{2\pi}\sigma} \exp\left[-\frac{(t-\mu)^2}{2\sigma^2}\right] dt = 1 - \Phi\left[\frac{t-\mu}{\sigma}\right] \quad (8)$$

4. Fungsi Laju Kerusakan

$$h(t) = \frac{\exp\left[-\frac{(t-\mu)^2}{2\sigma^2}\right]}{\int_t^\infty \exp\left[-\frac{(t-\mu)^2}{2\sigma^2}\right] dt} = \frac{f(t)}{1 - \Phi\left[\frac{t-\mu}{\sigma}\right]} \quad (9)$$

c. Distribusi Eksponensial

Fungsi – fungsi kerusakan distribusi eksponensial, yaitu:

1. Fungsi Kepadatan Probabilitas

$$f(t) = \lambda \cdot e^{-\lambda \cdot t} \quad (10)$$

2. Fungsi Distribusi Kumulatif

$$F(t) = 1 - e^{-\lambda \cdot t} \quad (11)$$

3. Fungsi Kehadalan

$$R(t) = e^{-\lambda \cdot t} \quad (12)$$

4. Fungsi Laju Kerusakan

$$h(t) = \frac{f(t)}{R(t)} = \lambda \quad (13)$$

d. Distribusi Lognormal

1. Fungsi Kepadatan Probabilitas

$$f(t) = \frac{1}{\sqrt{2\pi}\sigma} \exp\left[-\frac{(\ln t - \mu)^2}{2\sigma^2}\right] \quad (14)$$

2. Fungsi Distribusi Kumulatif

$$F(t) = \frac{1}{\sigma\sqrt{2\pi}} \int_{-\infty}^t \exp\left[-\frac{(\ln t - \mu)^2}{2\sigma^2}\right] dt \quad (15)$$

3. Fungsi Kehadalan

$$R(t) = 1 - \frac{1}{\sigma\sqrt{2\pi}} \int_{-\infty}^t \exp\left[-\frac{(\ln t - \mu)^2}{2\sigma^2}\right] dt \quad (16)$$

4. Fungsi Laju Kerusakan

$$h(t) = \frac{f(t)}{1 - \frac{1}{\sigma\sqrt{2\pi}} \int_{-\infty}^t \exp\left[-\frac{(\ln t - \mu)^2}{2\sigma^2}\right] dt} \quad (17)$$

7. Perhitungan Rata-rata Jarak Ditempuh Perhari.

Perhitungan rata-rata jarak yang ditempuh per hari untuk tiap truk dengan formula berikut

$$\text{Jarak yang ditempuh per hari} = \frac{\text{Jumlah Jarak Tempuh Dalam Satu Tahun}}{\text{Jumlah hari keberangkatan truk dalam 1 tahun}} \quad (18)$$

8. Penentuan Interval Waktu Penggantian Pencegahan

Model *age replacement* memiliki formulasi sebagai berikut:

$$D(t_p) = \frac{T_p R(t_p) + T_f \cdot (1 - R(t_p))}{(t_p + T_p) R(t_p) + M(t_p) + T_f \cdot (1 - R(t_p))} \quad (19)$$

Dimana, $D(t_p)$ = Probabilitas total *downtime* per unit waktu untuk penggantian pencegahan, $R(t_p)$ = Probabilitas terjadinya siklus pencegahan, $M(t_p)$ = Nilai ekspektasi panjang siklus kerusakan jika penggantian perbaikan dilakukan, T_f = Waktu untuk melakukan perbaikan kerusakan, T_p = Waktu untuk melakukan pengganti pencegahan dan t_p = Interval waktu pengganti pencegahan

Sedangkan T_f dan T_p didapatkan dengan formula berikut:

$$T_f = \frac{\text{Lamanya waktu penggantian kerusakan}}{\text{Jumlah Jam dalam 1 Hari}} \times \text{Rata-rata Jarak Tempuh} \quad (20)$$

$$T_p = \frac{\text{Lamanya waktu penggantian perawatan}}{\text{Jumlah Jam dalam 1 Hari}} \times \text{Rata-rata Jarak Tempuh} \quad (21)$$

Kemudian $M(t_p)$ dan $R(t_p)$ didapatkan dari formula berikut :

$$F(t_p) = 1 - e^{-\left(\frac{t}{\theta}\right)^\beta} \quad (22)$$

$$R(t_p) = e^{-\left[\left(\frac{t}{\theta}\right)^\beta\right]} \quad (23)$$

$$M(t_p) = \frac{MTTF}{F(t_p)} \quad (24)$$

9. Penerapan Tyre Management System (TMS)

Tyre Management System adalah sistem manajemen yang terintegrasi dalam optimalisasi penggunaan ban yang terdiri dari rangkaian kegiatan seperti, perencanaan, pengorganisasian, penggerakan dan pengendalian yang dilakukan untuk menentukan dan mencapai tujuan yang telah ditetapkan melalui pemanfaatan sumber daya manusia dan sumber daya lainnya (Marsal & Sutikno, 2015). Sistem ini bertujuan mengefektikan biaya operasional melalui optimalisasi umur penggantian ban. Dengan pengelolaan dan pemeliharaan ban yang lebih profesional, menjadikan hasil kerja konsumen perusahaan bisa lebih maksimal dalam melaksanakan bisnis intinya

10. Menghitung Biaya Tindakan Perawatan Pencegahan

Perhitungan Total Biaya Pengeluaran Ban dan *Saving cost* dengan formula berikut:

$$\begin{aligned} \text{Biaya Pengeluaran Ban} &= \text{Jumlah Kerusakan Ban} \times \text{Harga Ban Original} \\ \text{Biaya Pengeluaran Ban per KM} &= \frac{\text{Total Biaya Pengeluaran Ban}}{\text{Jarak Tempuh Kendaraan}} \end{aligned} \quad (25)$$

$$\begin{aligned} \text{Saving Cost (\%)} &= \frac{\text{Selisih Biaya Pengeluaran Ban Sebelum \& Sesudah PM}}{\text{Biaya Pengeluaran Ban Sebelum PM}} \times 100\% \end{aligned} \quad (26)$$

HASIL DAN PEMBAHASAN Pengumpulan Data

Berdasarkan data jumlah kendaraan, terdapat 29 truk yang ada di perusahaan. Pada penelitian ini hanya dilakukan pengolahan pada 10 truk merk Hino 500 dengan jenis truk tronton berkapasitas 20.000 KL, dikarenakan truk tersebut memiliki frekuensi pemakaian terbanyak dalam proses distribusi produk. Tabel 1 menunjukkan data jenis kendaraan berikut frekuensi pengiriman selama satu tahun.

Tabel 1. Jumlah Kendaraan

No	Jenis Mobil	Kapasitas Truk (KL)	Jumlah Mobil	Frekuensi Pengiriman
1	Engkel	10.000	2	228
		12.000	3	312
2	Tronton	16.000	1	84
		20.000	10	528
		25.000	5	447
3	Trinton	30.000	3	156
4	Trailer	33.000	5	77

Tabel 2. Data Maintenance Kendaraan

NO PKP	Tgl Service	No Mobil	Spare part	Keterangan	Tindakan perbaikan & saran
64/PK/GD/II/2017	18-Jan-17	A 86814	1pc kanva rem belakang	Kanvas	Ganti kanvas rem belakang tronton kiri tipis
			47441-9650LN	Rem	
125/PK/GD/I/2017	30-Jan-17	A 86811	1pc Of 15607-2190L	Oli	Ganti oli mesin 13ltr total tir 7400, ganti oli filter, dan check air

Data *Maintenance* kendaraan merupakan data yang menunjukkan kerusakan-kerusakan yang terjadi pada kendaraan khususnya truk A 8681 X, A 8683 X, dan A 8690 X. Contoh data *maintenance* kendaraan dapat dilihat pada Tabel 2. Sedangkan data penggantian ban kendaraan merupakan data yang menunjukkan kerusakan-kerusakan yang terjadi pada ban kendaraan.

Tabel 3 menunjukkan menunjukkan data penggantian ban tersebut. Berikutnya data ritase kendaraan yang ditunjukkan oleh **Tabel 4** merupakan data yang menunjukkan perjalanan kendaraan yang dilakukan dari lokasi A ke lokasi B, terdapat jarak tempuh yang sudah dilalui oleh kendaraan tersebut.

Tabel 3. Data Penggantian Ban Kendaraan

No Mobil	Pengambilan	Penggantian Awal	Lama (Bulan)
HINO A 8681 X	06/01/2017	25/03/2016	10
HINO A 8681 X	06/01/2017	21/04/2016	9
HINO A 8681 X	06/01/2017	29/05/2016	8
HINO A 8681 X	06/01/2017	29/05/2016	8

Tabel 4. Data Rit Kendaraan

No Mobil	Wilayah Pelanggan	Jmlh Hari Pengirim	Km Awal	Km Akhir	Jmlh Km
A 8681 X	DKI & Banten	1	390931	391053	122
A 8681 X	DKI & Banten	1	391056	391187	131
A 8681 X	DKI & Banten	1	404557	404681	124

Pengolahan Data

Pada pemilihan kendaraan dilakukan dengan melihat frekuensi kerusakan yang tinggi, seperti yang ditunjukkan pada **Tabel 5**. Frekuensi kerusakan diperoleh dengan menghitung jumlah kerusakan yang terjadi (**Tabel 6**).

Tabel 5. Data Frekuensi Kerusakan Truk

Jenis Truk	Kapasitas Truk (KL)	No Polisi	Frekuensi Kerusakan
Tronton	20,000	A 8681 X	44
Tronton	20,000	A 8690 X	33
Tronton	20,000	A 8683 X	32

Tabel 6. Data Frekuensi Kerusakan Komponen pada Ketiga Truk Tronton

Nama Komponen	Frekuensi Kerusakan		
	A 8681 X	A 8690 X	A8683X
Ban	24	15	11
Oli	9	10	9
Aki	1	1	3
Fuel Filter	2	3	2
Kanvas Rem	5	2	2
Baut Roda	3	1	2
Persneling	1	1	2
Suspensi (per)	2	-	1

Tabel 7. Perhitungan Interval Kerusakan (Jarak Tempuh) truk A8681X

No	Kilometer Ban		Interval Kerusakan (Km)
	Km Awal	Km Akhir	
1	246566	309096	62530
2	251363	309096	57733
3	258861	309096	50235
4	258861	309096	50235
5	252722	316086	63364
6	309096	316429	7333
7	160704	320891	160187
8	288638	320891	32253
9	252722	324776	72054
10	294223	328441	34218
11	294223	328441	34218
12	309096	339343	30247
13	329334	334427	5093
14	309096	338771	29675
15	288638	350248	61610
16	316086	350248	34162
17	328441	353283	24842
18	309096	565969	256873
19	298864	359233	60369
20	309096	359233	50137
21	328441	360872	32431
22	320891	368203	47312
23	338771	368203	29432
24	365969	370080	4111

Tabel 8. Perhitungan Interval Kerusakan (Jarak Tempuh) Truk A8690X

No	Kilometer Ban		Interval Kerusakan (KM)
	KM Awal	KM Akhir	
1	265264	334218	68954
2	301583	342873	41290
3	290635	342874	52239
4	297933	342874	44941
5	334218	345241	11023
6	290635	347005	56370
7	310504	347005	36501
8	342873	349543	6670
9	265264	353425	88161
10	327267	353425	26158
11	317376	357879	40503
12	327267	357879	30612
13	342874	371278	28404
14	347005	371278	24273
15	349543	377807	28264

Berdasarkan data frekuensi kerusakan komponen, dapat diketahui bahwa yang menjadi komponen kritis dari ketiga truk yaitu ban. Hal ini pun didukung dengan hasil wawancara dengan user bahwa ban yang sering mengalami kerusakan pada kendaraan.

Jarak tempuh yang telah dilalui dihitung berdasarkan kilometer (Km) awal saat truk mengganti ban baru dan kilometer (Km) akhir saat truk mengganti ban baru, akibat kerusakan yang terjadi pada komponen ban. Tabel 7, Tabel 8 dan Tabel 9 menunjukkan perhitungan interval kerusakan untuk masing-masing truk berturut-turut A8681X, A8690X dan A8682X

Tabel 9. Hasil Perhitungan Interval Kerusakan (Jarak Tempuh) Truk A8682X

No	Kilometer Ban		Interval Kerusakan (KM)
	KM Awal	KM Akhir	
1	210515	314446	103931
2	210515	311170	100655
3	435035	467233	32198
4	245149	315147	69998
5	245149	315147	69998
6	245153	319850	74697
7	245153	319850	74697
8	251067	319850	68783
9	262919	338551	75632
10	295843	355043	59200
11	295843	355043	59200

Berdasarkan hasil perhitungan interval kerusakan (Km) pada ban, data tersebut digunakan untuk menghitung *index of fit* terhadap distribusi yang biasa terjadi pada pola kerusakan yaitu distribusi Weibull, distribusi eksponensial, distribusi normal dan distribusi lognormal. Penentuan distribusi berdasarkan hasil *Index of Fit* dengan nilai r (koefisien korelasi) yang terbesar. Untuk mendukung pemilihan distribusi dilakukan uji *Goodness of Fit* dengan metode *Anderson – Darling*. Berdasarkan hasil dari *Goodness of Fit* akan dipilih nilai AD yang terkecil. Perhitungan *index of fit* dan *goodness of fit* menggunakan *software* Minitab 16 (Tabel 10, Tabel 11 dan Tabel 12).

Tabel 10. Hasil Perhitungan *Index of Fit* & *Goodness of Fit* A8681X

Distribusi	<i>Index of Fit</i>	AD
Weibull	0.948	0.884
Lognormal	0.912	1.530
Eksponensial	*	2.021
Normal	0.876	1.201

Tabel 11. Hasil Perhitungan *Index of Fit* & *Goodness of Fit* A 8690 X

Distribusi	<i>Index of Fit</i>	AD
Weibull	0.980	0.215
Lognormal	0.954	0.488
Eksponensial	*	1.581
Normal	0.974	0.302

Tabel 12. Hasil Perhitungan *Index of Fit* & *Goodness of Fit* A8683X

Distribusi	<i>Index of Fit</i>	AD
Weibull	0.938	0.600
Lognormal	0.908	0.723
Eksponensial	*	2.951
Normal	0.944	0.556

Tabel 13. Parameter Distribusi Kerusakan

No Polisi Truk	Distribusi	Parameter	Nilai Parameter Distribusi
A 8681 X	Weibull	β (Bentuk)	1.52455
		θ (Skala)	49859
A 8690 X	Weibull	β (Bentuk)	1.97745
		θ (Skala)	43947
A 8683 X	Normal	μ (Mean)	71726
		σ (St. Dev)	19488

Setelah dilakukan perhitungan *index of fit*, dilakukan estimasi parameter. Parameter yang digunakan distribusi Weibull adalah β dan θ . Parameter β dalam distribusi Weibull diartikan sebagai parameter bentuk dan parameter θ diartikan sebagai parameter skala. Sedangkan untuk distribusi normal, μ merupakan nilai tengah dan σ simpangan baku/standar deviasi, sebagaimana ditunjukkan pada Tabel 13.

Waktu penggantian optimum ditentukan berdasarkan total biaya $C(T_p)$ yang minimum dengan kriteria minimasi biaya pengganti (Vidiasari et al., 2015). Untuk menentukan rata-rata waktu antar kerusakan (MTTF) didasarkan pada distribusi yang terbentuk dari data yang terkumpul berkenaan waktu kerusakan. Untuk menghitung nilai MTTF distribusi Weibull dibutuhkan nilai Γ , dimana nilai Γ didapat dari tabel fungsi gamma dimana nilai Γ (1.66) yaitu 0.90167 dan nilai Γ (1.51) yaitu 0.88659. Jadi MTTF untuk masing-masing truk didapatkan hasil

- Truk A 8681 X = 44956 Km
- Truk A 8690 X = 38962 Km
- Truk A 8683 X = 71726 Km

Perhitungan rata-rata jarak yang ditempuh per hari, didapatkan hasil secara berturut-turut yaitu Truk A 8681 X, A 8690 X dan A 8683 X adalah 344.32 Km/Hari, 321.28 Km/Hari dan 295.32 Km/Hari. Berdasarkan hasil wawancara dengan pihak *maintenance*, waktu penggantian

pencegahan (T_p) 1.5 jam sedangkan untuk waktu penggantian kerusakan (T_i) 2.5 jam. Pada rumus *age replacement*, data (T_p) dan (T_i) masih dalam satuan jam sehingga diperlukan konversi ke dalam satuan kilometer agar dapat digunakan dalam perhitungan. Hasil perhitungan T_f dan T_p untuk masing-masing truk seperti ditunjukkan pada Tabel 14.

Tabel 14. Perhitungan Waktu untuk Melakukan Perbaikan Kerusakan (T_f) dan Pengganti Pencegahan(T_p)

No Truk	T_f (Km/hari)	T_p (Km/hari)
A 8681 X	35.867	21.520
A 8690 X	33.467	20.080
A 8683 X	30.762	18.457

Tabel 15. Perhitungan Interval Penggantian Pencegahan A 8681 X

tp (km)	F (tp)	R (tp)	M (tp)	D (tp)
45000	0.57484	0.42516	78207.09219	0.0004642
47000	0.59905	0.40095	75046.69465	0.0004718
49000	0.62237	0.37763	72233.58465	0.0004796
51000	0.64481	0.35519	69720.52571	0.0004876
53000	0.66633	0.33367	67468.22386	0.0004959
55000	0.68695	0.31305	65443.74749	0.0005044
57000	0.70665	0.29335	63619.30544	0.0005130
59000	0.72544	0.27456	61971.29305	0.0005218
61000	0.74333	0.25667	60479.54042	0.0005307
63000	0.76034	0.23966	59126.71530	0.0005397
65000	0.77648	0.22352	57897.84480	0.0005487
67000	0.79177	0.20823	56779.92973	0.0005578
69000	0.80622	0.19378	55761.63142	0.0005669
71000	0.81988	0.18012	54833.01568	0.0005760
73000	0.83275	0.16725	53985.34247	0.0005851

Tabel 16. Perhitungan Interval Penggantian Pencegahan A 8690 X

tp (km)	F (tp)	R (tp)	M (tp)	D (tp)
39000	0.54600	0.45400	71360.62172	0.0004831
41000	0.58178	0.41822	66972.17209	0.0004964
43000	0.61628	0.38372	63223.02610	0.0005105
45000	0.64934	0.35066	60004.03669	0.0005253
47000	0.68083	0.31917	57228.53148	0.0005407
49000	0.71065	0.28935	54826.92836	0.0005566
51000	0.73874	0.26126	52742.79570	0.0005728
53000	0.76503	0.23497	50929.93093	0.0005894
55000	0.78952	0.21048	49350.16794	0.0006061
57000	0.81221	0.18779	47971.71335	0.0006228
59000	0.83311	0.16689	46767.87132	0.0006395
61000	0.85228	0.14772	45716.05746	0.0006560
63000	0.86977	0.13023	44797.02978	0.0006721
65000	0.88564	0.11436	43994.28469	0.0006878
67000	0.89997	0.10003	43293.57937	0.0007031

Nilai β , θ , MTTF, T_f dan T_p digunakan sebagai perhitungan interval waktu penggantian pencegahan. Dari perhitungan interval waktu

penggantian pencegahan, dapat diketahui pada harga $D(tp)$ minimum. Oleh karena itu penggantian komponen ban pada truk A 8681 X dilakukan setiap mencapai 45.000 Km. Sedangkan truk A 8690 X dilakukan setiap mencapai 39.000 Km dan A 8683 X mencapai 99.000 Km (Tabel 15, Tabel 16 dan Tabel 17).

Tabel 17. Perhitungan Interval Penggantian Pencegahan A 8683 X

tp (km)	F (tp)	R (tp)	M (tp)	D (tp)
71000	0.39867	0.60133	179915.22289	0.0002688
73000	0.39809	0.60191	180175.01580	0.0002659
75000	0.39335	0.60665	182345.63419	0.0002624
77000	0.38460	0.61540	186496.34026	0.0002582
79000	0.37210	0.62790	192761.10230	0.0002535
81000	0.35623	0.64377	201345.82639	0.0002483
83000	0.33747	0.66253	212539.67178	0.0002427
85000	0.31635	0.68365	226731.32324	0.0002369
87000	0.29344	0.70656	244431.50567	0.0002309
89000	0.26934	0.73066	266303.56878	0.0002249
91000	0.24463	0.75537	293204.70384	0.0002190
93000	0.21986	0.78014	326241.36339	0.0002132
95000	0.19552	0.80448	366843.86183	0.0002076
97000	0.17206	0.82794	416867.11166	0.0002023
99000	0.14983	0.85017	478727.25442	0.0001973

Berdasarkan hasil perhitungan metode *age replacement*, didapat waktu penggantian ban pada umur ban A 8681 X mencapai 45.000 Km, A 8690 X mencapai 39.000 Km dan A 8683 X mencapai 99.000 Km. Hasil ini dapat menjadi referensi bagi proses yang akan dilakukan selanjutnya yaitu *tyre management system*. Langkah-langkah yang dilakukan dalam penerapan *tyre management system* diantaranya sebagai berikut:

1. Melakukan Pelatihan, dengan membuat beberapa program pengembangan karyawan, antara lain: *Training & Development*, *Skill Up* serta *Job Description* yang jelas.
2. *Check Sheet* (Lembar Periksa), sebagai alat pengumpulan data terkait dengan data dan lokasi dimana data tersebut muncul.
3. *Key Performance Indicator* (KPI), yang meliputi aspek Performa Operasional dan Sumber daya manusia. Performa operasional terdiri dari keterlambatan operasional mobil, kondisi ban truk, tingkat penyediaan ban mobil, dan batasan waktu normal penggantian dan perbaikan ban. Sedangkan performa sumber daya manusia meliputi Kedisiplinan Kehadiran Kerja, Jumlah Pelanggaran SDM atas Integritas Kerja dan Realisasi Laporan.
4. *Tyre Management System* (TMS), meliputi manajemen pasokan ban dan *tyre maintenance* yang terdiri pemastian ketebalan ban cukup baik, inspeksi suspensi kendaraan, program rotasi ban, pemeriksaan rutin tekanan

ban, identifikasi semua ban dan program pemeliharaan rim harus bebas karat.

- Analisa data, dengan menginterpretasikan semua data yang didapat dari proses kerja *tire management system* kedalam KPI.

Perhitungan total biaya sebelum dan sesudah tindakan perawatan pencegahan (*preventive maintenance*) dapat digunakan untuk mengetahui efektif atau tidaknya perawatan pencegahan ini. Perhitungan biaya pada penelitian ini hanya berdasarkan harga pembelian ban. Total biaya pengeluaran ban sebelum *preventive maintenance* didapat dari jumlah kerusakan ban selama 1 tahun. Biaya pengeluaran ban (Rp/Km) sebelum *preventive maintenance* didapat dari total pengeluaran biaya ban dibagi jarak dengan jarak tempuh yang sudah dilalui selama 1 tahun oleh kendaraan tersebut. Perbandingan hasil perhitungan sebelum dan sesudah terlihat pada [Tabel 18](#) dan [Tabel 19](#).

Tabel 18. Total Biaya Pengeluaran Ban Sebelum *Preventive Maintenance*

No Polisi Kendaraan	Jumlah Kerusakan Ban	Harga Ban Original
A 8681 X	24	Rp 3,250,000,-
A 8690 X	15	Rp 3,250,000,-
A 8683 X	11	Rp 3,250,000,-
Total Biaya Pengeluaran Ban	Jarak Tempuh (KM)	Biaya Pengeluaran Ban (Rp/KM)
Rp 78,000,000,-	66798	1167
Rp 48,750,000,-	51726	942
Rp 35,750,000,-	38097	938
Rp 162,500,000,-		

Tabel 19. Total Biaya Ban Sesudah *Preventive Maintenance*

No Polisi Kendaraan	Jumlah Kerusakan Ban	Harga Ban Original
A 8681 X	10	Rp 3,250,000,-
A 8690 X	10	Rp 3,250,000,-
A 8683 X	10	Rp 3,250,000,-
Total Biaya Pengeluaran Ban	Jarak Tempuh (KM)	Biaya Pengeluaran Ban (Rp/KM)
Rp 32,500,000,-	45000	722
Rp 32,500,000,-	39000	833
Rp 32,500,000,-	99000	328
Rp 97,500,000,-		

Penghematan biaya perawatan antara sebelum dan sesudah *Preventive Maintenance* dapat dilihat pada [Tabel 20](#). Total pengeluaran

biaya sebelum *preventive maintenance* pada truk A 8681 X sebesar Rp 78.000.000; truk A 8690 X sebesar Rp 48.750.000; dan truk A 8683 X sebesar Rp 35.750.000. Sedangkan untuk total pengeluaran biaya sesudah *preventive maintenance* pada truk A 8681 X, truk A 8690 X dan truk A 8683 X sebesar Rp 32.500.000; karena hal ini diestimasikan untuk 1 truk Tronton dengan jumlah ban sebanyak 10 buah dilakukan penggantian hanya 1 kali untuk tiap bannya.

Tabel 20. Perbandingan Biaya (Rp/KM) Ban Sesudah *Preventive Maintenance*.

No Polisi Kendaraan	Sebelum (Rp/KM)	Sesudah (Rp/KM)	Saving Cost (%)
A 8681 X	1167	722	38.10
A 8690 X	942	833	11.57
A 8683 X	938	328	65.03

Selisih biaya pengeluaran ban (Rp/Km) sebelum dan sesudah *preventive maintenance* pada truk A 8681 X sebesar Rp 445/Km dengan *saving cost* 38.1%, truk A 8680 X sebesar Rp 109/Km dengan *saving cost* 11.57% dan truk A 8683 X sebesar Rp 610/Km dengan *saving cost* 65.03%. Penghematan yang dihasilkan lebih besar dibandingkan penelitian pada Perancangan Penjadwalan Preventive Maintenance Pada PT. Artha Prima Sukses Makmur ([Praharsi et al, 2015](#)) dengan hasil penghematan sebesar 38%. Penghematan ini juga lebih besar dibandingkan penelitian pada Jadwal Perawatan Pencegahan Kerusakan Komponen Kanvas Rem Pada Truk ([Ramadhan et al., 2016a](#)) dengan biaya sebesar Rp 111,47/kilometer.

KESIMPULAN

Berdasarkan hasil perhitungan, interval penggantian pencegahan komponen ban pada truk A 8681 X dilakukan pada saat komponen ban mencapai 45.000 KM, truk A 8690 X dilakukan pada saat komponen ban mencapai 39.000 KM dan truk A 8690 X dilakukan pada saat komponen mencapai 99.000 KM. Manajemen pengecekan tetap mutlak dilakukan untuk memastikan interval penggantian masih bisa dilakukan dan untuk menghindari kerusakan yang mendadak. Penelitian selanjutnya disarankan untuk melakukan perhitungan metode *age replacement* pada komponen kritis lainnya yang juga sering mengalami kerusakan pada kendaraan atau dapat juga menambahkan faktor pengaruh kondisi jalan raya terhadap ban.

DAFTAR PUSTAKA

Agustiawan, E. A., Fathoni, M. Z., & Widyaningrum, D. (2021). *Usulan Preventive*

- Maintenance Pada Mesin Hanger Shot Blast Kazo Dengan Menggunakan Metode Age Replacement Di PT Barata Indonesia*, 22(1), 73-84.
<http://journal.umg.ac.id/index.php/matriks/article/view/2715>
- Anggoro, S. (2014). Pengembangan Sistem Manajemen Perawatan Forklift Dengan Pendekatan Reliability Centered Maintenance (Rcm) Berbasis Oracle Alert System (Studi pada PT Gajah Tunggal Tbk Tangerang). *Jurnal OE*, VI(2), 238–252.
<https://publikasi.mercubuana.ac.id/index.php/oe/article/view/514>
- Budi Harja, H., & Ahmad Nugraha, N. (2019). Usulan Pembaharuan jadwal Kegiatan Preventive Maintenance pada Mesin Curing PCR PT.XYZ Menggunakan Metoda Distribusi Weibull. *Jurnal Teknologi Dan Rekayasa Manufaktur*, 1(1), 23–35.
<https://doi.org/10.48182/jtrm.v1i1.3>
- Dhamayanti, D. S., Alhilman, J., & Athari, N. (2016). Usulan Preventive Maintenance Pada Mesin Komori Ls440 Dengan Menggunakan Metode Reliability Centered Maintenance (Rcm li) Dan Risk Based Maintenance (Rbm) Di Pt Abc. *Jurnal Rekayasa Sistem & Industri (JRSI)*, 3(02), 31. <https://doi.org/10.25124/jrsi.v3i02.29>
- Ebeling, C. E. (2010). *An Introduction to Reliability and Maintainability Engineering*. Waveland Press.
<https://books.google.co.id/books?id=bX0iQgAACAAJ>
- Jiwantoro, A. Y., Ilhami, M. A., & Febianti, E. (2017). Usulan Strategi Perawatan dengan Mempertimbangkan Reliability Block Diagram Pada Mesin Crane Ship Unloader (Studi Kasus di PT. XYZ). *Jurnal Teknik Industri Untirta*, 4(1), 1-6.
<https://jurnal.untirta.ac.id/index.php/jti/article/view/1451>
- Kameiswara, R. A., Sulistiyo, A. B., & Wawan Gunawan. (2018). Analisa Overall Equipment Effectiveness (OEE) Dalam Mengurangi Six Big Losses Pada Cooling Pump Blower Plant PT. Pabrik Baja Terpadu. *Jurnal InTent*, 1(1), 67–78.
<https://ejournal.lppm-unbaja.ac.id/index.php/intent/article/view/260>
- Karunia, R., Ferdinant, P. F., & Febianti, E. (2017). Usulan Penjadwalan Preventive Maintenance Pada Komponen Kritis Mesin Stone Crusher Menggunakan Model Age Replacement. *Jurnal Teknik Industri*, 5(3), 273–285.
<https://jurnal.untirta.ac.id/index.php/jti/article/view/3266>
- Marsal, J. & Sutikno, B. (2015). Rencana Bisnis Tire Management System. *Thesis*. Universitas Gadjah Mada.
<http://etd.repository.ugm.ac.id/penelitian/detail/83875>
- Pardiyono, R., & Hartanto, T. (2019). Usulan Preventive Maintenance Komponen Kritis Pada Mesin High Pressure Pump Di Pt. Dian Swasetika Sentosa Dengan Metode Group Replacement. *Infomatek*, 21(2), 117–126.
<https://doi.org/10.23969/infomatek.v21i2.1985>
- Praharsi, Yugowati. Iphov, K. S, D. M. S. (2015). Perancangan Penjadwalan Preventive Maintenance Pada PT. Artha Prima Sukses Makmur. *Jurnal Ilmiah Teknik Industri*, 14(1), 59. <https://doi.org/10.23917/jiti.v14i1.624>
- Praharsi, Y., Sriwana, I. K., & Sari, D. M. (2015). Perancangan Penjadwalan Preventive Maintenance Pada Pt . Artha Prima Sukses Makmur. *Jurnal Ilmiah Teknik Industri*, 14(1), 59–65.
<https://journals.ums.ac.id/index.php/jiti/article/view/624>
- Ramadhan, S. R., Helianty, Y., & Mustofa, F. H. (2016a). Usulan Jadwal Perawatan Pencegahan Kerusakan Komponen Kanvas Rem Pada Truk Dengan Metode Age Replacement Di PT X. *Reka Integra*, 4(02), 183–194.
<https://ejournal.itenas.ac.id/index.php/rekaintegra/article/view/1100>
- Ramadhan, S. R., Helianty, Y., & Mustofa, F. H. (2016b). Usulan Jadwal Perawatan Pencegahan Truk Dengan Metode Age Replacement Di Pt . X. *Jurnal Online Institut Teknologi Nasional*, 4(02), 183–194.
<https://ejournal.itenas.ac.id/index.php/rekaintegra/article/view/1100>
- Ritonga, D., Timboeleng, J. A., & Kaseke, O. H. (2015). Analisis Biaya Transportasi Angkutan Umum Dalam Kota Manado Akibat Kemacetan Lalu Lintas. *Jurnal Sipil Statik*, 3(1), 58–67.
<https://ejournal.unsrat.ac.id/index.php/jss/article/view/6797>
- Sidiq, E. P., Praptono, B., & Alhilman, J. (2020). Preventive Maintenance Pada Usaha Rental Mobil " flega" Di Kota Samarinda Menggunakan Metode Risk Based Maintenance (Rbm). *eProceedings of Engineering*, 7(2), 6310–6317.
<https://openlibrarypublications.telkomuniversity.ac.id/index.php/engineering/article/view/13332>
- Sulistyo, A. B., & Zakaria, T. (2019). Analisis Overall Equipment Effectiveness Mesin

- Vertical Roller Mill (VRM). *Jurnal Intent: Jurnal Industri Dan Teknologi Terpadu*, 2(1), 17-31. <http://ejournal.lppm-unbaja.ac.id/index.php/intent/article/view/504>
- Vidasari, D., Soemadi, K., & Mustofa, F. H. (2015). Interval Waktu Penggantian Pencegahan Optimal Komponen Sistem Printing Unit U41 Menggunakan Metode Age Replacement Di PT. Pikiran Rakyat. *Jurnal Online Institut Teknologi Nasional*, 03(01), 152–163. <https://ejournal.itenas.ac.id/index.php/rekaintegra/article/view/661>
- Winarso, B. (2017). Peran Sarana Angkutan Darat Dalam Upaya Peningkatan Efisiensi Distribusi Ternak Dan Hasil Ternak Sapi Potong Di Indonesia. *Jurnal Penelitian Pertanian Terapan*, 15(2), 125–137. <https://doi.org/10.25181/jppt.v15i2.120>