

## **Evaluasi Interval Penggantian Preventif pada Komponen Kritis *Screw Conditioner***

**Adib\*<sup>1</sup>, T.M. Azis Pandria\*<sup>2</sup>, Rita Hartati\*<sup>3</sup>**

<sup>1,2,3</sup> Jurusan Teknik Industri, Fakultas Teknik, Universitas Teuku Umar  
e-mail: \*<sup>1</sup>a\_db73@ymail.com, \*<sup>2</sup>azispandria@utu.ac.id, \*<sup>3</sup>ritahartati@utu.ac.id

### **Abstrak**

Penelitian ini mengusulkan jadwal penggantian bagian penting mesin kritis di lini cengkeh PT. Hanjaya Mandala Sampoerna Tbk. Dari pengamatan langsung, sekrup merupakan bagian kritis pada proses *conditioning* dari lini cengkeh dan tembakau. Salah satu sekrup *conditioner*, Garbuio Dickinson sekrup *conditioner* diamati sebagai mesin dengan *downtime* paling kritis pada lini tersebut. Analisis lebih lanjut menggunakan grafik menunjukkan bahwa *conditioner* sekrup motor adalah masalah utama pada kerusakan mesin. Indeks perhitungan tepat diterapkan untuk menemukan waktu kegagalan dan distribusi waktu perbaikan berdasarkan indeks tertinggi dari setiap distribusi kegagalan. Estimasi kemungkinan maksimum dimulai dari menemukan MTTF dan MTTR (dalam jam) untuk distribusi yang dipilih. Akhirnya, dihitung interval waktu terbaik untuk mengganti bagian penting dalam rangka meningkatkan keandalan komponen dan ketersediaan mesin. Hasil penggantian preventif ini meningkatkan keandalan komponen sebesar 80% dan ketersediaan mesin sebesar 0,245%.

**Kata kunci** – MTTF, MTTR, Perawatan Preventif, RCM, MLE, Age Replacement Method

### **Abstract**

*This research is propose the replacement schedule of a critical part of a critical machine in a the clove line of PT. Hanjaya Mandala Sampoerna Tbk. From the direct observation, the screw conditioning process is the critical process of the the tobacco production in clove line. One of the screw conditioner, Garbuio Dickinson screw conditioner, was observed as the machine with the most downtime in clove line. Further analysis using chart reveals that the motor screw conditioner is the main problem to the machine breakdown. Index of fit calculations were applied to find the time to failure and time to repair distribution by looking at the highest index of fit of each failure distribution. Maximum Likelihood Estimator step was undergone to find the MTTF and MTTR (in hours) for the chosen distribution. Finally, the best time interval to replace the critical part in order to increase the component reliability and machine availability was calculated. Result of this preventive replacement is increases the component reliability by 80% and the machine availability by 0.245%.*

**Keyword** – MTTF, MTTR, Preventive Maintenance, RCM, MLE, Age Replacement Method

## **1. PENDAHULUAN**

Saat ini lingkungan bisnis semakin kompetitif terutama pada industri tembakau, dimana perusahaan saling bersaing dengan perusahaan lainnya dalam rangka mencapai kepuasan pelanggan. Kondisi ini telah memaksa perusahaan untuk meningkatkan proses mereka guna memuaskan pelanggan yang berefek pada meningkatnya keuntungan.

PT. Hanjaya Mandala Sampoerna Tbk. ("Sampoerna") merupakan salah satu perusahaan tembakau terkemuka di Indonesia yang memproduksi beberapa merek rokok kretek (cengkeh) terkenal, seperti Sampoerna Kretek (sebelumnya disebut sebagai Sampoerna A hijau), Sampoerna A Mild, dan "raja Kretek" yang legendaris Dji Sam Soe. Tujuan dari perusahaan ini adalah menawarkan pengalaman merokok terbaik untuk perokok dewasa di Indonesia. Sampoerna melakukan ini dengan terus mencari apa yang sebenarnya konsumen inginkan dan memberikan

produk terbaik untuk memenuhi harapan mereka, dan Sampoerna bangga dengan reputasi kualitas, inovasi, dan keunggulan.

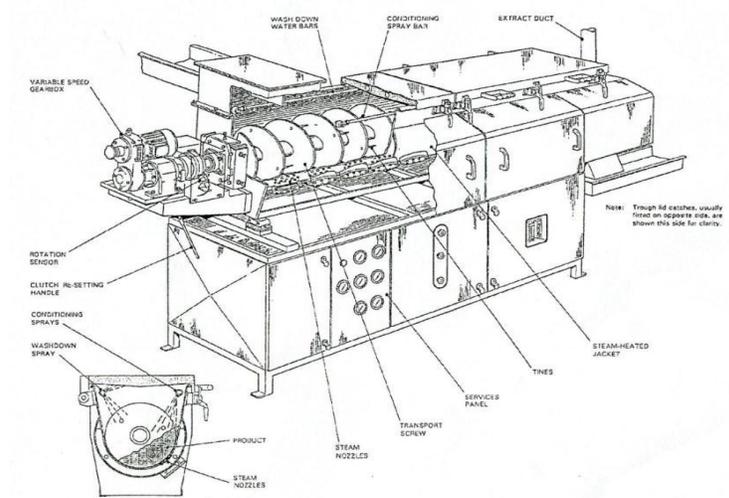
Untuk mencapai hal tersebut, PT. Hanjaya Mandala Sampoerna Tbk., Menggunakan banyak mesin dan salah satunya adalah *Screw Conditioner Garbuio Dickinson*. Mesin tersebut digunakan untuk mengkondisikan produk pada tingkat kelembaban yang diperlukan saat pemotongan. *Screw Conditioner* biasanya membentuk bagian dari garis pengolahan dan dapat dikontrol secara manual atau dengan sistem kontrol elektronik terpusat.

*Conditioning* proses cengkeh adalah menambahkan bahan cengkeh (MC) untuk mendapatkan bahan elastis dengan mendapatkan hasil optimal dari *Cutter* saat proses *Cutting*. Saat diaplikasikan dalam keadaan panas akan terjadi banyak dampak negatif yang menyebabkan kerusakan mesin. Dampak panas yang tidak merata ini terjadi hingga 10 kali dalam seminggu yang dapat mengakibatkan *downtime* produksi sehingga tidak dapat mencapai target produksi. Selain itu, berdasarkan keputusan manajemen di PT. Hanjaya Mandala Sampoerna Tbk, kondisi mesin mungkin mengalami kerusakan ketika target produksi meningkat. Perusahaan meningkatkan target produksi mereka tanpa mempedulikan kapasitas mesin itu sendiri, dengan demikian operator akan mengalami kesulitan untuk mempersiapkan jadwal pemeliharaan preventif sehingga kondisi ini menjadi perhatian utama bagi perusahaan.

#### 1.1. *Screw Conditioning Clove*

Pengendali untuk mesin adalah motor pendorong dan merupakan unit yang dipasang terarah di ujung *feed* kondisioner. *Secrew* terbuat dari material *stainless steel* dan memiliki pengayuh yang dipasang secara tetap pada baja palung *stainless*. Produk dijatuhkan di pada ujung pengumpan kedalam screw yang berputar dan kayuh mengangkat produk untuk disebarkan ke ujung pembuang. Untuk membantu pergerakan produk, mesin dimiringkan satu derajat menuju ujung pelepasan. Dasar palung dilengkapi dengan beberapa set nozel uap yang mengarah ke dalam melalui palung untuk mengantarkan uap ke produk saat melewati mesin. Bagian *conditioner* mesin dipasang pada sasis baja ringan bercat yang dibangun dari bagian berongga linting panas. Asap dan uap yang tidak diinginkan diekstraksi oleh kipas dan dibuang melalui sistem pembuangan yang dipasang pada ujung pengumpan dan keluar melewati mesin.

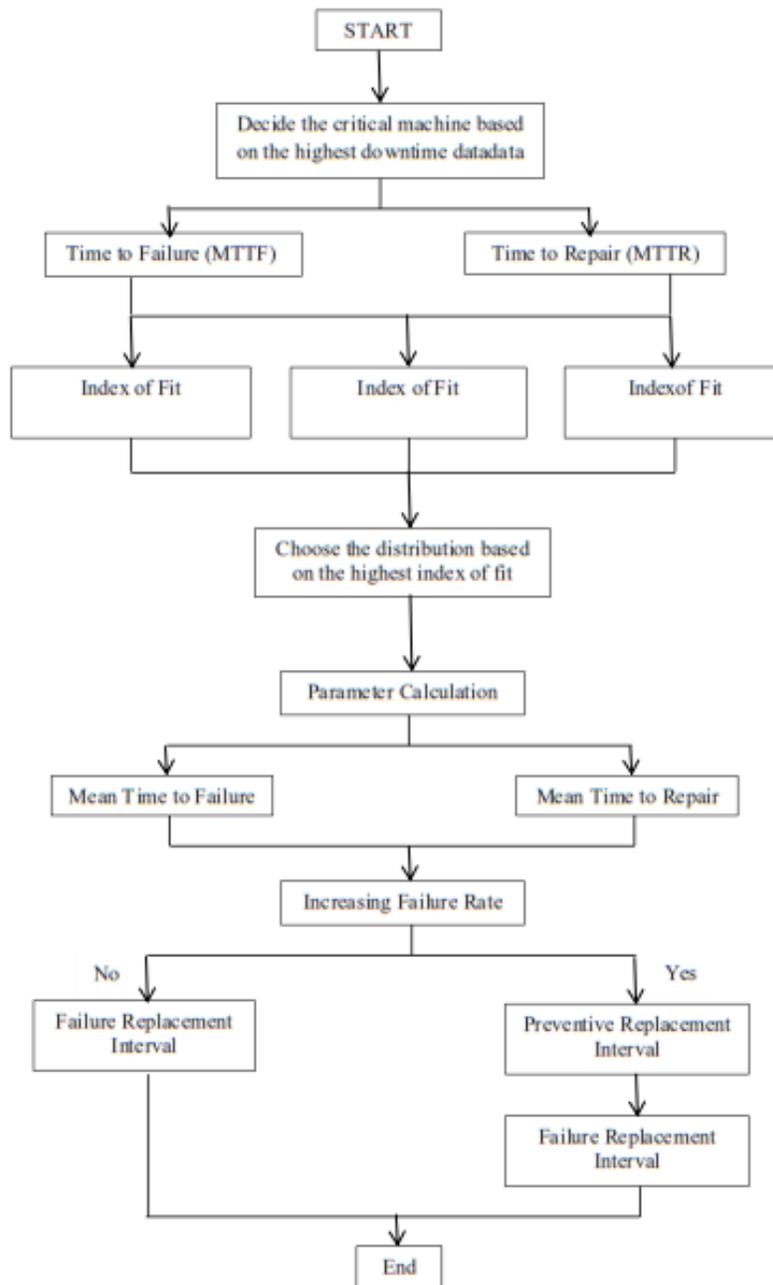
Produk ini diberi masukan terkontrol melalui inlet dari screw conditioner kedalam bagian pertama. Saat screw berputar, produk diangkat dan dijatuhkan disepanjang screw hingga ke ujung pembuang dimana produk tersebut jatuh kedalam mesin. Sebagian produk yang lain berjalan melalui mesin tersebut dan dipanaskan oleh uap di sekitar *secrew* dan uap yang ada disekitar palung. Cairan pendingin disemprotkan pada produk dari nozel yang dipasang di bawah kelopak bagian atas mesin, dan gerakan mengayuh memastikan cairan pendingin terdistribusikan secara merata pada produk. Akhir keluaran produk mesin dilepaskan ke konveyor untuk dipindahkan ke tahapan proses berikutnya. Penjelasan detil dari elemen mesin ditampilkan pada Gambar 1.



**Gambar 1.** *Garbuio Dickinson Screw Conditioner*

## 2. METODE PENELITIAN

Metode penelitian yang digunakan dijelaskan dalam bentuk langkah-langkah pada gambar berupa diagram alir.



**Gambar 2.** *Research Framework*

### 3. HASIL DAN PEMBAHASAN

#### 3.1. Keputusan untuk Mesin Kritis

Semua data kerusakan di *Clove line* di PT. Hanjaya Mandala Sampoerna Tbk. Dikumpulkan dari Januari 2012 sampai Februari 2012. Dari data yang ditemukan *Garbuio Dickinson screw conditioner* memiliki kerusakan terbesar dan *downtime* di *line* cengkeh, dan dikategorikan sebagai mesin kritis.

### 3.2. Keputusan untuk Part Kritis

Penyebab *downtime* untuk *Screw Conditioning Machine* di *line* cengkeh adalah *Motor screw conditioning Trip*, seperti data yang ditampilkan pada Tabel 1.

**Tabel 1.** Jumlah *Breakdown* pada *Line Cengkeh*

No	<i>Breakdown</i>	Jumlah Kejadian					Jumlah
1	Zero Waycon	5	0	0	0	0	5
2	Waiting Material	0	0	1	0	0	1
3	<i>Motor screw conditioning</i>	10	1	21	18	4	54
4	Preheating	3	0	1	0	0	4
5	Silo Bulking	1	0	0	0	0	1

Berdasarkan perhitungan menunjukkan jumlah terbesar *breakdown* mesin Garbuio Dickinson *Screw conditioner* berada pada *line* cengkeh adalah *motor screw conditioning Trip*. *Motor* ini memiliki rata-rata 10 jumlah peristiwa (*breakdown*) dalam seminggu, dan kondisi ini seharusnya menjadi masalah bagi perusahaan untuk mencapai target produksi.

### 3.3. Waktu Kegagalan dan Perhitungan Waktu perbaikan

Setelah diketahui bagian penting dalam mesin *screw conditioner*, maka langkah berikutnya adalah menghitung waktu kegagalan dan interval waktu untuk memperbaikinya. Waktu interval kegagalan dihitung dengan menghitung saat mesin bisa beroperasi setelah kegagalan pertama sampai mesin menghadapi kegagalan kedua dan seterusnya. Waktu untuk memperbaiki interval dihitung dengan menghitung ketika mesin menghadapi kegagalan sampai mesin bekerja dengan baik lagi. Berikut adalah contoh waktu kegagalan dari *motor screw conditioning* dari 6 Februari 2012 sampai 9 Februari 2012 dan waktu untuk memperbaiki *motor screw conditioning* pada 6 Februari, 2012 dengan perhitungan seperti tampak pada Tabel 2. Untuk waktu perbaikan mulai dari 10.00-10.41 adalah 41 menit atau 0.68 jam.

**Tabel 2.** Waktu Kegagalan

Tanggal	Waktu mulai	Waktu akhir	Jumlah
6 Februari 2012 s.d. 8 Februari 2012	10.41	10.41	48 Jam
8 Februari 2012 s.d. 9 Februari 2012	10.41	12.34	21.58 Jam
Jumlah			69.58 Jam

**Tabel 3.** Perhitungan Waktu Kegagalan dan Waktu Perbaikan

No.	Tanggal	Waktu Kegagalan	Waktu Kegagalan (Jam)	Waktu Perbaikan	Waktu Perbaikan (Jam)	<i>Downtime</i> (Jam)
1	6 Februari, 2012	10.00-10.41	-	10.00-10.41	0.68	0.68
2	9 Februari, 2012	08.16-08.23	69.58	08.16-08.23	0.11	0.11
3	9 Februari, 2012	12.34-12.49	4.18	12.34-12.49	0.25	0.25
4	13 Februari, 2012	10.34-10.50	93.75	10.34-10.50	0.26	0.26
5	13 Februari 2012	14.16-14.46	3.43	14.16-14.46	0.5	0.5
6	13 Februari, 2012	16.26-16.55	1.66	16.26-16.55	0.48	0.48

### 3.4. Perhitungan Indeks Kecocokan

Berdasarkan data pada Tabel 3 tampak waktu kegagalan *motor screw conditioning* dan waktu perbaikan *motor screw conditioning*. Langkah berikutnya adalah menemukan indeks kecocokan dari setiap distribusi (Weibull, Normal, dan Lognormal) dengan mengurutkan waktu kegagalan dan waktu perbaikan dari data terkecil ke data terbesar dan pendekatan ini lebih akurat dari pada plot probabilitas. Beberapa metode perhitungan dari indeks kecocokan adalah :

$$F(t_i) = \frac{i-0.3}{n+0.4} \quad (1)$$

di mana :  $t_i \leq t_{i+1} = n$  *ordered failure times*  
 $n = r =$  *the total failure time for a complete data*  
 $n = N =$  *the total of the sensor observed data*

Langkah selanjutnya adalah memilih indeks tertinggi yang sesuai dari setiap distribusi waktu kegagalan dan waktu perbaikan berdasarkan Indeks kecocokan untuk melengkapi garis regresi.

**Tabel 4.** *Index of Fit Result for Time to Failure Distribution*

<i>Index of Fit for Time to Failure Distribution</i>	
Normal	0.2293
Lognormal	0.2401
Weibull	0.1953

Berdasarkan Tabel 4 indeks tertinggi yang sesuai untuk waktu kegagalan pada distribusi Lognormal terdistribusi sebagai regresi baris.

**Tabel 5.** *Index of Fit Result for Time to Repair Distribution*

<i>Index of Fit for Time to Repair Distribution</i>	
Normal	0.2024
Lognormal	0.1992
Weibull	0.1826

Berdasarkan Tabel 5 indeks tertinggi kecocokan waktu perbaikan terdistribusi normal sebagai garis regresi garis. Indeks kecocokan tertinggi dipilih setiap kali waktu kegagalan dan waktu perbaikan distribusi Lognormal distribusi untuk waktu untuk kegagalan dan distribusi normal untuk waktu untuk perbaikan memiliki indeks kecocokan tertinggi.

### 3.5. Perhitungan *Maximum Likelihood Estimator* (MLE)

Langkah berikutnya adalah menghitung parameter *Mean Time to Failure* (MTTF) dan *Mean Time to Repair* (MTTR).

#### 3.5.1. Perhitungan MLE *Time to Failure* untuk Distribusi Lognormal

Nilai perhitungan terhadap MLE ditampilkan pada tabel 6 dari *Time to Failure* untuk contoh distribusi Lognormal

**Tabel 6.** Perhitungan MLE *Time to Failure* untuk Distribusi Lognormal

i	$t_i$	$\ln(t_i)$	$(\ln t_i)/n$	$(\ln t_i - \mu)^2$
1	1.66	0.5068	0.1013	3.5475
2	3.43	1.2325	0.2465	1.3405
3	4.18	1.4303	0.2860	0.9216
4	69.58	4.2424	0.8484	3.4302
5	93.75	4.5406	0.9081	4.6237
Total	172.6	11.9526	2.3903	13.8635

3.5.2. Perhitungan MLE *Time to Repair* untuk Distribusi Normal

Pada Tabel 7. Dibawah ini menampilkan hasil perhitungan *Time to Repair* berdasarkan MLE untuk contoh distribusi normal.

**Tabel 7.** Perhitungan MLE *Time to Repair* untuk distribusi Normal

I	ti	ti-t bar	$((ti-t \text{ bar})^2)/(n-1)$
1	0.11	-0.27	0.0145
2	0.25	-0.13	0.0033
3	0.26	-0.12	0.0028
4	0.48	0.1	0.002
5	0.5	0.12	0.0028
6	0.68	0.3	0.018
Total	2.28	0	0.0434

Kesimpulan dari hasil MTTF dan MTTR sebagaimana ditampilkan pada Tabel 8, dimana pada tabel tersebut tampak nilai *Mean Time to Failure* (MTTF) adalah 43,668 jam dan *Mean Time to Repair* (MTTR) adalah 0,38 jam.

**Tabel 8.** Hasil MTTF dan MTTR

MTTF and MTTR	
MTTF (in hours)	43.668 hours
MTTR (in hours)	0.38 hours

3.6. Perhitungan Interval Penggantian Preventif

Langkah selanjutnya adalah menghitung interval penggantian preventif berdasarkan metode usia, dengan asumsi waktu penggantian akibat kegagalan sama dengan waktu untuk melakukan penggantian preventif. Metode tersebut dapat jabarkan sebagai :

$$R(t_p) = 1 - \Phi\left(\frac{1}{s} \ln \frac{t}{t_{med}}\right) \quad (2)$$

$$F(t_p) = 1 - R(t_p) \quad (3)$$

$$M(t_p) = \frac{\int_0^{t_p} t f(t) dt}{1 - R(t_p)} \quad (4)$$

$$D(t_p) = \frac{T_p \cdot R(t_p) + T_f \cdot [1 - R(t_p)]}{(t_p + T_p) \cdot R(t_p) + [M(t_p) + T_f] \cdot [1 - R(t_p)]} \quad (5)$$

- di mana:  $T_f$  = *the time to do failure replacement*  
 $T_p$  = *the time to do preventive replacement*  
 $t_p$  = *the preventive replacement interval*  
 $R(t_p)$  = *the probability of preventive cycle*  
 $F(t_p)$  = *the probability of failure cycle*  
 $D(t_p)$  = *the total downtime per unit time*  
 $M(t_p)$  = *the mean of truncated distribution at  $t_p$*

3.7. Perhitungan Keandalan

Rumus keandalan yang bisa digunakan sebelum melaksanakan penggantian preventif pada MTTF adalah:

$$R(t_p) = 1 - \Phi\left(\frac{1}{s} \ln \frac{t}{t_{med}}\right) \quad (6)$$

dan rumus keandalan yang bisa digunakan setelah pelaksanaan penggantian preventif di MTTF adalah:

$$R(t - nT) = 1 - \emptyset \left( \frac{1}{s} \ln \frac{t-nT}{t_{med}} \right) \quad (7)$$

dan rumus keandalan kumulatif dengan pelaksanaan penggantian preventif di MTTF adalah:

$$R_m(t) = \left[ 1 - \emptyset \left( \frac{1}{s} \ln \frac{T}{t_{med}} \right) \right]^n \left[ 1 - \emptyset \left( \frac{1}{s} \ln \frac{t-nT}{t_{med}} \right) \right] \quad (8)$$

Berdasarkan perhitungan keandalan komponen setelah perhitungan interval penggantian preventif meningkat sebesar 80%.

### 3.8. Perhitungan Ketersediaan

Berdasarkan perhitungan ketersediaan mesin setelah interval penggantian preventif meningkat sebesar 0,245%.

## 4. KESIMPULAN

Berdasarkan tujuan awal penelitian ini adalah untuk menemukan waktu yang tepat melakukan penggantian preventif pada bagian penting dari mesin kritis, berikut adalah kesimpulan tersebut:

1. Pada mesin Garbuio Dickinson secrew conditioner terdapat komponen kritis yaitu *motor screw conditioning*.
2. Interval untuk melakukan penggantian preventif komponen kritis yang paling baik adalah setiap 41 jam.
3. Penggantian preventif ini diharapkan dapat meningkatkan keandalan komponen sebesar 80% dan ketersediaan mesin sebesar 0,245%.

## 5. SARAN

Untuk mendapatkan hasil perhitungan yang lebih akurat pada mesin *Garbuio Dickinson secrew conditioner* dapat dilakukan perhitungan menggunakan metode yang lain selain dari metode yang telah disebutkan dalam penelitian ini sebagai pembandingan.

## DAFTAR PUSTAKA

- [1] Ebeling, C. E., 1997, *An Introduction to Reliability and Maintainability Engineering*, The McGraw-Hill Companies, Inc., Singapore.
- [2] Moubay, J., 1991, *Reliability-Centered Maintenance*, Butterworth-Heinemann Ltd., London
- [3] Gasperz, V., 1992, *Analisis Sistem Terapan: Berdasarkan Pendekatan Teknik Industri*, Tarsito, Bandung.
- [4] Jardine, A. K. S., 1973, *Maintenace, Replacement, and Reliability*, The Pitman Press, Great Britain.
- [5] Jardine, A. K. S., 2006, *Maintenance, Replacement, and Reliability*. Taylor and Francis Group, New York.
- [6] Campbell, J. D., 1999, *The Reliability Handbook volume 23 issue 6*, Clifford/Elliot Ltd., Burlington
- [7] Ridwan, Asep, Purnomo, Herry, and Syalihin, 2011, Design Maintenance of Critical Machine Based on Reliability Centered Maintenance (RCM) to Improve Reliability and Availability, *Proceeding of the 12<sup>th</sup> International Conference on QiR (Quality in Research)*, pp 1814-1820.