

## **Analisa Perawatan pada Komponen Kritis Mesin Pembersih Botol 5 Gallon PT. X dengan Menggunakan Metode *Reliability Centered Maintenance* (RCM)**

**Ida Bagus Gde Ardhikayana<sup>1)\*</sup>, I Nyoman Suprpta Winaya<sup>1,2)</sup> dan IGN. Priambadi<sup>1,2)</sup>**

<sup>1)</sup>S2 Teknik Mesin Program Pascasarjana Universitas Udayana  
Kampus Sudirman Denpasar, Bali

<sup>2)</sup>Jurusan Teknik Mesin Fakultas Teknik Universitas Udayana  
Kampus Bukit Jimbaran, Bali 80362  
Email: i.b.ardhikayana@gmail.com

### **Abstrak**

Industri Air Minum Dalam Kemasan (AMDK) dewasa ini semakin berkembang. Meningkatnya permintaan dari konsumen berbanding lurus dengan meningkatnya jumlah produsen serta pelaku industri AMDK. Salah satu pelaku industri AMDK ini adalah PT.X, yang mana memiliki beberapa produk AMDK, salah satunya berupa produk AMDK ukuran 5 gallon, atau 19 liter. Sistem produksi *returnable* dilakukan pada proses pengemasan AMDK gallon ini. Dalam proses tersebut digunakan sistem mesin pencucian yang mana digunakan secara kontinyu sehingga tidak dapat dielakkan, terdapat penurunan performa signifikan. Hal ini dialami pula oleh PT.X sehingga mengakibatkan *cost downtime* atau kerugian signifikan pada perusahaan. Untuk menjaga agar mesin produksi tetap berjalan sebagaimana mestinya maka digunakanlah sistem manajemen pemeliharaan (*maintenance*) mesin produksi. Perawatan peralatan mesin yang mempunyai tingkat kekritisannya yang tinggi memerlukan perhatian khusus karena peralatan mesin tentunya sangat berpengaruh terhadap kelancaran produksi. Dalam mencapai tingkat keberhasilan maksimal dalam proses *maintenance* tersebut, dibutuhkan metode yang tepat dalam pelaksanaannya. Menggunakan metode RCM merupakan cara yang efektif untuk menemukan komponen kritis penyebab kegagalan mesin, serta meminimumkan waktu dengan TMD yang diperoleh pada minggu ke 9, mendekati waktu standar *cycle* mesin menjadi dasar dilakukannya perawatan secara berkala pada minggu tersebut. Pentingnya melakukan perawatan pencegahan dan penggantian untuk mengurangi kegagalan yang terjadi secara dini, dapat dilihat dari peningkatan efisiensi produktivitas sebesar 0,13%.

**Kata kunci:** AMDK, performa, *Maintenance*, *Downtime*, RCM

### **1. PENDAHULUAN**

Saat ini, dunia industri khususnya industri air minum dalam kemasan (AMDK) mengalami perkembangan yang sangat pesat. Perkembangan inilah yang membuat banyak industri AMDK harus mampu bersaing dalam mengedepankan hasil produksinya. Pemenuhan kualitas produk memerlukan adanya suatu mekanisme mesin pendukung produksi yang fleksibel dan tepat guna, sehingga memperoleh produk yang sesuai dengan keinginan konsumen.

Perawatan peralatan mesin yang mempunyai tingkat kekritisannya yang tinggi memerlukan perhatian khusus karena peralatan mesin tentunya sangat berpengaruh terhadap kelancaran

---

Penulis korespondensi, HP: 081805564986  
Email: i.b.ardhikayana@gmail.com

produksi (Sodikin, 2008). Pemeliharaan pencegahan (*preventive maintenance*) memberi kemungkinan terjadinya kerusakan mesin menjadi kecil karena dalam pemeliharaan pencegahan dilakukan suatu pemeliharaan sebelum terjadinya kerusakan (*breakdown*). Pemeliharaan yang tepat dapat meningkatkan produktivitas serta dapat memperpanjang masa pakai mesin dan diharapkan dapat memperkecil biaya produksi. Strategi perawatan yang dimiliki suatu perusahaan merupakan salah satu daya saing perusahaan yang digunakan untuk memenangi persaingan antar perusahaan. Departemen perawatan dan pemeliharaan merupakan salah satu elemen penting yang dimiliki oleh suatu perusahaan dalam meningkatkan profitabilitas perusahaan.

Penelitian ini mencoba untuk menerapkan sistem perawatan mesin dengan menggunakan metode RCM. Metode ini diharapkan dapat memberikan fokus perawatan pada komponen serta menetapkan *Predictive schedule maintenance* sehingga dapat mengetahui secara pasti tindakan kegiatan perawatan (*maintenance task*) yang tepat yang harus dilakukan pada setiap komponen mesin..

## 2. METODE [Times New Roman, 12 pt, Bold]

Penelitian yang dilaksanakan dengan menganalisa data yang telah tersedia. Analisa data yang dipakai menggunakan cara mengolah distribusi waktu kegagalan. Hasil perhitungan kemudian dibandingkan dengan standar cycle time mesin washer untuk mendapatkan waktu penggantian mesin secara berkala. Pengolahan dan pengambilan data yang dilakukan secara terpisah di server area produksi. Pengambilan data dan pengolahan data terkait internal area produksi, dilakukan setiap shift malam ke-2 salah satu team produksi yang bertugas agar tidak mengganggu proses produksi.

Variabel penelitian yang dilaksanakan meliputi identifikasi kegagalan yang terjadi antara periode 1 Januari 2013 hingga 31 Desember 2014. Mengklasifikasikan data menurut jenis kegagalan hingga memperoleh komponen kritis yang paling berpengaruh terhadap terjadinya kegagalan, hingga waktu yang tercatat dapat dianalisa. Variabel penelitian dapat dijabarkan sebagai berikut :

Variable tetap : merupakan standard cycle time mesin keseluruhan, yang menjadi panduan apakah pada system yang dipilih terjadi keabnormalan atau tidak. Keabnormalan yang dimaksud merupakan downtime pada system yang terpilih, sehingga waktu yang dibutuhkan system terpilih akan lebih besar dibandingkan dengan waktu standard yang ada. Waktu standard merupakan waktu terbaik pada mesin untuk melakukan satu siklus operasi, pada performansi mesin yang maksimal.

Variable bebas : merupakan waktu yang tidak tetap yang akan diuji pada penelitian ini.

## 3. PEMBAHASAN [Times New Roman, 12 pt, Bold]

### o Pengumpulan Data

Proses pengumpulan data pada penelitian ini dilakukan dengan cara memaparkan ulang data kegiatan produksi per-shift-nya dengan periode selama dua tahun terakhir yaitu periode tahun 2013 dan 2014.

### o Analisa Proses RCM

Proses berikutnya adalah melakukan analisa proses RCM, sebagai berikut:

- Pemilihan Sistem dan Pengumpulan Informasi
- Definisikan Batasan Sistem

Dipilihnya komponen mesin *cylinder penumatic kick out washer* sebagai system yang akan diteliti tentunya harus memiliki batasan yang jelas, agar tidak tumpang tindih dengan komponen mesin yang sejenis maka batasan yang dipakai adalah batasan fungsi dari komponen itu sendiri sehingga jika sistem ini mengalami kerusakan maka akan menyebabkan penumpukan botol pada mesin.

- Deskripsi Sistem dan Block Diagram Fungsi
- Fungsi Sistem dan Kegagalan Sistem
- *Failure Mode and Effect Analysis (FMEA)*

Penerapan FMEA dilakukan dengan mencari nilai severity, occurrence, dan detection, berdasarkan data frekuensi kerusakan dan diskusi grup dengan operator pada mesin dari sistem yang dipilih.

Penentuan nilai rating dari RPN dilakukan dengan menggunakan langkah - langkah sebagai berikut :

- Menentukan seri perbandingan.
- Menetapkan seri standard
- Membedakan seri
- Koefisien Relasional
- Mencari nilai maksimum dan minimum, maka didapatkan :

$$r_{0iJ} = \begin{bmatrix} r_{01}(1) = 0,400 & r_{01}(2) = 1,000 & r_{01}(3) = 1,000 \\ r_{02}(1) = 0,400 & r_{02}(2) = 1,000 & r_{02}(3) = 0,667 \\ r_{03}(1) = 0,364 & r_{03}(2) = 1,000 & r_{03}(3) = 0,800 \\ r_{04}(1) = 0,364 & r_{04}(2) = 0,800 & r_{04}(3) = 0,667 \\ r_{05}(1) = 0,444 & r_{05}(2) = 0,800 & r_{05}(3) = 0,500 \\ r_{06}(1) = 0,444 & r_{06}(2) = 1,000 & r_{06}(3) = 0,500 \\ r_{07}(1) = 0,500 & r_{07}(2) = 0,667 & r_{07}(3) = 0,500 \\ r_{08}(1) = 0,500 & r_{08}(2) = 0,667 & r_{08}(3) = 0,500 \\ r_{09}(1) = 0,333 & r_{09}(2) = 1,000 & r_{09}(3) = 0,444 \end{bmatrix}$$

- Derajat Hubungan

Maka diperoleh data sebagai berikut :

$$r_{0iJ} = \begin{bmatrix} r_{01} = 0,139 \\ r_{02} = 0,400 \\ r_{03} = 0,364 \\ r_{04} = 0,364 \\ r_{05} = 0,444 \\ r_{06} = 0,444 \\ r_{07} = 0,500 \\ r_{08} = 0,500 \\ r_{09} = 0,333 \end{bmatrix}$$

- Mengurutkan Berdasarkan Prioritas

Prioritas didapatkan dengan cara mengurutkan nilai tingkat resiko dari derajat hubungan yang telah didapat, dimana nilai yang terkecil merupakan prioritas pertama yang harus segera diperbaiki.

- *Logic Tree Analysis (LTA)*

LTA digunakan untuk menentukan klasifikasi kategori dari kegagalan fungsi dari komponen prioritas, agar penanganannya sesuai dengan masing masing kategorinya dalam pemilihan kegiatan, maka pemilihan tindakan yang dilakukan adalah sebagai berikut :

- *Condition Directed (C.D)*

Tabung pneumatik  
 As pneumatik  
 Seal pneumatik

- *Time Directed (T.D)*

Dudukan pneumatik

- Bushing pneumatik
  - *Finding Failure* (F.F)
    - Sensor pneumatik
    - Piston pneumatik

○ Analisa Komponen kritis

Komponen kritis dan jadwal penggantian pada mesin ditentukan dengan menguji distribusi waktu data yang diperoleh menggunakan *Goodness of Fit Test Kolmogorov-Smirnov*, Menggunakan bantuan analisa dari *software* komputer *easyfit 5.5* diperoleh parameter data uji dengan pola distribusi sebagai berikut :

Tabel 5.5 Rekap pola distribusi interval kerusakan

No	Komponen	Pola Distribusi	Parameter
1	Dudukan pneumatic	Normal	$\sigma=2,2906 \quad \mu=5,1296$
2	Bushing Pneumatik	Normal	$\sigma=2,6004 \quad \mu=5,8095$

Berdasarkan nilai hasil analisa yang diperoleh dengan menggunakan bantuan *software*, dibandingkan dengan perhitungan secara manual, maka diperoleh:

$$\mu = \frac{\sum x}{n} = \frac{277}{54} = 5.1296 \text{ menit}$$

$$\sigma = \sqrt{\frac{\sum(x-\mu)^2}{n-1}} = \sqrt{\frac{278.0925}{53}} = 2,2906 \text{ menit}$$

Perhitungan parameter *bushing* pneumatik digunakan hasil perhitungan dengan menggunakan *software*, karena hasil perhitungan manual komponen sebelumnya telah sama dengan hasil perhitungan dengan menggunakan bantuan *software*.

- Perhitungan dudukan pneumatik
  - Dudukan pneumatik berfungsi sebagai bantalan dari gerak komponen silinder pneumatik, Berikut merupakan perhitungan pola distribusinya:
- Fungsi Kepadatan Probabilitas

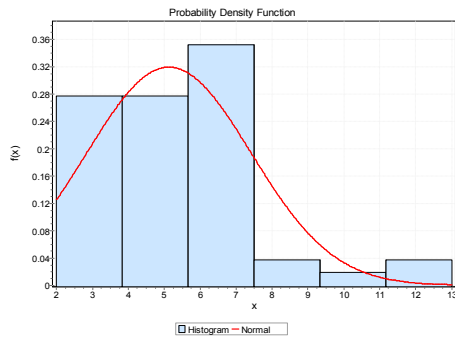
$$f(t) = \frac{1}{\sigma\sqrt{2\pi}} \exp\left(-\frac{(t-\mu)^2}{2\sigma^2}\right); \quad -\infty < t < \infty$$

dimana, nilai t dipilih secara acak untuk menentukan kordinat dari (t, f(t)) dan  $\sigma=2,2906, \mu=5,1296$  sehingga persamaan menjadi :

$$f(4) = \frac{1}{2.2906 \sqrt{2\pi}} \exp\left(-\frac{[4-5.1296]^2}{2(2.2906)^2}\right)$$

$$f(4) = 0.1542$$

maksimal untuk  $f(4)$  adalah 0,3358 menit.

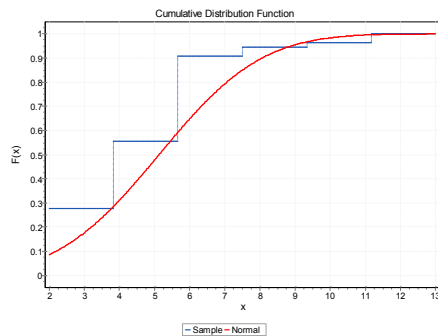


Gambar 5.4 Grafik fungsi kepadatan probabilitas komponen dudukan pneumatik

- Fungsi Distribusi Kumulatif

$$F(t) = \int_0^t \frac{1}{\sigma\sqrt{2\pi}} \exp\left(-\frac{(t-\mu)^2}{2\sigma^2}\right) dt$$

Nilai koordinat  $y$  atau  $F(t)$  untuk grafik *Cumulative Distribution Function* (CDF) diperoleh nilai 0,3109 menit hingga 0,5096 menit.

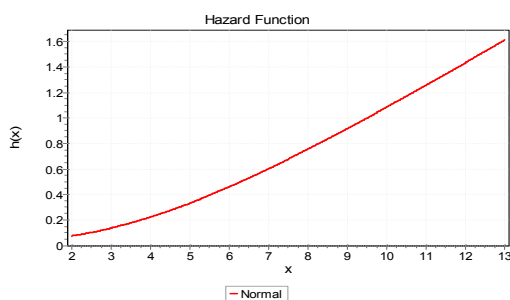


Gambar 5.5 Grafik fungsi probabilitas komulatif omponen dudukan pneumatik

- Fungsi Keandalan  
Distribusi kehandalan tidak dihitung karena berbanding terbalik dengan distribusi komulatif (Dhillon,2002).
- Fungsi Laju Kerusakan  
Menghitung fungsi laju kerusakan atau *hazard rate function* digunakan perhitungan sebagai berikut :

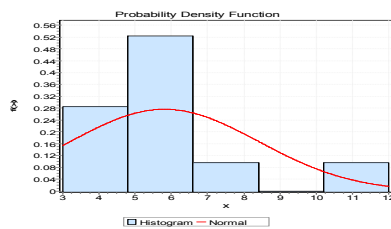
$$h(t) = \frac{f(t)}{1-F(t)}, \quad h(4) = \frac{0.3084}{1-0.3109}, \quad h(4) = 0.4476$$

berikut adalah grafik dari laju kerusakan komponen dudukan pneumatic yang diperoleh setelah melakukan penghitungan.



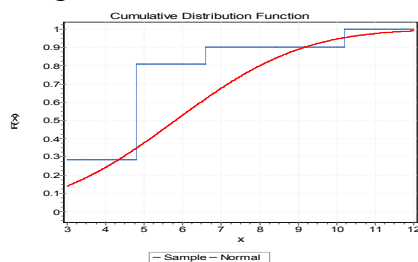
Gambar 5.6 Grafik fungsi laju kerusakan komponen dudukan pneumatik

- Perhitungan bushing pneumatik  
 Data parameter yang dihasilkan  $\sigma=2,6004$  ;  $\mu=5,8095$ , nilai nilai fungsi dari distribusi normal pada bushing pneumatic selanjutnya dihitung dengan menggunakan langkah yang sama pada dudukan pneumatik, sebagai berikut :
- Fungsi Kepadatan Probabilitas)  
 dengan  $\sigma=2,6004$  ;  $\mu=5,8095$ , ( $t$ ) = 5 sebab tidak ada kegagalan dengan waktu 4 menit dengan cara yang sama diperoleh nilai  $f(5) = 0.3063$  menit (Lampiran4.1), berikut grafik fungsinya :



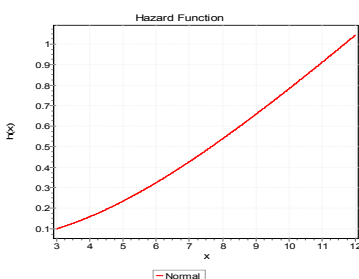
Gambar 5.7 Grafik fungsi kepadatan probabilitas bushing pneumatik

- Fungsi Distribusi Kumulatif  
 Dengan nilai  $F(5) = 0.4774$  menit (Lampiran 4), maka diperoleh grafik fungsi sebagai berikut :



Gambar 5.8 Grafik fungsi distribusi kumulatif bushing pneumatik

- Fungsi Keandalan  
 Untuk distribusi kehandalan tidak dihitung karena sama dengan distribusi komulatif.
- Fungsi Laju Kerusakan  
 Diperoleh nilai laju kerusakan  $h(t) = 0.5862$  menit, dengan grafik fungsi sebagai berikut :



Gambar 4.10 Grafik fungsi laju kerusakan bushing pneumatik

- Pengujian *Kolmogorov-Smirnov*  
 Pengujian pola distribusi terhadap nilai yang diperoleh diuji dengan menggunakan

metode kolmogorov smirnov dengan tingkat signifikan yang dipakai adalah 5% (0.05), dengan nilai Dtabel = 0.328, kemudian hipotesa awal yang diberikan adalah sebagai berikut:

$H_0$  : data kegagalan bushing pneumatik berdistribusi normal

$H_1$  : data kegagalan bushing pneumatik tidak berdistribusi normal

Dimana :  $H_0$  diterima bila Dhitung  $\leq$  Dtabel

$H_0$  ditolak bila Dhitung  $>$  Dtabel

setelah dilakukan penghitungan pada semua komponen distribusi maka didapat jika Dhitung maksimal  $\leq$  dari Dtabel, yaitu  $0.2816 < 0.328$  sehingga data komponen bushing pneumatik berdistribusi normal.

o Interval Penggantian Komponen dengan *Total Minimum Downtime* (TMD)

Berdasarkan data, maka dapat ditentukan nilai dari *total minimum downtime* (TMD) diwakilkan dengan menggunakan perhitungan data bushing pneumatik diperoleh interval waktu rata - rata kerusakan komponen bushing dengan pola distribusi normal sebesar 5,8095 menit dan standard deviasi sebesar 2,6004 menit. Analisa downtime minimum berdasarkan waktu penggantian optimal karena kerusakan, diperoleh pada interval 1 yang jatuh pada minggu 9 dengan perhitungan kegagalan operasi selama 0,17637 jam operasi dalam periode pemeriksaan rutin setiap 1 minggu. Menggunakan metode dan perhitungan yang sama untuk komponen dudukan pneumatik diperoleh pada interval 1 yang jatuh pada minggu 9 dengan nilai perhitungan kegagalan minimum operasi selama 0,2148 jam.

**4. SIMPULAN [Times New Roman, 12 pt, Bold]**

Berdasarkan analisa diatas maka penggantian pencegahan sebaiknya dibuatkan penjadwalan perawatan atau penggantian pada minggu ke – 9, karena dalam jangka waktu tersebut tercapai keadaan dengan total downtime yang minimal. Perhitungan efisiensi dan hasil produksi didapatkan perbandingan sebagai berikut :

Tabel 5.11 Tabel perbandingan hasil hitung efisiensi sebelum analisa dengan sesudah analisa

output 1 week			
384000		btl /week	
40		Bpm	
Dt tanpa TMD		Hp sebelum	ef. Sebelum
23	mnt / week	383080	0,9976
9577	mnt / week		
Dt harapan setelah TMD		Hp sesudah	ef. Sesudah
10,5822	mnt / week hit	383577	0,9989
9589	mnt / week selisih		
waktu operasi standard / week			
9600		mnt / week	

Dapat dilihat pada tabel diatas jika kenaikan efisiensinya cukup rendah untuk minggu ke – 9 sebesar 0.13 %, merupakan batas minimum downtime untuk satu jenis komponen yang menjadi penyumbang kegagalan terbesar.

## DAFTAR PUSTAKA

- [1] Dhillon, B.S., 2002, *Engineering Maintenance : A Modern Approach*, CRC Press LLC
- [2] JD Gibbons, S Chakraborti, 2003, [Nonparametric statistical inference](#)
- [3] Sodikin Imam, 2012, Penentuan Kombinasi Waktu Perawatan Preventif Dan Jumlah Persediaan Komponen Guna Meningkatkan Peluang Sukses Mesin Dalam Memenuhi Target Produksi
- [4] Irawan Harnadi ,Bangun, 2010, Perencanaan Pemeliharaan Mesin Produksi Dengan Menggunakan Metode *Reliability Centered Maintenance* (Rcm) Ii Pada Mesin Blowing O.M.
- [5] Kamran S. Moghaddam, 2008, Preventive Maintenance And Replacement Scheduling:Models And Algorithms
- [6] Kaunia-2012, Vol.VIII-No 21.2-Hendro-Asisco-Kifayah-Amar-Yandra-Rahardian-Usulan- Perawatan-Mesin-Dengan-Metode-Reliability
- [7] Nguyen-Bagajewicj, 2008, Optimization Of Preventive Maintenance Scheduling In Processing Plants
- [8] Peter Muchiri, 2006, Performance Measurement Using Overall equipment Effectiveness(OEE): Literature Review& Practical Application Discussion,PEER\_Stage2\_10.1080, International Journal Of Production Research
- [9] Rausand, Marvin., 2004, System Reliability Theory : Models, Statistical Methods, And Applications / Marvin
- [10] Rebai Hosni, 2014, Bachelor thesis : Tribology and machine elements
- [11] Siswanto, Y. 2010, Perancangan Preventive Maintenance Berdasarkan Metode Reliability Centered Maintenance (RCM) Pada PT. Sinar Sosro, USU, Medan
- [12] Triwardani Hesti, 2013, Analisis *Overall Equipment Effectiveness* (Oee) Dalam Meminimalisi *Six Big Losses* Pada Mesin Produksi *Dual Filters Dd07* (Studi Kasus : Pt. Filtrona Indonesia, Surabaya, Jawa Timur