

The Implementation of Age Replacement Method for VH-Drum Components for Baby Diaper Production Machines at PT. XYZ: The Implementasi Metode Age Replacement Komponen VH-Drum Mesin Produksi Popok Bayi Pada PT. XYZ

Fu'ad Fauzi
Ribangun Bamban Jakaria

Universitas Muhammadiyah Sidoarjo
Universitas Muhammadiyah Sidoarjo

At PT. XYZ often experiences damage problems during the production process, the high level of damage often causes corrective activities. The high level of corrective activities is caused by replacing components after the component is damaged and this causes high downtime. The average damage to the vh-drum component has a damage frequency of 23 times and a downtime of 3052 minutes in a year. In this study, the aim was to obtain a time interval for replacing sonic seals to reduce maintenance costs by using the age replacement method. Based on the results of the analysis and discussion that has been carried out, it can be concluded that the replacement interval for the Vh-Drum Component of the Baby Diaper Production Machine has decreased with the previous down time of 3052 with the replacement interval for the Vh-Drum Component of the Baby Diaper Production Machine is Baby Diaper is 70,301 days with a total costs IDR 21,735,945, 67 days with a total cost of IDR 22,831,972, 60,883 days with a total cost of IDR 25,018,276. Meanwhile, the smallest cost falls at an interval of 70,301 days with a total cost of Rp. 21,735,945.

Pendahuluan

Pada dunia industri, produk merupakan hasil utama dalam suatu proses produksi. Sistem produksi sendiri terdiri dari proses *input* bahan baku dan proses *output* barang jadi dan dilamnya melalui suatu proses pengolahan bahan baku. Agar suatu proses produksi dapat berjalan lancar dan kebutuhan pasar dapat terpenuhi, maka di butuhkan kegiatan pemeliharaan mesin agar dapat menunjang suatu proses produksi yang sudah di tetapkan oleh suatu perusahaan. Perawatan atau *maintenance* merupakan kegiatan pemeliharaan fasilitas pabrik untuk mengadakan suatu perbaikan atau penggantian komponen mesin agar dalam proses produksi dapat berjalan lancar dan baik [1]. Hal ini dapat di capai untuk mengurangi *down time* atau kendala sekecil mungkin, sehingga mesin dapat berjalan secara optimal dan efisien. Namun sering kali terjadi kerusakan karna kelalain dalam proses perawatan sehingga dapat menyebabkan kerugian dalam proses produksi dan kerugian di dalam biaya perawatannya. Namun apabila sistem perawatan mesin dapat berjalan secara optimal dan secara teratur maka dapat mengurangi biaya kerusakan dan proses produksi berjalan sesuai target yang di tentukan [2].

Pada PT. XYZ sering mengalami kendala kerusakan saat proses produksi berlangsung, tingginya tingkat kerusakan hal tersebut sering melakukan kegiatan *corrective*. Walaupun tindakan *preventive* sudah di lakukan namun di rasa kurang berjalan dengan baik. Tingginya kegiatan *corrective* di sebabkan karena dalam penggantian komponen di lakukan setelah komponen tersebut

mengalami kerusakan dan hal tersebut menyebabkan *downtime* tinggi. Rata rata kerusakan pada komponen *vh- drum* memiliki frekuensi kerusakan sebanyak 23 kali dan *downtime* sebanyak 3052 menit dalam setahun. Apabila kerusakan sering terjadi maka proses produksi akan terganggu dan biaya perawatan akan tinggi.

Rumusan Masalah

Berdasarkan uraian latar belakang yang dikemukakan diatas, adapun rumusan masalah pada penelitian ini adalah Berdasarkan pada latar belakang tersebut dapat menjelaskan rumusan permasalahan dalam penelitian, yaitu “ Bagaimana caranya mengimplementasikan metode *age replacement* guna meminimasi biaya *maintenance*?”

Kajian Pustaka dan Dasar Teori

Vh - drum

Vh - drum atau nama lain dari *90 turn drum* merupakan komponen terpenting dari mesin yang di gunakan untuk menempelkan absorbent dengan material belt nw yang sebelumnya absorbent tersebut menempel pada *pad vh* dan di potong potong oleh *vh cutter* kemudian di putar arah oleh *vh drum* untuk di tempelkan dengan material belt nw. *Vh - drum* sendiri berdiameter $\pm 1,5$ meter dan servo motor sebagai penggeraknya, bagian bagiannya sendiri terdapat berbagai macam part seperti *pad vh*, *cutter vh*, *arm pad*, *cam follower* dan lain lain [3].

Sistem Pemeliharaan

Pemeliharaan atau perawatan dalam suatu industri merupakan salah satu faktor penting dalam mendukung proses produksi. Oleh karena itu proses produksi harus di dukung oleh peralatan yang siap bekerja setiap saat dan handal. Untuk mencapai hal itu maka peralatan penunjang proses produksi ini harus mendapatkan perawatan yang tertur dan terencana [4]. Sedangkan tujuan dilakukan pemeliharaan menurut [5] antara lain adalah :

- Memperpanjang kegunaan aset (yaitu setiap bagian dari suatu tempat kerja, bangunan dan isinya)..
- Menjamin ketersediaan optimum peralatan yang di pasang untuk produksi atau jasa untuk mendapatkan laba investasi semaksimal mungkin
- Menjamin kesiapan operasional dari seluruh peralatan yang di perlukan dalam keadaan darurat setiap waktu
- Menjamin keselamatan orang yang menggunakan sarana tersebut.

Dampak Kerusakan Pada Mesin Industri Manufaktur

Adapun dampak dampak yang terjadi akibat adanya kerusakan pada mesin industri yaitu [6] :

- Akan menghasilkan barang barang yang di bawah standrt kualitas yang telah di tetapkan.
- Jumlah barang yang di hasilkan di bawah target yang di tetapkan
- Untuk mencapai standart kualitas dan jumlah yang telah di tetapkan sesuai dengan kapasitas mesin nantinya akan timbul perbaikan dan perawatan serta dapat membengkaknya *cost* biaya yang tinggi
- Akan mengancam keselamatan kerja karyawan dan pencemaran lingkungan atas peralatan mesin yang di gunakan sudah tidak selayaknya beroperasi dan di paksakan untuk beroperasi.
- Kurangnya kepercayaan pelanggan akibat turunya kualitas prodak yang di hasilkan dan keterlambatan dalam pengiriman barang serta menimbulkan hilangnya pelanggan di karena mencari barang yang lebih berkualitas. Untuk menghindari dampak dampak yang tidak di

harapkan, maka pemeliharaan perawatan mesin harus di lakukan.

Klasifikasi Perawatan

Proses perawatan yang di lakukan oleh perusahaan terbagi menjadi dua yaitu perawatan terencana dan perawatan tidak terencana. Perawatan terencana dapat di sebut sebagai jenis kegiatan yang di lakukan serta di organisasi dengan penjadwalan, perencanaan, pengendalian, dan pencatatan [7].

Total Productive Maintenance (TPM)

Total productive maintenance merupakan konsep baru tentang kegiatan pemeliharaan mesin yang berasal dari Amerikadan di populerkan di jepang oleh Dr. W. Edward Deming setelah perang dunia ke 2 dengan pendekatan dan pemanfaatan data untuk melakukan kontrol kualitas dalam suatu produksi.

Laju Kerusakan

Laju kerusakan berubah ubah sesuai dengan penambahan usia dari mesin tersebut. Dibawah ini merupakan laju kerusakan (*bath up curve*) yang terdiri dari tiga periode yaitu [8] :

- Fasa *burnin*, merupakan fasa yang mempunyai lajukerusakanyangterus menurun sesuaidenganpertambahanyawaktu
- Fasa *useful.life*, merupakan fasa.yang.memiliki.laju.kerusakan.yang.konstan terhadap.waktu
- Fasa *wear.out*, merupakan fasa yang mempunyai laju kerusakan yang terus meningkat

Alat Pemecahan Masalah

Dalam penelitian ini alat pemecahan masalah yang di gunakan adalah diagram pareto . Diagram batang atau bisa juga di bilang diagram pareto adalah grafik batang yang menunjukkan data dari frekuensinya yang terbesar hingga terkecil. Diagram pareto dbuat dan di gunakan sebagai pemecah masalah hingga mengidentifikasi suatu masalah atau penyebab.yang.merupakan.kunci.dalam penyelesaian masalah.dan perbandingan.terhadap keseluruhan. untuk banyak kejadian, di sebabkan oleh 20 % dari penyebabnya dan sekitar 80% daripada efeknya di sebut juga sebagai prinsip pareto [9].

Penentuan Ditribusi

Distribusi weibul

Distribusi weibul merupakan distribusi empiris yang paling banyak digunakan dan muncul pada hamper semua karakteristik kegagalan produk karena mencangkup ketiga frase kerusakan yang mungkin terjadi pada distribusi kerusakan. Parameter yang digunakan dalam distribusi weibull ini adalah θ yang disebut parameter skala (scale parameter) dan β yang disebut dengan parameter bentuk (shape parameter). Parameter β berguna untuk menentukan tingkat kerusakan dari pola data yang terbentuk dan parameter skala θ mempengaruhi nilai tengah dari pola data. fungsi distribusi weibull adalah [10]:

$$F(t) =$$

$$F(t) = 1 -$$

$$R(t) =$$

$$MTTF = .)$$

- fungsi kepadatan peluang
- fungsi.distribusi.kumulatif
- fungsi.keandalan
- mean.time.to.failure. (MTTF)
- mean. time.to.repaire (MTTR)

$$MTTR = \theta \Gamma (1-)$$

Nilai $\Gamma (1-)$ diperoleh dari $\Gamma(x)$ tabel fungsi gama

Distribusi normal

Distribusi normal merupakan distribusi paling penting dalam bidang statistic gejala muncul di dalam industry dan penelitian yang dapat di gambarkan dengan baik oleh kurva distribusi normal. Kurva distribusi normal ine berbentuk lonceng atau genta dan persamaanya. Kali pertama di temukan pada tahun 1733 masehi oleh Abraham DeMoivre. y ang juga menemukan persamaanya waktu melakukan penelitian galat dalam pengukuran secara berulang - ulang menggunakan bahan yang sama. Persamaan matematika distribusi normal kontinu bergantung pada dua parameter, yaitu rataaan dan simpangan baku . Persamaan distribusi normal ini adalah sebagai berikut [11] :

$$f(x) =$$

Persamaan ini di sebut juga fungsi kepadatan. Jika di cari turunan pertama dan turunan keduanya akan di dapat berturut - turut persamaan - persamaan berikut [12] :

$$f'(x) =$$

$$f''(x) =$$

Distribusi eksponensial

Variabel random X dikatakan berdistribusi Eksponensial apabila fungsi probabilitasnya sebagai berikut :

$$f(x) =$$

Distribusi gamma

Variabel random X dikatakan berdistribusi Gamma jika dan hanya jika fungsi probabilitasnya sebagai berikut :

$$f(x) =$$

Distribusi lognormal

Suatu variabel acak X merupakan distribusi probabilitas lognormal bila $\ln X$ (logaritma natural X) adalah normal. Dalam kasus ini fungsi kepadatannya adalah:

$$f(x) =$$

dimana deviasi standar adalah σ dan rata-rata adalah μ dan merupakan parameter-parameter distribusi ini. Karena hubungannya dengan distribusi normal (yaitu transformasi logaritmis), maka probabilitas yang berhubungan dengan variat lognormal dapat ditentukan dengan mentransformasikan peubah acaknya.

Mean time to failure atau MTTF adalah istilah dalam perhitungan reliability yang artinya waktuperalatan atau.komponen mulai operasi sampai dengan *Failure* dengan rumus sebagai berikut [13] :

Exponential

MTTF =

Weibull

MTTF = $\alpha \lambda (1 +)$

Normal

MTTF = μ

Lognormal

MTTF = $\exp (\mu +)$

Gamma

MTTF = $\alpha \times \beta$

Mean Time To Repair atau MTTR adalah ukuran dasar maintainability memperbaiki item. Merupakan rata rata waktu yang di butuhkan untuk memperbaiki komponen yang gagal atau rusak. Di sajikan secara matematis, itu adalah total pemeliharaan korektif waktu yang di bagidenganjumlahtotal tindakanpemeliharaankorektifselamaperiodewaktutertentu. Hal ini biasanya tidak termasuk Lead time untuk part yang di butuhkan atau Logistic downtime.

MTTR =

PerhitunganMTTFdanMTTRdenganmenggunakanparameteruntumasingmasing komponen atau sisitem MTTF merupakanwaktu ratarata terjadinya rusakandanMTTR waktu rata rata yang diperlukan untuk melakukan perbaikan *atau reparasi*.

Tindakan Penggantian *Age Replacement* dan *Block Replacement*

Berdasarkan waktu pelaksanaan terdapat dua jenis Tindakan penggantian pencegahan yaitu *block replacement* dan *age replacement* [14]. *Block replacement* memiliki rumus sebagai berikut :

$C(tp)=$

Dimana (Jardine, 1973):

$C_p =$ Biaya penggantian pencegahan

$C_f =$ Biaya penggantian kerusakan

$H(tp)=$ Nomor ekspektasi terjadi kegagalan pada interval (0, tp)

$T_p =$ Panjang siklus

Sedangkan *age replacement* adalah model penggantian pencegahan ini dilakukan tergantung pada umur pakai komponen. Penggantian pencegahan dilakukan dengan menetapkan Kembali interval

pengecehan berikutnya sesuai dengan interval waktu yang ditentukan jika terjadi kerusakan yang menuntut penggantian. *age replacement* memiliki rumus sebagai berikut:

$C(tp) =$

Dimana (Jardine, 1973):

$C(tp)$ = Total ongkos persatuan waktu jika penggantian dilakukan interval (tp)

$R(tp)$ = Nilai reliability pada saat (tp)

C_p = Biaya penggantian pengecehan

C_f = Biaya penggantian kerusakan

$M(tp)$ = Nilai rata-rata waktu terjadinya kerusakan

T_f = waktu penggantian kerusakan

T_p = Waktu penggantian pengecehan

tp = Interval waktu penggantian pengecehan

Metode

1. Metode Pengumpulan Data

Dalam pengumpulan data pada penelitian ini dilakukan untuk mendapatkan informasi dan data dari obyek penelitian. Pengumpulan data dilakukan dengan cara observasi secara langsung dan dokumentasi data yang dimiliki perusahaan, adapun data yang dikumpulkan dari penelitian ini yaitu

- Data frekuensi kerusakan
- data *downtime* tahun 2020
- biaya yang dikeluarkan oleh perusahaan terkait rusaknya mesin pada tahun 2020

2. Metode Pengolahan Data

Pada tahap ini setelah semua data terkumpul, kemudian langkah selanjutnya melakukan pengolahan data melalui pendekatan kuantitatif deskriptif yang lebih menekankan model matematis, di antaranya sebagai berikut:

- pemilihan komponen kritis dan di analisa menggunakan prinsip pareto
- melakukan perhitungan pola distribusi data dari data waktu antar kerusakan. Perhitungan ini dilakukan dengan menggunakan software bertujuan untuk menguji beberapa parameter distribusi seperti weibull, normal, gamma, lognormal, dan eksponensial dengan uji *test goodness of fit*. Pemilihan pola distribusi dilakukan guna untuk memilih nilai peluang atau *P-value* yang terbesar. Begitu juga nilai parameter dari distribusi terpilih
- selanjutnya menentukan nilai MTTF
- menghitung *cost of preventive (CP)* dan *cost of failure (CF)*
- menghitung perhitungan interval waktu penggantian dengan metode *age replacement*

Hasil dan Pembahasan

Hasil

Data jumlah frekuensi kerusakan mesin - mesin produksi yang diambil 5 item trouble terbanyak pada interval bulan Januari 2020 hingga bulan Desember 2020.

No	Nama Item	Frekuensi	Menit
1	sonic seal	5	3052
2	counting mesin	33	2230
3	belt nw	69	1746
4	fg lycra	119	1584
5	wg/fg slit hma	7	1354

Table 1. *Frekuensi Kerusakan Mesin – Mesin Produksi Popok Bayi*

Untuk data waktu antar kerusakan berdasarkan frekuensi kerusakan pada periode 2020 dan lama perbaikan sonic seal dalam satuan hari sedangkan waktu perbaikan dalam satuan menit dapat dilihat pada tabel 2. dibawah ini :

No	Tanggal kerusakan	Rentang waktu antar kerusakan	Lama perbaikan
1	25 januari 2020	70 hari	440 menit
2	26 maret 2020	60 hari	480 menit
3	30 mei 2020	64 hari	430 menit
4	8 agustus 2020	68 hari	440 menit
5	11 oktober 2020	63 hari	450 menit
Jumlah		hari	2240 menit

Table 2. *Waktu Antar Kerusakan*

Pengolahan Data

Pemilihan komponen kritis menggunakan prinsip pareto yaitu 80:20. Penentuan komponen kritis dilakukan dengan melihat frekuensi kerusakan dan waktu downtime setiap komponen. Hasil diagram pareto dapat diketahui bahwa komponen yang berada dalam rentang 20% adalah komponen sonic seal, counting mesin, belt nw, fg lycra, dan wg/fg slit hma.

Data Downtime Komponen Kritis

Downtime awal merupakan data waktu penggantian akibat kerusakan mulai dari awal kerusakan sampai mesin dapat berfungsi kembali. Sedangkan downtime sesudah tindakan preventif didapatkan dari wawancara kepada pihak maintenance perusahaan. Hasil downtime komponen *sonic seal* dapat dilihat pada tabel 3.

Komponen	Downtime sebelum preventif (Tf)	Downtime Sesudah preventif (Tp)
Sonic seal	3052	2240

Table 3. *Downtime Komponen Kritis*

Analisis Pemilihan Uji Goodness Of Fit

Perhitungan distribusi dilakukan menggunakan software statgraphics. Perhitungan distribusi terdiri dari distribusi weibull, eksponensial, normal, lognormal, dan gamma. Perhitungan distribusi bertujuan untuk mendapatkan nilai kemungkinan mesin dapat beroperasi sampai waktu tertentu dan untuk menghitung nilai harapan siklus kerusakan. Pemilihan distribusi dilakukan berdasarkan

nilai peluang atau P value terbesar. Hasil pemilihan distribusi dapat dilihat di bawah ini.

Normal
DPLUS
DMINUS
DN
P-Value

Table 4. Hasil Nilai Peluang Distribusi Normal

Berdasarkan hasil uji Distribusi Normal diatasdiketahui bahwa angka signifikan setiap variabel menunjukkan angka lebih besar dari 0,05, yaitu sebesar 0.998763.

Weibull
DPLUS
DMINUS
DN
P-Value

Table 5. Hasil Nilai Peluang Distribusi Weibull

Berdasarkan hasil uji Distribusi Weibull diatasdiketahui bahwa angka signifikan setiap variabel menunjukkan angka lebih besar dari 0,05, yaitu sebesar 0.998813.

Gamma
DPLUS
DMINUS
DN

P-Value

Table 6. Hasil Nilai Peluang Distribusi Gamma

Berdasarkan hasil uji Distribusi Gamma di atas diketahui bahwa angka signifikan setiap variabel menunjukkan angka lebih besar dari 0,05, yaitu sebesar 0.999725.

Lognormal
DPLUS
DMINUS
DN
P-Value

Table 7. Hasil Nilai Peluang Distribusi Lognormal

Berdasarkan hasil uji Distribusi Lognormal di atas diketahui bahwa angka signifikan setiap variabel menunjukkan angka lebih besar dari 0,05, yaitu sebesar 0.993824.

Exponential	Normal
DPLUS	0.134434
DMINUS	0.20196
DN	0.20196
P-Value	0.996773

Table 8. Hasil Nilai Peluang Distribusi Eksponensial

Berdasarkan hasil uji Distribusi Eksponensial di atas diketahui bahwa angka signifikan setiap variabel menunjukkan angka lebih besar dari 0,05, yaitu sebesar 0.996773.

Distribusi Terpilih	P-Value
Normal	0,998763
Weibull	0,998813

Gamma	0,999725
Lognormal	0,993824
Eksponensial	0,996773

Table 9. Hasil Nilai Peluang Distribusi

Dari hasil di atas dapat diketahui bahwa nilai peluang distribusi terbesar yaitu Gamma dengan nilai P-Value sebesar 0,999725. sehingga di dapat perhitungan di bawah ini: bawah ini:

$$r_{(1)} = dx$$

$$= \text{Lim } dx$$

$$= \text{Lim } ()$$

$$= - (\text{Lim } e^{-z} - e^0)$$

$$= - (0-1)$$

$$R(1)= 1$$

Penentuan Parameter Distribusi

Penentuan parameter distribusi terpilih dapat dilihat pada tabel 10 :

Distribusi	Parameter
Normal	$\mu = 65,0$
$\sigma = 4$	
Weibull	$\beta = 1,23881$
$\eta = 808,632$	
Gamma	$\beta = 3,0667$
$\alpha = 22,924$	
Lognormal	$\mu = 65,0$
$\sigma = 4$	
Eksponensial	$\lambda = 0,00039$

Table 10. Hasil Parameter Distribusi

Analisis Perhitungan *Mean Time to Failure* (MTTF)

Secara umum MTTF (*Mean Time to Failure*) merupakan rata-rata waktu kerusakan yang menunjukkan bahwa kapan kerusakan komponen akan terjadi berdasarkan data sebelumnya. Perhitungan MTTF dilakukan berdasarkan pada parameter distribusi yang terpilih. Perbedaan distribusi menyebabkan perbedaan cara menghitung MTTF, karena parameter yang digunakan tidak sama dan dapat di lihat pada tabel 11:

Berikut ini adalah contoh perhitungan MTTF pada komponen sonic seal yaitu *Mean time to failure* atau *MTTF* adalah istilah dalam perhitungan *reliability* yang artinya *.waktuperalatan* atau *.komponen mulai operasi sampai dengan Failure* dengan rumus sdebagai berikut .

Exponential

$$MTTF =$$

Weibull

$$MTTF = \alpha \lambda (1 +)$$

Normal

$$MTTF = \mu$$

Lognormal

$$MTTF = \exp (\mu +)$$

Gamma

$$MTTF = \alpha \times \beta$$

Distribusi gamma

$$MTTF = \alpha \times \beta$$

$$MTTF = 3,0667 \times 22,924$$

$$MTTF = 70,301 = 70$$

Distribusi normal

$$MTTF = \mu$$

$$MTTF = 65,0$$

Distribusi weibull

$$MTTF = \alpha \lambda (1 +$$

$$MTTF = 608,632 \lambda (1 +$$

$$MTTF = 808,632 (1,807)$$

$$MTTF = 1.461,198 : 24 = 60,883 = 61$$

Jadi di dapatkan bahwa interval penggantian komponen sonic seal adalah sebesar 70,301 hari

Komponen	MTTF	DISTRIBUSI
Sonic Seal	70 hari	GAMMA
Sonic Seal	65 hari	NORMAL
Sonic Seal	61 hari	WEIBULL

Table 11. Hasil Perhitungan MTTF

Analisis Perhitungan Interval Penggantian Komponen dengan Metode *Age Replacement*

Model penggantian pencegahan yang digunakan adalah metode *age replacement* yaitu suatu model penggantian dimana interval waktu penggantian komponen dilakukan dengan memperhatikan umur pemakaian dari komponen tersebut, sehingga dapat menghindari terjadinya penggantian peralatan yang masih baru dipasang akan diganti dalam waktu yang relatif singkat. Apabila terjadi

kerusakan sebelum waktu yang telah ditentukan, maka penggantian komponen selanjutnya adalah dilakukan setelah komponen tersebut mencapai umur optimalnya, dihitung dari saat penggantian terakhir komponen sehingga dengan demikian pemakaian dari suatu komponen selalu optimal dan tidak terjadi pemborosan karena penggantian yang tidak perlu. Untuk melakukan penggantian pencegahan ini dilakukan perhitungan yang sifatnya trial and error hingga diperoleh nilai cost yang minimum. Perhitungan dapat dilihat sebagai berikut:

$$C(tp) =$$

Dimana (Jardine, 1973):

$$C(tp) = \text{Total.ongkos.persatuan.waktu.jika.penggantian.dilakukan.interval (tp)}$$

$$R(tp) = \text{Nilai.reliability.pada.saat (tp)}$$

$$Cp = \text{Biaya.penggantian.pencegahan}$$

$$Cf = \text{Biaya.penggantian.kerusakan}$$

$$M(tp) = \text{Nilai.rata.rata.waktu.terjadinya.kerusakan}$$

$$Tf = \text{waktu.penggantian.kerusakan}$$

$$Tp = \text{Waktu.penggantian.pencegahan}$$

$$tp = \text{Interval.waktu.penggantian.pencegahan}$$

Data yang dibutuhkan untuk melakukan perhitungan interval waktu penggantian adalah sebagai berikut:

$$\text{Biaya komponen} = \text{Rp } 52.475.000$$

$$\text{Harga per satu pcs} = \text{Rp } 1.500$$

$$\text{Rata rata jumlah produksi dalam satu jam} = 20.000 \text{ pcs}$$

Waktu rata-rata akibat kerusakan (T_f) adalah 3052 menit atau 50,8 jam, sedangkan waktu rata-rata perbaikan (T_p) adalah 2475 menit atau 41,25 jam.

Data *Cost of Failure* (C_f) dan data *Cost of Preventive* (C_p)

$$\text{Keuntungan yg hilang} = 20.000 \text{ pcs/jam} * \text{Rp. } 1500/\text{pcs} = \text{Rp. } 30.000.000/\text{jam}$$

$$C_f = (\text{Keuntungan yg hilang} * T_f) + \text{Biaya Komponen}$$

$$C_f = \text{Rp. } 30.000.000/\text{jam} * 50,8 \text{ jam} + \text{Rp. } 52.475.000$$

$$C_f = \text{Rp. } 1.576.475.000$$

$$C_p = (\text{Keuntungan yg hilang} * T_p) + \text{Biaya Komponen}$$

$$C_p = \text{Rp. } 30.000.000/\text{jam} * 41,25 \text{ jam} + \text{Rp. } 52.475.000$$

$$C_p = \text{Rp. } 1.289.975.000$$

$$Cf = \text{Rp. } 1.576.475.000$$

Perhitungan untuk $tp = 70$ hari

$$Tf = 50,8 \text{ jam} = 2,116 \text{ hari}$$

$$Cp = \text{Rp. } 1.289.975.000$$

$$Tp = 41,25 \text{ jam} = 1,718 \text{ hari}$$

$$t = 70 \text{ hari/bulan}$$

$$R(tp) = 1 - \Phi\left[\frac{t - Tf}{Tp - Tf}\right]$$

$$= 1 - 0,999725 []$$

$$= 0,000275 [2,919]$$

$$= 0,0008029$$

$$M(tp) =$$

$$=$$

$$=$$

$$= 70,05625$$

$$C(tp) =$$

$$=$$

$$=$$

$$= 21.830.368$$

Berikut hasil perhitungan biaya komponen sonic seal dengan distribusi Normal dapat di lihat pada tabel.

Perhitungan untuk $tp = 67$ hari

$$Cf = \text{Rp. } 1.576.475.000$$

$$Tf = 50,8 \text{ jam} = 2,116 \text{ hari}$$

$$Cp = \text{Rp. } 1.289.975.000$$

$$Tp = 41,25 \text{ jam} = 1,718 \text{ hari}$$

$$t = 67 \text{ hari/bulan}$$

$$R(tp) = 1 - \Phi\left[\frac{t - Tf}{Tp - Tf}\right]$$

$$= 1 - 0,998763 []$$

$$= 0,001237 [0,618]$$

$$= 0,0007648$$

$$M (tp) =$$

$$=$$

$$=$$

$$= 67,0512$$

$$C(tp) =$$

$$=$$

$$=$$

$$= 22.771.115$$

Berikut hasil perhitungan biaya komponen sonic seal dengan distribusi weibull :

Perhitungan untuk $tp = 61$ hari

$$Cf = \text{Rp. } 1.576.475.000$$

$$Tf = 50,8 \text{ jam} = 2,116 \text{ hari}$$

$$Cp = \text{Rp. } 1.289.975.000$$

$$Tp = 41,25 \text{ jam} = 1,718 \text{ hari}$$

$$t = 61 \text{ hari/bulan}$$

$$R (tp) = 1 - \exp [-]$$

$$= 1 - 0,998813 []$$

$$= 0,0001187 [0,085]$$

$$= 0,0001009$$

$$M (tp) =$$

$$=$$

$$=$$

$$= 60,88915$$

$$C(tp) =$$

$$=$$

$$=$$

= 25.017.684

Dari perhitungan diatas maka dapat disimpulkan *preventife maintenance* dapat meminimasi biaya *maintenance*. Untuk perbandingan total biaya penggantian pada interval waktu penggantian yang diperoleh dengan menggunakan metode *age replacement*. Hasil perbandingan perhitungan total biaya komponen kritis dapat dilihat pada tabel 13.

No	komponen	MTTF	Total Biaya	DITSRIBUSI
1	Sonic seal	70,301 hari	Rp 21.735.945	GAMMA
2	Sonic seal	65,0 hari	Rp 22.831.972	NORMAL
3	Sonic seal	60,883 hari	Rp 25.018.276	WEIBULL

Table 12. Perbandingan Perhitungan Total Biaya Penggantian Age Replacement

Dengan adanya tindakan preventif penggantian maka biaya dapat diturunkan sehingga tidak perlu menghabiskan banyak biaya penggantian.

Pembahasan

Cara untuk menurunkan *downtime* berdasarkan interval waktu penggantian pencegahan kerusakan komponen *vh-drum* pada mesin popok bayi yaitu dengan metode *Age Replacement*. Ada 5 tahapan yang dilakukan yaitu :

- Pemilihan komponen kritis dan di analisa menggunakan prinsip pareto
- Melakukan perhitungan pola distribusi data dari data waktu antar kerusakan. Perhitungan ini dilakukan dengan menggunakan software bertujuan untuk menguji beberapa parameter distribusi seperti weibull, normal, gamma, lognormal, dan eksponensial dengan uji test *goodness of fit*. Pemilihan pola distribusi dilakukan guna untuk memilih nilai peluang atau *p-value* yang terbesar. Begitu juga nilai parameter dari distribusi terpilih
- Selanjutnya menentukan nilai *mttf*
- Menghitung *cost of preventive (cp)* dan *cost of failure (cf)*
- Menghitung perhitungan interval waktu penggantian dengan *metode age replacement*

Berdasarkan pertimbangan waktu dan ongkos dalam melakukan pemilihan model matematis, maka dipilih *age replacement*. Pemilihan *age replacement* pada penelitian ini disebabkan harga Komponen *Vh-Drum* Mesin Produksi Popok Bayi yang mahal sehingga dalam melakukan tidak bisa sesering mungkin. Penggunaan model *age replacement* ini dilakukan hanya jika komponen telah mencapai umur tertentu. Penentuan interval penggantian pencegahan dengan kriteria minimasi biaya berdasarkan ongkos *maintenance*. Biaya penggantian untuk Komponen *sonic seal* Mesin Produksi Popok Bayi yang paling rendah adalah dengan *MTTF* 70,301 dengan biaya Rp 21.735.945 . Dengan adanya analisa-analisa perhitungan interval waktu penggantian pencegahan dengan kriteria minimasi biaya, diharapkan perusahaan benar-benar memperhatikan semua aspek yang berhubungan dengan kegiatan penggantian pencegahan. Berdasarkan hasil penelitian ini, perusahaan sebaiknya menggunakan kebijakan penggantian komponen kritis secara terencana dengan metode *age replacement* karena dapat mengurangi biaya dan menghemat biaya yang dikeluarkan.

Kesimpulan

Simpulan

Berdasarkan hasil analisa dan pembahasan yang telah dilakukan dapat ditarik kesimpulan yaitu :

- Dengan biaya penggantian untuk Komponen *Vh-Drum* Mesin Produksi Popok Bayi adalah

- 70 hari dengan total biaya Rp 21.735.945
- 65 hari dengan total biaya Rp 22.831.972
- 61 hari dengan total biaya Rp 25.018.27668
- Lebih memperhatikan pola perawatan preventif secara administrasi maupun praktek di lapangan.
- Mengembangkan pola perawatan yang melibatkan jajaran manajerial dan jajaran operasional agar terbentuk sistem maintenance yang terintegrasi.
- Melakukan training bagi jajaran operasional agar lebih memperhatikan pentingnya perawatan preventif.
- Penyediaan suku cadang yang berkualitas. Saran untuk penelitian selanjutnya dapat lebih memperhatikan komponen-komponen lain agar pengintegrasian sistem perawatan dan persediaan suku cadang serta keuangan bisa selaras.

Sedangkan untuk biaya terkecil jatuh pada interval 70,301 hari dengan total biaya Rp 21.735.945.

Saran

Dari penelitian yang telah dilakukan di XYZ maka dapat diberikan saran kepada perusahaan yaitu :

- a. Lebih memperhatikan pola perawatan preventif secara administrasi maupun praktek di lapangan.
- b. Mengembangkan pola perawatan yang melibatkan jajaran manajerial dan jajaran operasional agar terbentuk sistem maintenance yang terintegrasi.
- c. Melakukan training bagi jajaran operasional agar lebih memperhatikan pentingnya perawatan preventif.
- d. Penyediaan suku cadang yang berkualitas. Saran untuk penelitian selanjutnya dapat lebih memperhatikan komponen-komponen lain agar pengintegrasian sistem perawatan dan persediaan suku cadang serta keuangan bisa selaras.

References

1. [1] F. Sgarbossa, I. Zennaro, E. Florian, and M. Calzavara, "Age replacement policy in the case of no data: the effect of Weibull parameter estimation," *Int. J. Prod. Res.*, 2020.
2. [2] C. Drent, S. Kapodistria, and O. Boxma, "Censored lifetime learning: Optimal Bayesian age-replacement policies," *Oper. Res. Lett.*, 2020.
3. [3] F. Safaei, E. Châtelet, and J. Ahmadi, "Optimal age replacement policy for parallel and series systems with dependent components," *Reliab. Eng. Syst. Saf.*, 2020.
4. [4] S. Sanoubar, L. M. Maillart, and O. A. Prokopyev, "Age-replacement policies under age-dependent replacement costs," *IISE Trans.*, 2021.
5. [5] S. Eryilmaz and M. H. Pekalp, "On optimal age replacement policy for a class of coherent systems," *J. Comput. Appl. Math.*, 2020.
6. [6] F. G. Badía, M. D. Berrade, and H. Lee, "An study of cost effective maintenance policies: Age replacement versus replacement after N minimal repairs," *Reliab. Eng. Syst. Saf.*, 2020.
7. [7] M. Park, K. M. Jung, J. J. Y. Kim, and D. H. Park, "Efficiency consideration of generalized age replacement policy," *Appl. Stoch. Model. Bus. Ind.*, 2019.
8. [8] M. Finkelstein, J. H. Cha, and G. Levitin, "On a new age-replacement policy for items with observed stochastic degradation," *Qual. Reliab. Eng. Int.*, 2020.
9. [9] C. C. Chang, "Optimal age replacement scheduling for a random work system with random lead time," *Int. J. Prod. Res.*, 2018.
10. [10] R. A. Khan, D. Bhattacharyya, and M. Mitra, "A change point estimation problem

related to age replacement policies," *Oper. Res. Lett.*, 2020.

11. [11] T. Dohi and H. Okamura, "Failure-Correlated Opportunity-based Age Replacement Models," *Int. J. Reliab. Qual. Saf. Eng.*, 2020.
12. [12] Y. Iriani and H. Bachtiar, "Analysis of maintenance systems in jet dyeing machine components using the age replacement method," *Univers. J. Mech. Eng.*, 2019.
13. [13] Irwan Sukendar, A. Syakhroni, and M. R. Prawira, "Analysis of the Age Replacement Method to Reduce Tool Downtime," *Int. J. Educ. Sci. Technol. Eng.*, 2020.
14. [14] I. Emovon and C. O. Mgbemena, "Machinery/service system scheduled replacement time determination: A combine weighted aggregated sum product assessment, additive ratio assessment and age replacement model approach," *Int. J. Integr. Eng.*, 2018.