

Analisis Penentuan Waktu Kegiatan Perawatan Preventif Yang Tepat Bagi Mesin Produksi Glasstube Lampu 2U Sesuai Keandalannya (Studi Kasus: PT.Panca Aditya Sejahtera)

¹Fahrudin Khaurullah, ²Dwi Andi HR, ³Darmadi
Program Studi Teknik Industri, Fakultas Teknik
Universitas 45 Surabaya

Email: ¹fahrudin@gmail.com, ²dwiandi@univ45sby.ac.id,
³irdarmadi56@gmail.com

ABSTRAK

Kerusakan mesin merupakan salah satu hal yang dapat menghambat jalannya proses produksi. apabila pada proses produksi tersebut digunakan sistem berurutan, maka kerusakan salah satu mesin pada stasiun kerja dapat mempengaruhi jalannya seluruh proses produksi. oleh karena itu dibutuhkan suatu rencana perawatan yang tepat bagi setiap mesin sehingga mesin ini dapat bekerja dengan baik. Perawatan preventif ini dimaksudkan untuk menjaga keadaan peralatan sebelum peralatan itu menjadi rusak. pada dasarnya yang dilakukan adalah perawatan yang dilakukan untuk mencegah timbulnya kerusakan-kerusakan yang tak terduga dan menentukan keadaan yang dapat menyebabkan fasilitas produksi mengalami kerusakan pada waktu digunakan dalam proses produksi. Dengan demikian semua fasilitas – fasilitas produksi yang mendapatkan perawatan preventif akan terjamin kelancaran kerjanya dan selalu diusahakan dalam kondisi yang siap digunakan untuk setiap proses produksi setiap saat. Hal ini memerlukan suatu rencana dan jadwal perawatan yang sangat cermat dan rencana yang lebih tepat. Perencanaan perawatan yang akan dilakukan dapat didasari oleh keandalan dari mesin tersebut, dimana keandalan (reliability) didefinisikan sebagai peluang atau probability suatu unit atau sistem berfungsi normal jika digunakan menurut operasi tertentu untuk suatu periode waktu tertentu. Analisa Tugas Akhir pada bagian Perawatan Mesin Produksi Glasstube Lampu 2U pada PT.Panca Aditya Sejahtera dengan tujuan untuk membantu perencanaan produksi dan manajemen perawatan, dengan program efisiensi perawatan dan metode Keandalan (reliability) dalam perawatan supaya dapat meningkatkan produktivitas produksi dan mengurangi biaya perawatan.

Kata kunci: *Perawatan preventif, Penjadwalan perawatan, efisiensi perawatan.*

PENDAHULUAN

Kegiatan perawatan mempunyai peranan yang sangat penting, karena selain sebagai pendukung beroperasinya sistem agar lancar sesuai yang dikehendaki, kegiatan perawatan juga dapat meminimalkan biaya atau kerugian – kerugian yang ditimbulkan karena adanya kerusakan mesin. Perawatan dapat dibagi menjadi beberapa macam, tergantung dari dasar yang dipakai untuk menggolongkannya, tetapi pada dasarnya terdapat dua kegiatan pokok dalam perawatan yaitu perawatan preventif yang dimaksud untuk menjaga keadaan peralatan sebelum peralatan itu rusak dan perawatan korektif yang dimaksud untuk memperbaiki peralatan yang rusak. Suatu mesin terdiri dari berbagai komponen yang mungkin saja sangat vital, sehingga apabila komponen tersebut mengalami kerusakan maka akan mendatangkan kerugian yang sangat besar bagi perusahaan, karna dapat menghilangkan jam produksi akibat mesin produksi yang

mati secara tiba – tiba. untuk itu tidak bisa dipungkiri perlunya suatu perencanaan kegiatan perawatan bagi masing – masing mesin produksi untuk memaksimalkan sumber daya yang ada, sehingga diperlukan analisis untuk menentukan waktu kegiatan perawatan preventif untuk memaksimalkan kondisi mesin sesuai keandalannya.

Keandalan merupakan probabilitas bahwa sebuah unit akan memberikan kemampuan yang memuaskan untuk suatu tujuan tertentu dalam periode waktu tertentu. Penerapan keandalan bermanfaat untuk memprediksi kapan suatu *spearpart* pada suatu mesin akan mengalami kerusakan, sehingga dapat ditentukan kapan harus dilakukan perawatan preventif atau pergantian *spearpart*. Dengan diterapkan perawatan preventif maka dapat menghindari kerusakan mesin yang terjadi secara tiba-tiba. Dengan melihat kenyataan pentingnya kegiatan perawatan, penelitian ini mencoba untuk mengemukakan analisis penentuan waktu kegiatan perawatan preventif yang tepat bagi masing – masing mesin produksi sesuai keandalannya. Studi kasus dilakukan pada PT.Panca Aditya Sejahtera.

Rumusan Masalah

Perencanaan perawatan yang akan dilakukan dapat didasari oleh keandalan dari mesin tersebut, dimana keandalan (reliability) didefinisikan sebagai peluang atau probability suatu unit atau sistem berfungsi normal jika digunakan menurut operasi tertentu untuk suatu periode waktu tertentu . Berdasar uraian diatas maka timbul suatu pertanyaan “Apakah kegiatan yang dilakukan selama ini telah memenuhi keandalan yang dibutuhkan dari mesin tersebut? “ dan “ apakah perawatan yang dilakukan selama ini sudah optimal?

Batasan Masalah

Dalam membahas masalah yang diuraikan diatas, penyusun memberikan beberapa batasan , yaitu :

1. Jenis perawatan yang dilakukan adalah perawatan pencegahan atau preventif.
2. Penelitian dilakukan pada Departemen Glasstube pada mesin produksi glasstube lampu 2U.
3. Data historis yang diambil pada bulan Januari sampai Juni 2018.

Tujuan penelitian

Tujuan dari penelitian ini dapat memberikan alternatif dalam menentukan waktu pelaksanaan kegiatan perawatan preventif yang tepat bagi mesin produksi glasstube lampu 2U.

TINJAUAN PUSTAKA

Proses Produksi

PT. Panca Aditya Sejahtera bergerak dalam proses produksi lampu, dari material glasstube sebagai bahan baku menjadi lampu 2U. Terdapat delapan proses mesin produksi yaitu :

A. Mesin Potong Kaca



Gambar 1. Proses Mesin Potong

Proses pemotongan lonjoran glasstube menjadi lima bagian, masing2 panjang potongan berukuran 215 mm.

B. Mesin Bending (Tekuk)



Gambar 2. Proses Mesin Bending

Proses penekukan kaca hasil yang telah dipotong dari mesin potong kaca menjadi U.

C. Mesin Coating



Gambar 3. Proses Mesin Coating

Proses pewarnaan warna putih pada glasstube setelah proses penekukan.

D. Mesin Oven



Gambar 4. Proses Mesin Oven

Proses pengovenan untuk memperkuat warna putih pada glasstube, dan supaya tidak terjadi kerontokan coating pada proses berikutnya.

E. Mesin Pasang Filamen



Gambar 5. Proses Mesin Pasang Filamen

Proses pengelasan antara glasstube yang telah di oven dengan filamen.

F. Mesin Las 2U



Gambar 6. Proses Mesin Las 2U

Proses pengelasan 2 glasstube menjadi satu lampu 2U.

G. Mesin Vacum



Gambar 7. Proses Mesin Vacum

Proses penyedotan udara yang ada pada glasstube, kemudian pengisian argon.

H. Mesin Potong Kaki Filamen



Gambar 8. Mesin Potong Kaki Filamen

Proses pemotongan kaki filaman.

Pengertian Perawatan

Untuk lebih jelas mengenai pengertian pemeliharaan (maintenance) akan penulis kemukakan beberapa pendapat ahli sebagai berikut. Menurut Roger G.Schroeder (2012) suatu kegiatan pemeliharaan yang baik menjamin bahwa fasilitas-fasilitas produktif akan dapat beroperasi secara efektif. Jay Heizer and Barry Render (2010) mengemukakan bahwa Maintenance includes all activities involved in keeping a system's equipment in working order, Pemeliharaan mencakup semua aktivitas yang terlibat dalam menjaga peralatan sistem agar tetap berfungsi.

Menurut Helen Deresky (2014) maintenance dapat diartikan sebagai kegiatan untuk memelihara atau menjaga fasilitas atau peralatan pabrik dan mengadakan perbaikan atau penyesuaian atau penggantian yang diperlukan agar terdapat suatu keadaan operasi produksi yang memuaskan sesuai dengan apa yang direncanakan.

Pada dasarnya terdapat dua prinsip utama dalam sistem perawatan yaitu :

1. Menekan (memperpendek) periode kerusakan (break down period) sampai batas minimum dengan mempertimbangkan aspek ekonomis .
2. Menghindari kerusakan (break down) tidak terencana , kerusakan tiba – tiba .

Dalam sistem perawatan terdapat dua kegiatan pokok yang berkaitan dengan tindakan perawatan, yaitu :

1. Perawatan yang bersifat preventif

Perawatan ini dimaksudkan untuk menjaga keadaan peralatan sebelum peralatan itu menjadi rusak . pada dasarnya yang dilakukan adalah perawatan yang dilakukan untuk mencegah timbulnya kerusakan - kerusakan yang tak terduga dan menentukan keadaan yang dapat menyebabkan fasilitas produksi mengalami kerusakan pada waktu digunakan dalam proses produksi . Dengan demikian semua fasilitas – fasilitas produksi yang mendapatkan perawatan preventif akan terjamin kelancaran kerjanya dan selalu diusahakan dalam kondisi yang siap digunakan untuk setiap proses produksi setiap saat . Hal ini memerlukan suatu rencana dan jadwal perawatan yang sangat cermat dan rencana yang lebih tepat.

Perawatan preventif ini sangat penting karena kegunaannya yang sangat efektif didalam fasilitas – fasilitas produksi yang termasuk dalam golongan “critical unit “ sedangkan ciri – ciri dari fasilitas produksi yang termasuk dalam *critical unit* ialah kerusakan fasilitas atau peralatan tersebut akan :

1. Membahayakan kesehatan atau keselamatan para pekerja
2. Mempengaruhi kualitas produksi yang dihasilkan
3. Menyebabkan kemacetan seluruh proses produksi
4. Harga dari fasilitas tersebut cukup besar dan mahal

Dalam prakteknya perawatan preventif yang dilakukan oleh suatu perusahaan dapat dibedakan lagi sebagai berikut :

- a. Perawatan rutin , yaitu aktivitas pemeliharaan dan perawatan yang dilakukan secara rutin (setiap hari) . Misalnya pembersihan peralatan pelumasan oli , pengecekan isi bahan bakar , dan lain sebagainya .
- b. Perawatan periodik, yaitu aktivitas pemeliharaan dan perawatan yang dilakukan secara periodic atau dalam jangka waktu tertentu , misalnya setiap 100 jam kerja mesin , lalu meningkat setiap 500 jam sekali , dan seterusnya . Misalnya pembongkaran silinder , penyetelan katup – katup , pemasukan dan pembuangan silindermesin dan sebagainya .

Perawatan preventif akan menguntungkan atau tidak tergantung pada :

- a. Distribusi dari kerusakan

Pada penjadwalan dan pelaksanaan perawatan preventif harus memperlihatkan jenis distribusi dari kerusakan yang ada , karena dengan mengetahui jenis distribusi kerusakan dapat disusun suatu rencana perawatan yang benar – benar tepat sesuai dengan latar belakang mesin tersebut .

- b. Hubungan antara waktu perawatan preventif terhadap waktu , perbaikan , hendaknya diantara kedua waktu ini diadakan keseimbangan dan diusahakan dapat dicapai titik maksimal . jika ternyata jumlah waktu untuk perawatan preventif lebih lama dari waktu menyelesaikan kerusakan tiba – tiba , maka tidak ada manfaatnya yang nyata untuk mengadakan perawatan preventif , lebih baik ditunggu saja sampai terjadi kerusakan .

Walaupun masih ada suatu factor lain yang perlu diperhatikan yaitu apabila ternyata jumlah kerugian akibat rusaknya mesin cukup besar yang meliputi biaya – biaya :

1. Buruh menganggur
- 2 . produksi terhenti
- 3 . biaya penggantian spare part
- 4 . Kekecewaan konsumen

maka walaupun waktu untuk menyelesaikan perawatan preventif sama dengan waktu untuk menyelesaikan kerusakan , perawatan preventif masih dapat dipertimbangkan untuk dilaksanakan.

2. Perawatan yang bersifat korektif

Perawatan ini dimaksudkan untuk memperbaiki perawatan yang rusak . Pada dasarnya aktivitas yang dilakukan adalah pemeliharaan dan perawatan yang dilakukan setelah terjadinya suatu kerusakan atau kelainan pada fasilitas atau peralatan . kegiatan ini sering disebut sebagai kegiatan perbaikan atau reparasi .

Perawatan korektif dapat juga didefinisikan sebagai perbaikan yang dilakukan karena adanya kerusakan yang dapat terjadi akibat tidak dilakukannya perawatan preventif maupun telah dilakukan perawatan preventif tapi sampai pada suatu waktu tertentu fasilitas dan peralatan tersebut tetap rusak . jadi dalam hal ini , kegiatan perawatan sifatnya hanya menunggu sampai terjadi kerusakan , baru kemudian diperbaiki atau dibetulkan

Tujuan Perawatan

Secara umum perawatan mempunyai tujuan – tujuan yang menurut A.S Corder adalah untuk :

1. Memungkinkan tercapainya mutu produksi dan kepuasan pelanggan melalui penyesuaian , pelayanan dan pengoperasian peralatan secara tepat .
2. Memaksimalkan umur kegunaan dari sistem .
3. Menjaga agar sistem aman dan mencegah berkembangnya gangguan keamanan
4. Meminimalkan biaya produksi total yang secara langsung dapat dihubungkan dengan service dan perbaikan
5. Memaksimalkan produksi dari sumber – sumber sistem yang ada .
6. Meminimalkan frekuensi dan kuatnya gangguan terhadap proses operasi.
7. Menyiapkan personel , fasilitas dan metodenya .
8. Agar mampu mengerjakan tugas –tugas perawatan .

Pengertian teori keandalan (Reliability)

Keandalan dalam pengertian yang luas dapat dikatakan sebagai ukuran prestasi. Atau dengan kata lain “ *suatu tingkat penilaian keberhasilan dari suatu objek yang seperti peralatan , mesin produksi , kendaraan , komputer , dan lain – lain* “ . Konsep keandalan sebenarnya muncul akibat perkembangan teknologi modern ,pada awalnya ilmuwan mendapat pengalaman berharga pada saat perang dunia kedua berlangsung . Dimana pada masa perang tersebut metode keandalan digunakan untuk perawatan mesin khususnya peralatan perang yang dipakai Sedangkan menurut Vincent Gaspersz , Keandalan didefinisikan sebagai peluang (Probability). suatu unit atau sistem berfungsi normal jika digunakan menurut kondisi operasi tertentu untuk periode waktu tertentu . (Vincent Gaspers , 97 , Hal ; 517). Reliability juga merupakan probabilitas suatu alat melakukan fungsinya dengan cukup memadai pada periode waktu yang diharapkan dibawah kondisi operasi yang telah ditentukan .

Maintainbility dan availability

Maintainbility

Maintainbility adalah probabilitas mesin yang mengalami kerusakan dapat dioperasikan kembali dalam suatu selang dwon time tertentu . untuk mengoptimumkan maintainabilitas sistem ada dua factor yang perlu diperhatikan yaitu model perawatan (*maintenance model*) dan perancangan untuk mendapatkan tingkat maintainabilitas tertentu .

Jika $f(t)$ adalah fungsi density probabilitas terhadap waktu yang dibutuhkan untuk mempengaruhi tindakan (repair , overhaul , atau replacement) . maka maintainability dari suatu peralatan dapat didefinisikan sebagai berikut :

$$\int_0^T f(t) dt$$

Perhitungan –perhitungan dalam maintainability antara lain adalah :

1. Mean Time Between Maintenance (MTBM)

Waktu rata – rata diantara perawatan yaitu :

Meliputi kebutuhan perawatan preventif (terjadwal) dan perawatan korektif (tidak terjadwal)

$$MTBM = \frac{\text{Totalwaktu operasi}}{\text{FrekuensiPemeliharaan}}$$

$$f_{pt} = \frac{1 - (\lambda \times MTBM)}{MTBM}$$

Dimana :

λ = laju kerusakan

f_{pt} = laju perawatan preventif

2. Waktu rata – rata perawatan aktif (\bar{M})

$$\bar{M} = MTBM (\lambda \times M_{ct} + f_{pt} \times M_{pt})$$

Dimana :

M_{ct} = Waktu rata-rata perawatan korektif

M_{pt} = Waktu rata – rata perawatan preventif

3. Rata – rata Dwon Time (MDT)

$$MDT = M + LDT + ADT$$

Dimana :

LDT = logistic delay time

ADT = administrative delay time

Ketersediaan (Availability) dan Kesiapan Sistem Beroperasi (Operational Readiness)

Ketersediaan (availability) suatu sistem atau peralatan adalah kemampuan sistem atau peralatan tersebut dapat beroperasi secara memuaskan pada saat tepat pada waktunya dan pada keadaan yang telah ditentukan .

Waktu total dalam perhitungan ketersediaan didasarkan pada waktu operasi , waktu untuk perbaikan waktu administrasi dan logistik . Status system didasarkan pada horizon waktu.

Secara definisi ada 3 macam ketersediaan (availability) yaitu :

1) *Inherent Availability (Ai)*

Kemungkinan suatu system atau peralatan dalam keadaan ideal (kesiapan tersedianya peralatan , suku cadang , teknisi) yang beroperasi secara memuaskan pada tiap waktu yang telah ditentukan . Hal ini tidak termasuk waktu kegiatan pemeliharaan pencegahan , waktu administrasi dan logistik .

Inherent availability dapat dinyatakan dalam :

$$A_i = \frac{MTBF}{MTBF + Mct}$$

Dimana :

MTBF = Mean Time Between Failure

Mct = Mean Time Corective Maintenance Time

2) *Achieved Availability (Aa)*

Secara definisi sama dengan inherent availability , hanya Aa waktu kegiatan pencegahan dimasukkan sehingga achieved availability dinyatakan dalam :

$$A_a = \frac{MTBM}{MTBM + M}$$

Dimana :

MTBM = Mean Time Between Maintenance

M = Waktu rata – rata perawatan aktif

3) *Operasional Availability (Ao)*

Probabilitas suatu sistem atau peralatan dalam keadaan sebenarnya (actual) akan beroperasi secara memuaskan .

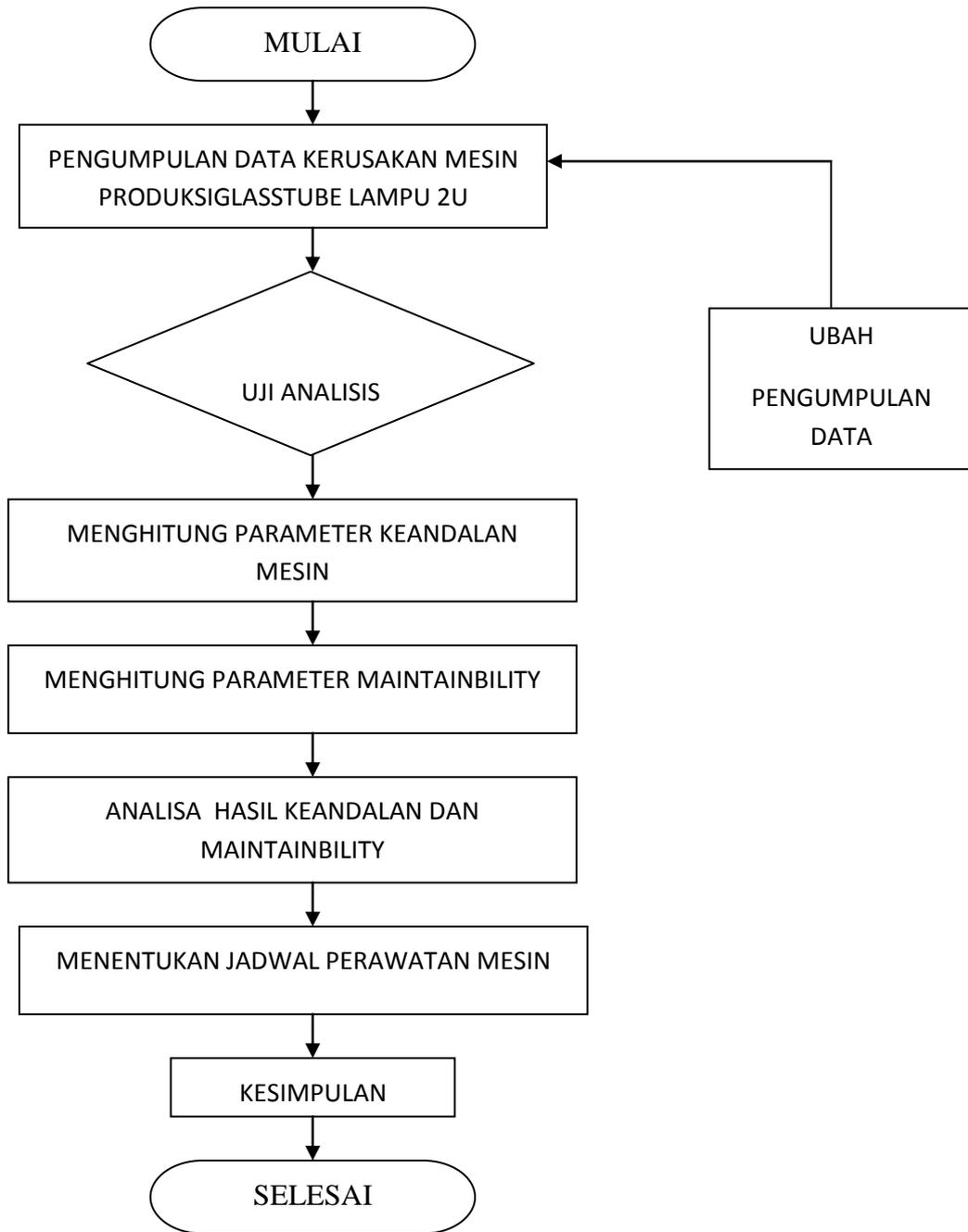
Operasional availability dinyatakan dalam :

$$A_o = \frac{MTBM}{MTBM + MDT}$$

Dimana :

MDT = Mean Maintenance Dwon Time

METODOLOGI PENELITIAN



Gambar 9. Flowchart Penelitian

HASIL DAN PEMBAHASAN

Jenis Perawatan Pada Mesin Glasstube

Tindakan perawatan yang dilakukan menurut jenis kerusakan yang terjadi pada mesin glasstube adalah sebagai berikut :

1. Tindakan Perawatan Harian

Merupakan tindakan perawatan rutinitas yang dilaksanakan setiap hari yang meliputi: pembersihan, pengecekan sensor dan, pelumasan.

2. Tindakan Perawatan Mingguan

Merupakan tindakan perawatan tingkat yang dilakukan secara periodic atau berkala yaitu satu minggu sekali yang meliputi kegiatan pengecekan terhadap daya kerja mesin.

3. Tindakan Perawatan Berat (*Perawatan Overhaul*)

Merupakan tindakan perawatan tingkat berat yang bersifat restoratif, dilakukan overhaul, perbaikan mesin total.

Dengan adanya perawatan yang baik dan dilakukan teratur maka akan membuat mesin dapat beroperasi dengan optimal dan kualitas produk juga akan lebih baik

Pengumpulan Data

Data Jumlah Jam Kerja Mesin

Jumlah mesin glasstube di PT. Panca Aditya Sejahtera adalah 40 yang menghasilkan 6.500. 000 yard / tahun.

Data waktu jumlah jam kerja efektif mesin glasstube selama bulan januari 2018 – juni 2018 sebagai berikut.

Tabel 1. Data Jam Kerja Efektif Mesin

Bulan	Jam Kerja Efektif (Jam)
Januari 2018 (= 26 hari)	639,5
Februari 2018 (= 24 hari)	498
Maret 2003 (= 26 hari)	539,5
April 2018 (= 25 hari)	518,25
Mei 2018 (= 27 hari)	560,25
Juni 2018 (= 25 hari)	518,75
Jumlah	3174,75

Data Perawatan Korektif

Tabel 2. Data Perawatan Korektif Mesin Glasstube Bulan Jan-Jun 2018

Jenis Kerusakan	Total Waktu Perawatan korektif (Jam)	Banyaknya Perawatan Korektif (Kali)	LDT + ADT (Jam)
A	177,45	66	10,99
B	46,25	38	6,3
C	12,25	28	4,66
Jumlah	235,95	132	21,95

Waktu rata – rata perawatan korektif (Mct)

$$\begin{aligned} \text{Mct} &= \frac{\text{Total Waktu Perawatan korektif}}{\text{Banyaknya Perawatan korektif}} \\ &= \frac{235,95}{132} \\ &= 1,7875 \text{ jam} \end{aligned}$$

Data Perawatan Preventif Bulan Jan 2018 - Jun 2018

Tabel 3. Data Perawatan Preventif Mesin Glasstube

Jenis Perawatan	Total Waktu Perawatan Preventif (Jam)	Banyaknya Perawatan Preventif (Kali)	LDT + ADT (Jam)
Perawatan Mingguan	144	24	0,25

Waktu rata – rata perawatan preventif :

$$\begin{aligned} M_{pt} &= \frac{\text{Total waktu perawatan preventif}}{\text{Banyaknya perawatan preventif}} \\ &= \frac{144}{24} = 6 \text{ jam} \end{aligned}$$

Menghitung MTBF Mesin Glasstube

Persamaan matematis yang digunakan adalah :

$$MTBF = \theta = \frac{1}{\lambda}$$

1 . MTBF untuk jenis kerusakan A

$$MTBF = \frac{1}{0,02} = 50 \text{ jam}$$

2 . MTBF untuk jenis kerusakan B

$$MTBF = \frac{1}{0,011} = 100 \text{ jam}$$

3 . MTBF untuk jenis kerusakan C

$$MTBF = \frac{1}{0,008} = 125 \text{ jam}$$

4.6.3. Menghitung Fungsi Distribusi Kumulatif F (t)

Atau disebut juga fungsi ketidakhandalan (distribusi kerusakan)
atau peluang mesin akan rusak pada waktu t .

Persamaan matematis yang digunakan :

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

1. Untuk jenis kerusakan A

Untuk t (= 8 jam) maka

$$F (t = 8) = 1 - e^{-0,02 \times 8}$$

$$= 1 - 0,852$$
$$= 0,148 = 14,8 \%$$

2. Untuk jenis kerusakan B.

Untuk $t (= 8 \text{ jam})$ maka

$$F(t = 8) = 1 - e^{-0,011 \times 8}$$
$$= 1 - 0,915$$
$$= 0,085 = 8,5 \%$$

3. Untuk jenis kerusakan C .

Untuk $t (= 8 \text{ jam})$ maka

$$F(t = 8) = 1 - e^{-0,008 \times 8}$$
$$= 1 - 0,938$$
$$= 0,062 = 6,2 \%$$

4.6.4. Menghitung Keandalan Mesin Glasstube.

Persamaan yang digunakan untuk menghitung keandalan mesin

Glasstube adalah : $R(t) = e^{-\lambda t}$

1. Keandalan untuk jenis kerusakan A.

untuk $t = 8$

$$R(t) = e^{-\lambda t}$$
$$= 2,71828^{-0,02 \times 8}$$
$$= 0,852 = 85,2 \%$$

2. Keandalan untuk jenis kerusakan B.

untuk $t = 8$

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

$$= 2,71828^{-0,011 \times 8}$$

$$= 0,915 = 91,5 \%$$

3. Keandalan untuk jenis kerusakan C.

untuk $t = 8$

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

$$= 2,71828^{-0,008 \times 8}$$

$$= 0,938 = 93,8 \%$$

4.7. Menentukan Nilai Parameter Maintainability

4.7.1 Menghitung Waktu Rata – Rata Diantara perawatan (MTBM) Pada Mesin Glasstube.

Waktu rata – rata diantara perawatan meliputi perawatan (terjadwal) dan perawatan korektif (tidak terjadwal) Rumus yang digunakan adalah

$$MTBM = \frac{\text{Total Waktu Efektif Operasi Mesin}}{\text{Frekuensi Perawatan Preventif}}$$

Tabel 4.7. Tindakan preventif dan korektif mesin glasstube.

Jenis Kerusakan	A	B	C
Tindakan Preventif (kali)	24	24	24
Tindakan Korektif (Kali)	66	38	28
Waktu Operasi	3174,75	3174,75	3174,75
λ	0,02	0,011	0,008

1. MTBM untuk jenis kerusakan A

$$MTBM = \frac{3174,75}{24 + 66} = 35,27 \text{ jam}$$

2. MTBM untuk jenis kerusakan B

$$MTBM = \frac{3174,75}{24 + 38} = 51,2 \text{ jam}$$

3. MTBM untuk jenis kerusakan C

$$MTBM = \frac{3174,75}{24 + 28} = 61,05 \text{ jam}$$

4.7.2. Menghitung FPT tiap kerusakan pada Mesin Glasstube.

fpt adalah frekuensi pemeliharaan aktif

Persamaan yang digunakan :

$$fpt = \frac{1 - (MTBM \times \lambda)}{MTBM}$$

1. fpt untuk jenis kerusakan A:

$$fpt = \frac{1 - (35,27 \times 0,02)}{35,27} = 0,0085 \text{ perawatan / jam}$$

2. fpt untuk jenis kerusakan B :

$$fpt = \frac{1 - (51,2 \times 0,011)}{51,2} = 0,008 \text{ perawatan / jam}$$

3. fpt untuk jenis kerusakan C:

$$fpt = \frac{1 - (61,05 - 0,008)}{61,05} = 0,0083 \text{ perawatan / jam}$$

4.7.3. Mean Maintenance Time (M ct) Tiap – Tiap Jenis Kerusakan

$$Mct = \frac{\text{Total waktu perawatan korektif}}{\text{Banyaknya perawatan korektif}}$$

1 . Untuk Jenis Kerusakan A

$$\overline{Mct} = \frac{177,45}{66} = 2,68 \text{ Jam}$$

2 . Untuk Jenis Kerusakan B.

$$\overline{Mct} = \frac{46,25}{38} = 1,21 \text{ Jam}$$

3 . Untuk Jenis Kerusakan C.

$$\overline{Mct} = \frac{12,25}{28} = 0,43 \text{ Jam}$$

4.7.4. Menghitung Waktu rata – rata pemeliharaan Aktif (M)

$$\overline{M} = \frac{(\lambda x Mct) + (fpt x Mpt)}{\lambda + fpt}$$

1 . Waktu rata – rata pemeliharaan aktif kerusakan A

$$\begin{aligned} \overline{M} &= \frac{(\lambda x Mct) + (fpt x Mpt)}{\lambda + fpt} \\ &= \frac{0,1}{0,0285} = 3,5 \text{ jam} \end{aligned}$$

2 . Waktu rata – rata pemeliharaan aktif kerusakan B

$$\begin{aligned} \overline{M} &= \frac{(\lambda x Mct) + (fpt x Mpt)}{\lambda + fpt} \\ &= \frac{0,0631}{0,0193} = 3,26 \text{ jam} \end{aligned}$$

3. Waktu rata – rata pemeliharaan aktif kerusakan C

$$\overline{M} = \frac{(\lambda x Mct) + (fpt x Mpt)}{\lambda + fpt}$$

$$= \frac{0,052}{0,0163} = 3,19 \text{ jam}$$

4.8. Menentukan Mean Maintenance Dwon Time (*MDT*) .

Mean Maintenance down time adalah total waktu manakala mesin tidak dapat beroperasi , dimana persamaan untuk *MDT* adalah :

$$MDT = \bar{M} + (LDT + ADT)$$

LDT = logistik dwon time

ADT = Administratif dwont time

1 . MDT untuk jenis kerusakan jenis A

$$\sum LDT + ADT_{cm} = 10,99 \text{ jam}$$

$$\sum LDT + ADT_{pm} = 0,25 \text{ jam}$$

$$\text{Rata -rata LDT+ ADT} = \frac{10,99 + 0,25}{66 + 24} = 0,12 \text{ jam}$$

$$\begin{aligned} MDT &= \bar{M} + (LDT + ADT_{cm}) + (LDT + ADT_{pm}) \\ &= 3,5 + 0,12 \text{ jam} \\ &= 3,72 \text{ Jam} \end{aligned}$$

2. MDT untuk jenis kerusakan B

$$\sum LDT + ADT_{cm} = 6,3 \text{ jam}$$

$$\sum LDT + ADT_{pm} = 0,25 \text{ jam}$$

$$\text{Rata -rata LDT+ ADT} = \frac{3,3 + 6,55}{38 + 24} = 0,1$$

$$\begin{aligned} \text{MDT} &= \bar{M} + (\text{ADT} + \text{LDT cm}) + (\text{ADT} + \text{LDT pm}) \\ &= 3,26 + 0,1 \\ &= 3,36 \text{ jam} \end{aligned}$$

3. MDT untuk jenis kerusakan C

$$\sum \text{LDT} + \text{ADTcm} = 4,66 \text{ jam}$$

$$\sum \text{LDT} + \text{ADTpm} = 0,25 \text{ jam}$$

$$\text{Rata-rata LDT+ ADT} = \frac{4,66 + 0,25}{28 + 24} = 0,09$$

$$\begin{aligned} \text{MDT} &= \bar{M} + (\text{LDT} + \text{ADT cm}) + (\text{LDT} + \text{ADT pm}) \\ &= 3,19 + 0,09 \\ &= 3,28 \text{ jam} \end{aligned}$$

Menentukan Nilai Parameter Availability Menghitung Operasional Availability (A_o) Tiap Kerusakan Pada Mesin Glasstube

Operasional Availability adalah probabilitas suatu sistem atau peralatan jika digunakan di bawah kondisi yang telah ditetapkan dalam operasi lingkungan yang nyata akan beroperasi memuaskan jika dioperasikan.

Operasional availability dinyatakan dengan persamaan :

$$A_o = \frac{MTBM}{MTBM + MDT}$$

1. A_o untuk jenis kerusakan A

$$A_o = \frac{35,27}{35,27 + 3,62} = 0,908 = 90,8\%$$

2. A_o untuk jenis kerusakan B

$$A_o = \frac{51,2}{51,2 + 3,36} = 0,938 = 93,8\%$$

3 . Ao untuk jenis kerusakan C

$$A_o = \frac{61,05}{61,05 + 3,28} = 0,949 = 94,9\%$$

Analisa Perawatan Mesin Glasstube

Analisis Reliability Mesin Glasstube dengan waktu operasi 3174,75 jam

1. Untuk jenis kerusakan A
 - a. Laju kerusakan (λ) = h (t) = 0,02 Kerusakan / jam
Jadi mesin glasstube akan mengalami kerusakan jenis A sebanyak 0,019 kerusakan / jam
 - b. Waktu rata-rata diantara kerusakan/ Mean Time Between Failure (MTBF) atau ekspektasi rata-rata hidup mesin/mean life = 50 jam, yang berarti bahwa mesin akan mengalami kerusakan untuk jenis A setelah rata-rata beroperasi selama 50 jam atau 2,7 hari, dan nilai ini juga menunjukkan umur operasi mesin, dimana untuk distribusi eksponensial MTBF = E (t) = θ , dengan demikian nilai tersebut menunjukkan nilai prestasi yang sedang .
 - c. Keandalan Reliability R (t = 8) = 85,2 % dengan nilai tersebut diatas mesin tergolong sering mengalami kerusakan dan Reliability nya rendah.
 - d. Fungsi distribusi kumulatif F (t) atau disebut juga fungsi ketidak handalan (Distribusi kerusakan) atau peluang mesin akan rusak pada waktu t adalah sebesar 14,8 %. Jadi mesin tenun selama beroperasi 8 jam peluang akan mengalami kerusakan jenis A adalah 14,8 % , sehingga mesin glasstube peluang akan rusaknya cukup besar .
2. Untuk jenis kerusakan B .
 - a. Laju kerusakan (λ) = h (t) = 0,011 jam
Jadi mesin glasstube akan mengalami kerusakan jenis B sebanyak 0,011 kerusakan / jam
 - b. Waktu rata-rata diantara kerusakan/ Mean Time Between Failure (MTBF) atau ekspektasi rata-rata hidup mesin/mean life = 100 jam, yang berarti bahwa mesin akan mengalami kerusakan setelah rata-rata beroperasi selama 100 jam dan nilai ini juga menunjukkan umur operasi mesin, dimana untuk distribusi eksponensial MTBF = E (t) = θ , dengan demikian nilai tersebut menunjukkan nilai prestasi yang sangat rendah.
 - c. Keandalan Reliability R (t = 8) = 91,5% dengan nilai tersebut diatas mesin tergolong sering mengalami kerusakan dan Reliability nya rendah.
 - d. Fungsi distribusi kumulatif F (t) atau disebut juga fungsi ketidakhandalan (Distribusi kerusakan) atau peluang mesin akan rusak pada waktu t(8)jam adalah sebesar = 8,5 %. Jadi mesin tenun selama beroperasi 8 jam peluang akan mengalami kerusakan jenis B adalah 8,5 % , sehingga mesin glasstube peluangnya akan mengalami kerusakan cukup besar.
3. Untuk jenis kerusakan C
 - a. Laju kerusakan (λ) = h (t) = 0,008 jam

- Jadi mesin glasstube akan mengalami kerusakan jenis C sebesar 0,011 kerusakan / jam
- b. Waktu rata-rata diantara kerusakan/ Mean Time Between Failure (MTBF) atau ekspektasi rata-rata hidup mesin/mean life = 125 jam, yang berarti bahwa mesin akan mengalami kerusakan setelah rata-rata beroperasi selama 125 jam dan nilai ini juga menunjukkan umur operasi mesin, dimana untuk distribusi eksponensial $MTBF = E(t) = \theta$, dengan demikian nilai tersebut menunjukkan nilai presyasi yang sangat rendah.
 - c. Keandalan Reliability $R(t=8) = 93,8\%$ dengan nilai tersebut diatas mesin tergolong sering mengalami kerusakan dan Reliability nya sedang.
 - d. Fungsi distribusi komulatif $F(t)$ atau disebut juga fungsi ketidakhandalan (Distribusi kerusakan) atau peluang mesin akan rusak pada waktu $t = 8$ jam adalah sebesar 6,2 %. Jadi mesin tenun selama beroperasi 8 jam peluang akan mengalami kerusakan jenis C adalah 6,2 % , sehingga mesin glasstube peluangnya akan mengalami kerusakan cukup besar

Analisis Maintainability Factor

Maintainability factors adalah factor-faktor yang menunjukkan suatu sifat dari rekayasa sistem dan mempunyai karakteristik untuk memudahkan dalam pemeliharaan, ketepatan, keselamatan dan factor ekonomis dalam melaksanakan fungsi. Analisis Maintainability factors mencakup fungsi-fungsi berikut :

1. Untuk jenis kerusakan A (Critical Components).
 - a. Waktu rata-rata perawatan korektif atau mean corrective maintenance time (Mct) = 2,68 jam.
 - b. Waktu rata-rata pencegahan/mean preventive maintenance time (Mpt) = 6 jam.
 - c. Waktu rata-rata diantara pemeliharaan (termasuk corrective dan preventive) mean time between maintenance (MTBM) = 35,27 jam. Jadi mesin glasstube harus di adakan perawatan untuk jenis kerusakan A tiap = 35,27 jam
 - d. Frekuensi pemeliharaan individu terjadwal/frekuensi preventive time (fpt) = 0,0085 jam.
 - e. Waktu rata-rata pemeliharaan aktif/mean maintenance (M) = 3,5 jam.
 - f. Waktu rata-rata down time (MDT) = 3,62 jam. Jadi rata – rata dwon time yang ditimbulkan akibat kerusakan A adalah 3,62 Jam
2. Untuk jenis kerusakan B (Major Components) .
 - a. Waktu rata-rata pelaksanaan koreksi/ mean corrective maintenance time (Mct) = 1,21 jam.
 - b. Waktu rata-rata pencegahan/mean preventive maintenance time (Mpt) = 6 jam.
 - c. Waktu rata-rata diantara pemeliharaan (termasuk corrective dan preventive) mean time between maintenance (MTBM) = 51,2 jam.

- Jadi mesin glasstube akan di adakan perawatan setelah beroperasi selama =51,2 jam
- d. Frekuensi pemeliharaan individu terjadwal/frekuensi preventive time (fpt) = 0,008 jam.
 - e. Waktu rata-rata pemeliharaan aktif/mean maintenance (\bar{M}) = 3,26 jam.
 - f. Waktu rata-rata down time (MDT) = 3,36 jam. Jadi rata- rata dwon time yang ditimbulkan oleh kerusakan jenis B adalah 3,36 jam
3. Untuk jenis kerusakan C (Minor Components) .
- a. Waktu rata-rata pelaksanaan koreksi/ mean corrective maintenance time (Mct) = 0,43 jam.
 - b. Waktu rata-rata pencegahan/mean preventive maintenance time (Mpt) = 6 jam.
 - c. Waktu rata-rata diantara pemeliharaan (termasuk corrective dan preventive) mean time between maintenance (MTBM) = 61,5 jam. Jadi mesin glasstube akan diadakan perawatan setelah beroperasi selama = 61,5 jam
 - d. Frekuensi pemeliharaan individu terjadwal/frekuensi preventive time (fpt) = 0,0083 jam.
 - e. Waktu rata-rata pemeliharaan aktif/mean maintenance (\bar{M}) = 3,19 jam.
 - f. Waktu rata-rata down time (MDT) = 3,28 jam.

Penjadwalan Perawatan Preventif Mesin Glasstube.

Didalam menentukan kapan akan dilakukan perawatan preventif digunakan analisis sebagai berikut :

- 1 . Jika melihat hasil MTBF maka mesin akan mengalami kerusakan rata – rata pada opersi selama 50 jam (2,4 hari) untuk kerusakan A , 100 jam (4,9 hari) untuk jenis kerusakan B , dan 125 jam (6,1 hari) untuk jenis kerusakan C . Sehingga mesin harus mendapat perawatan sebelum waktu operasi diatas . Atau lebih tepatnya mesin harus dirawat setelah waktu operasi selama 35,27 jam untuk jenis kerusakan A , 51,2 untuk jenis kerusakan B dan 61,05 untuk jenis kerusakan C. dimana waktu diatas merupakan MTBMnya atau waktu rata-rata perawatannya .
- 2 Jika melihat hasil $F (t)$ atau peluang mesin akan rusak untuk mesin beroperasi selama 8 jam sebesar 14,8 % untuk jenis kerusakan A , 8,5 % untuk jenis kerusakan B dan 6,2 % untuk jenis kerusakan C . Maka mesin glasstube selama beroperasi 8jam peluang rusaknya cukup besar, sehingga perlu mendapat perawatan harian .

KESIMPULAN

Mesin glasstube pada departement produksi memiliki keandalan yang rendah sehingga mesin glasstube tersebut sering rusak atau mempunyai frekuensi kerusakan yang tinggi, hal ini dapat dilihat dari nilai MTBF Mesin yang rendah. sehingga pelaksanaan perawatan yang dilakukan harus lebih efektif.

Tindakan perawatan terhadap mesin glasstube pada saat ini masih kurang baik. hal ini bisa dilihat dari besarnya presentase tingkat ketersediaan (kesiapan) pada

mesin tersebut kecil. Terdapat komponen-komponen dalam mesin glasstube yang harus selalu dicek atau diperiksa, yaitu komponen kritis (komponen klasifikasi A) komponen tersebut sering mengalami kerusakan, waktu perbaikannya memerlukan waktu yang lama, akan mempengaruhi kualitas produk, serta harga dari komponen tersebut mahal. Mesin glasstube sering mengalami kerusakan pada sensor dan pneumatik, meskipun tidak mengakibatkan mesin berhenti beroperasi tetapi, akan mempengaruhi kualitas produk. Mesin produksi glasstube selama 8 jam peluang kerusakannya cukup besar, sehingga perlu mendapatkan perawatan harian. Peluang Mesin Akan Rusak Untuk Beroperasi Selama 8 jam pada A (Critical) 14,8%, B (Major) 8,5% dan C (Minor) 6,2%.

DAFTAR PUSTAKA

- [1] Heizer, Jay, Render, & Barry. (2010). *Manajemen Operasi* (Vol. 2). (9, Ed.) Salemba Empat: Pearson.
- [2] Helen, D., & Tampubolon, M. P. (2014). *Manajemen Operasi dan Rantai Pemasok* (1 ed.). Mitra Wacana Media: Mitra Wacana Media.
- [3] Schroeder, G. R., Stein, G., Meyer, S., Rungtusanatham, & M. Johnny. (2011). *Management maintenance Concepts And Case*. Mc Graw Hill.