

PERHITUNGAN KEANDALAN *BELT CONVEYOR SYSTEM* UNTUK ALAT ANGKUT BATU BARA DI PT. PEMBANGKITAN JAWA – BALI PLTU PACITAN

Agus Setiyo Umartono, Muchlas Bagus Rahmanto
Prodi Teknik Mesin Universitas Gresik

ABSTRAK

PT. Pembangkitan Jawa –Bali PLTU pacitan sebagai salah satu perusahaan yang bergerak dalam bidang produksi listrik, terpercaya terkini dan mendatang. Supaya proses produksi berjalan dengan lancar maka peralatan atau mesin-mesin harus dalam keadaan prima. Belt conveyor system merupakan salah satu mesin pendukung produksi yaitu sebagai alat angkut batubara. Belt conveyor system perlu dilakukan perawatan diwaktu yang tepat. Untuk mengetahui kapan perlu dilakukan perawatan yang tepat terlebih dulu dihitung keandalan mesin produksi. Metode pengumpulan data yang digunakan dalam penelitian ini dengan cara mengumpulkan data frekuensi kerusakan pada komponen-komponen mesin belt conveyor system. Dari penelitian diperoleh komponen kritis pada mesin belt conveyor system yaitu : belt (sabuk), steering idler, bearing roller idle dan head pulley. Komponen-komponen belt conveyor system inilah yang nanti dijadikan bahan penelitian untuk perhitungan keandalan belt conveyor system.

Kata kunci: keandalan, perawatan, conveyor

PENDAHULUAN

PT. Pembangkitan Jawa – Bali PLTU Pacitan adalah unit pembangkitan listrik terbesar di Indonesia yang terletak di Desa Sukorejo, kecamatan Sudimoro, Sekitar 30 km arah Pacitan kota. Yang memiliki dua unit pembangkit dengan kapasitas total tenaga listrik yang dihasilkan sebesar 630 MW,

dimana kapasitas masing –masing unit pembangkit sebesar 315 megawat. Energi listrik yang dihasilkan berperan besar dalam memenuhi kebutuhan listrik nasional khususnya di pulau Jawa.

PT. Pembangkitan Jawa – Bali PLTU Pacitan telah direncanakan dan dibangun untuk menggunakan batubara sebagai bahan bakar utamanya.

Sedangkan sebagai bahan bakar cadangan menggunakan bahan bakar residu, Mail Fuel Oil dan High Speed Diesel sebagai bahan bakar ignitor atau pemantik awal dengan bantuan udara panas bertekanan. Salah satu sumber batubaranya diperoleh dari tambang Bukit Asam, kideko dan arutmin.

Dalam rangka memenuhi kebutuhan listrik di Jawa – Bali, PT. Pembangkitan Jawa – Bali harus memiliki keandalan, ketersediaan, kemampuan dan unjuk kerja agar kondisi sistem kelistrikan dapat dipertahankan dengan baik tidak terjadi pemadaman. Karena kerusakan mesin akan menimbulkan kerugian ekonomis yang besar, baik kerugian karena perbaikan, maupun kerugian karena produksi yang terhenti.

Oleh karena itu, sistem pembangkit listrik harus menjaga dan mempertahankan faktor – faktor di atas dengan pemeliharaan sesuai instruction manual book. Pemeliharaan meliputi perawatan dan perbaikan agar peralatan bekerja secara optimal dengan unjuk kerja mesin yang ideal.

Belt conveyor system merupakan salah satu mesin yang mendukung proses produksi yaitu sebagai alat angkut batubara. Agar proses coal handling system tidak terganggu maka belt conveyor harus bisa berjalan secara normal, untuk itu perlu di terapkan sistem perawatan baik *preventive maintenance* yang bertujuan untuk mencegah terjadinya kerusakan maupun *corrective maintenance* yang bertujuan untuk memperbaiki kerusakan yang terjadi. Selama ini, kegiatan *preventive maintenance* yang dilakukan hanya dalam hal *inspection, lubrication, cleaning* maupun kegiatan servis lainnya. Walaupun telah dilakukan *preventive maintenance* tetapi frekuensi *breakdown* dari mesin *belt conveyor system* masih

cukup tinggi. Padahal perusahaan menginginkan frekuensi *breakdown* mesin produksi bisa ditekan seminimal mungkin agar produksi dapat berjalan dengan lancar.

Untuk mrndapatkan perencanaan perawatan yang baik tentu kita harus memahami karakter mesin yang ditangani dan untuk mengetahui kapan perlu dilakukan perawatan yang tepat terlebih dulu dihitung keandalan komponen mesin *belt conveyor system*. Salahsatu metode yang dapat digunakan untuk menentukan tindakan perawatan pada mesin melalui analisa sistem adalah metode Reliability centered maintenance (RCM). Metode RCM merupakan suatu proses yang digunakan untuk menentukan apa yang harus dilakukan untuk menjamin agar mesin dapat berlangsung.

Berdasarkan hal diatas perlu diketahui bagaimana kehandalan *belt conveyor system* yang digunakan untuk alat angkut batubara.

METODE PENELITIAN

Lokasi dan waktu penelitian

Penelitian di lakukan pada PT. PEMBANGKITAN JAWA – BALI PLTU Pacitan (persero) yang terletak di jalan Raya Pacitan Km 55 Desa Sukorejo, Kecamatan Sudimoro, Kabupaten Pacitan Jawa Timur. Penelitian di lakukan pada bulan Januari 2015 sampai dengan data yang diperlukan memenuhi. Penelitian dimulai dari peninjauan, pengumpulan data dan wawancara langsung disertai dengan *meriview* dokumen-dokumen perusahaan yang berhubungan dengan penelitian.

Pengumpulan data

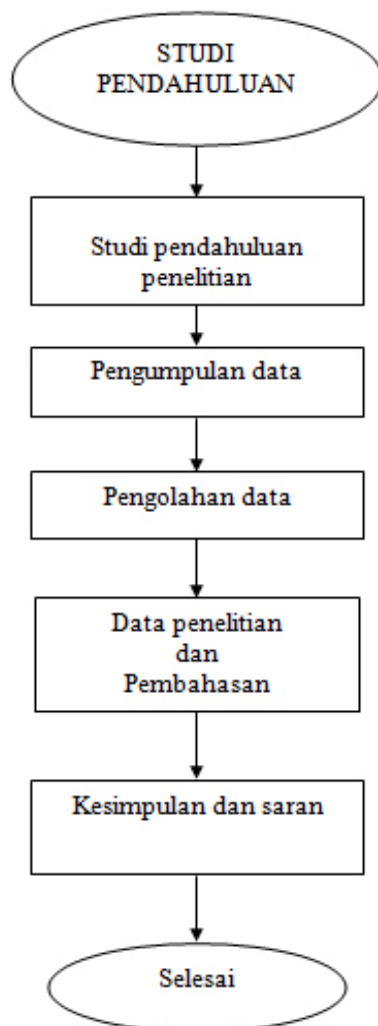
Data yang diperoleh untuk penelitian ini merupakan data sekunder

berupa laporan hasil percobaan teknik dari laporan penghitungan keandalan belt conveyor system untuk alat angkut batubara.

Data yang dikumpulkan meliputi :

1. Data *Kualitatif*
 - a. Data fungsi *Belt Conveyor system*.
 - b. Data kerusakan *Belt Conveyor system*.
 - c. Data penyebab kerusakan *Belt Conveyor sistem*.
 - d. Data efek kerusakan.
2. Data *Kuantitatif*
 - a. Data waktu antar kerusakan.
 - b. Data waktu perbaikan.

Diagram alir penelitian



Gambar 1. Alur Penelitian

1. Tahap identifikasi
Identifikasi merupakan sebuah tahapan awal dalam melakukan sebuah penelitian yang bertujuan mengidentifikasi dan merumuskan masalah secara tepat yaitu laporan penghitungan keandalan belt conveyor system untuk alat angkut batubara.

Tahapan identifikasi yang di lakukan terdiri dari beberapa tahapan yaitu:

- a. Penentuan objek uji
Benda uji yang di gunakan adalah belt, steering idler, bearing roller idler dan head pulley.
- b. Pengujian awal
Benda yang akan di uji di rangkai terlebih dahulu sesuai dengan yang di butuhkan secara baik dan benar sebagai dasar awal pengujian.

2. Tahap pengumpulan dan pengolahan data

Dalam tahap ini akan di lakukan perhitungan keandalan belt conveyor system untuk alat angkut batubara, data yang meliputi :

- a. Data jam kerja efektif
- b. Data downtime
- c. Data pemeliharaan preventif mesin belt conveyor system

Langkah – langkah kerja

1. Menentukan nilai parameter *reliability*.
 - a. Laju kerusakan.
 - b. Menghitung waktu antar kerusakan (MTBF)
 - c. Menghitung fungsi ketidak andalan.
 - d. Menghitung keandalan mesin belt conveyor.
2. Menentukan nilai parameter *maintainability*.
 - a. Mengitung rata – rata diantara pemeliharaan (MTBM).
 - b. Menghitung *ftp* tiap kerusakan pada mesin *belt conveyor system*.

- c. Menghitung waktu rata – rata pemeliharaan aktif
- 3. Menentukan nilai parameter *availability*.
 - a. Menghitung inheren pada komponen mesin *belt conveyor system*.
- 4. Menghitung inheren pada komponen mesin *belt conveyor system*.

Setelah didapatkan hasil perhitungan data dari proses pengumpulan data sehingga sudah dapat ditarik sebuah kesimpulan yang sesuai dengan hasil penelitian.

HASIL DAN PEMBAHASAN

Analisis Data

Kondisi Perawatan *Belt conveyor system*

Belt conveyor system merupakan komponen terpenting didalam pembangkit listrik tenaga uap. *Belt conveyor system* berfungsi menyalurkan batubara dari alat *stacker reclaimer* menuju ke *hopper* dan selanjutnya dari *hopper* batubara di masukan ke *silo* dan dijadikan untuk pembakaran. Karena untuk menyalurkan batubara yang masih lembab, kering dan basah dan adanya batubara yang tumpah sehingga menyebabkan komponen-komponen *belt conveyor system* terjadi penyayatankarena adanya besi yang menempel di *belt conveyor*. Dan menyebabkan beberapa komponen *belt conveyor system* tersebut rusak sehingga tidak dapat digunakan lagi. Padahal kondisi *bearing belt conveyorsystem* vibrasinya bagus.

Perawatan berupa penggantian komponen *belt conveyor system* dilakukan jika komponen tersebut mengalami kerusakan. Kegiatan penggantian komponen *belt conveyor system* memerlukan waktu rata-rata kurang lebih 5 jam. Selain itu, penggantian komponen memerlukan

teknisi perbaikan sebanyak 5 (orang) yang bertugas membongkar komponen, memasang komponen dan melakukan instalasi komponen. Data jam kerja efektif mesin *belt conveyor system* tercantum pada tabel 4.1. Sedangkan kegiatan *corective maintenance* dilakukan tepat pada saat komponen mengalami kerusakan dan diganti dengan yang baru, dalam hal ini menyebabkan terjadinya *downtime*. Data mengenai *downtime* komponen *belt conveyor system* tercantum pada tabel 4.1.

Tabel : 4.1. Data jam kerja efektif

Bulan	Jam kerja efektif (jam)
Januari (20 hari)	320
Pebruari (21 hari)	336
Maret (20 hari)	320
April (22 hari)	352
Mei (18 hari)	288
Jumlah	1616

Tabel: 4.2. Data *down time*

Nama komponen <i>belt conveyor system</i>	Jumlah pemeliharaan korektif (kali)	Total waktu pemeliharaan korektif (jam)
<i>Belt(sabuk)</i>	20	110
<i>Stering idler</i>	8	20
<i>Bearing roller idler</i>	38	60
<i>Bearing head pulley</i>	10	90
Jumlah	76	280

Dari tabel pemeliharaan korektif di tabel 4.2. dihitung waktu rata-rata pemeliharaan korektif (Mct) dimana:

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

$$Mct = \frac{280}{76}$$

$$= 3,6842 \text{ jam.}$$

Tabel: 4.3.Data pemeliharaan preventif mesin belt conveyor system

Jenis pemeliharaan	Total waktu pemeliharaan preventif	Banyaknya pemeliharaan Preventif (kali)
Pemeliharaan mingguan	60	12

$$M_{pt} = \frac{\text{Total waktu pemeliharaan preventif}}{\text{Banyaknya pemeliharaan preventif}}$$

M_{pt} = Waktu rata-rata pemeliharaan preventif.

$$M_{pt} = \frac{60}{12} \\ = 5 \text{ jam}$$

Menentukan Nilai Parameter Reliability

1. Laju kerusakan

Laju kerusakan (λ) komponen – komponen *belt conveyor system*.

Persamaan matematis yang digunakan untuk menghitung jumlah kaju kerusakan menggunakan rumus:

$$\lambda = \frac{\text{Jumlah pemeliharaan korektif}}{\text{Jumlah jam efektif mesin}}$$

a. Laju kerusakan *belt* (sabuk).

$$\lambda = \frac{20}{1616} = 0,0123 \text{ (kerusakan per jam)}$$

b. Laju kerusakan *stiring idler*

$$\lambda = \frac{8}{1616} = 0,0049 \text{ (kerusakan per jam)}$$

c. Laju kerusakan *bearing roller idler*.

$$\lambda = \frac{38}{1616} = 0,0235 \text{ (kerusakan per jam)}$$

d. Laju kerusakan *head pulley*.

$$\lambda = \frac{10}{1616} = 0,0061 \text{ (kerusakan per jam)}$$

2. Menghitung waktu antar kerusakan

Menghitung waktu antara kerusakan (MTBF) komponen *belt conveyor system* yang secara matematis menggunakan rumus:

a. MTBF *belt* (sabuk).

$$\theta = \frac{1}{0,0123} = 81,30 \text{ jam.}$$

b. MTBF *stiring idler*.

$$\theta = \frac{1}{0,0049} = 20,40 \text{ jam.}$$

c. MTBF *bearing roller idler*.

$$\theta = \frac{1}{0,0235} = 42,55 \text{ jam.}$$

d. MTBF *head pulley*.

$$\theta = \frac{1}{0,0061} = 163,93 \text{ jam.}$$

3. Menghitung fungsi ketidak andalan F(t).

Fungsi ketidakandalan dapat diartikan peluang mesin akan rusak pada waktu (t). Persamaan matematis yang digunakan.

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

Untuk t = 8 jam

$$e = 2,718$$

a. Ketidak andalan untuk *belt*.

$$F(t) = 1 - e^{-\lambda t} \\ = 1 - 2,718^{-0,0123 \times 8} \\ = 1 - 0,9062 \\ = 0,093 \\ = 9,3 \%$$

b. Ketidak andalan untuk *stiring idler*.

$$F(t) = 1 - e^{-\lambda t} \\ = 1 - 2,718^{-0,0049 \times 8} \\ = 1 - 0,9615 \\ = 0,038 \\ = 3,8 \%$$

c. Ketidak andalan pada *bearing roller idler*.

$$F(t) = 1 - e^{-\lambda t} \\ = 1 - 2,718^{-0,0235 \times 8} \\ = 1 - 0,8286 \\ = 0,171 \\ = 17,1 \%$$

d. Ketidak andalan pada *head pulley*.

$$\begin{aligned}
 F(t) &= 1 - e^{-\lambda t} \\
 &= 1 - 2,718^{-0,0061 \times 8} \\
 &= 1 - 0,9523 \\
 &= 0,047 \\
 &= 4,7 \%
 \end{aligned}$$

4. Menghitung keandalan mesin *belt conveyor system*.

Persamaan yang digunakan untuk menghitung keandalan mesin *belt conveyor system* adalah

$$\begin{aligned}
 R(t) &= e^{-\lambda t} \\
 e &= 2,718 \\
 t &= 8
 \end{aligned}$$

a. Keandalan untuk *belt*.

$$\begin{aligned}
 R(t) &= e^{-\lambda t} \\
 &= 2,718^{-0,0123 \times 8} \\
 &= 0,906 \\
 &= 90,6 \%
 \end{aligned}$$

b. Keandalan untuk *stering idler*.

$$\begin{aligned}
 R(t) &= e^{-\lambda t} \\
 &= 2,718^{-0,0049 \times 8} \\
 &= 0,961 \\
 &= 96,1 \%
 \end{aligned}$$

c. Keandalan untuk *bearing roller idler*.

$$\begin{aligned}
 R(t) &= e^{-\lambda t} \\
 &= 2,718^{-0,0235 \times 8} \\
 &= 0,828 \\
 &= 82,8 \%
 \end{aligned}$$

d. Keandalan untuk *head pulley*.

$$\begin{aligned}
 R(t) &= e^{-\lambda t} \\
 &= 2,718^{-0,0061 \times 8} \\
 &= 0,952 \\
 &= 95,2 \%
 \end{aligned}$$

Menentukan Nilai Parameter *Maintainability*

1. Menghitung rata-rata diantara pemeliharaan (MTBM) pada komponen mesin *belt conveyor system*.

Waktu rata-rata diantara pemeliharaan meliputi pemeliharaan terjadwal (*preventif*) dan pemeliharaan tidak terjadwal (*corectif*). Rumus yang digunakan adalah

$$MTBM = \frac{\text{Total waktu efektif operasi mesin}}{\text{Tindakan preventif+tindakan korektif}}$$

Tabel 4.4: Tindakan preventif dan korektif *belt conveyor system*.

Jenis sistem	Belt	Steering idler	Bearing roller idler	Head pulley
Tindakan preventif	12	12	12	12
Tindakan korektif	20	8	38	10
Waktu operasi mesin	1616	1616	1616	1616
Λ	0,0123	0,0049	0,0235	0,0061

a. Menghitung MTBM pada *belt* .

$$\begin{aligned}
 MTBM &= \frac{1616}{12+20} \\
 &= \frac{1616}{32} \\
 &= 50,5 \text{ Jam.}
 \end{aligned}$$

b. Menghitung MTBM pada *steering idler*.

$$\begin{aligned}
 MTBM &= \frac{1616}{12+8} \\
 &= \frac{1616}{20} \\
 &= 80,8 \text{ Jam.}
 \end{aligned}$$

c. Menghitung MTBM pada *bearing roller idler*.

$$\begin{aligned}
 MTBM &= \frac{1616}{12+38} \\
 &= \frac{1616}{50} \\
 &= 32,32 \text{ Jam.}
 \end{aligned}$$

d. Menghitung MTBM pada *head pulley*.

$$\begin{aligned} \text{MTBM} &= \frac{1616}{12+10} \\ &= \frac{1616}{22} \\ &= 73,45 \text{ Jam.} \end{aligned}$$

2. Menghitung *fpt* tiap kerusakan pada mesin *belt conveyor system*.

Fpt adalah frekuensi pemeliharaan aktif, persamaan yang digunakan adalah:

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

a. *fpt* untuk *belt*.

$$\begin{aligned} \text{fpt untuk belt} \\ fpt &= \frac{1 - (50,5 \times 0,0123)}{50,5} \\ &= \frac{1 - 0,6211}{50,5} \\ &= \frac{0,3789}{50,5} \\ &= 0,00750 \text{ pemeliharaan / jam.} \end{aligned}$$

b. *fpt* untuk *steering idler*.

$$\begin{aligned} \text{fpt untuk steering idler} \\ fpt &= \frac{1 - (80,8 \times 0,0049)}{80,8} \\ &= \frac{1 - 0,3959}{80,8} \\ &= \frac{0,6041}{80,8} \\ &= 0,00747 \text{ pemeliharaan / jam.} \end{aligned}$$

c. *fpt* untuk *bearing roller idler*.

$$\begin{aligned} \text{fpt untuk bearing roller idler} \\ fpt &= \frac{1 - (32,32 \times 0,0235)}{32,32} \\ &= \frac{1 - 0,7595}{32,32} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} &= \frac{0,2405}{32,32} \\ &= 0,00744 \text{ pemeliharaan / jam.} \end{aligned}$$

d. *fpt* untuk *head pulley*.

$$\begin{aligned} fpt &= \frac{1 - (73,45 \times 0,0061)}{73,45} \\ &= \frac{1 - 0,4480}{73,45} \\ &= \frac{0,552}{73,45} \\ &= 0,00751 \text{ pemeliharaan / jam.} \end{aligned}$$

3. Menghitung jarak waktu perawatan.

Selanjutnya dihitung juga jarak waktu perawatan tiap-tiap jenis kerusakan atau juga disebut *Mean Maintenance Time* (Mct).

$$\text{Mct} = \frac{\text{total waktu pemeliharaan korektif}}{\text{banyaknya pemeliharaan korektif}}$$

a. Untuk *belt*.

$$\text{Mct} = \frac{110}{20} = 5,5 \text{ jam.}$$

b. Untuk *steering idler*.

$$\text{Mct} = \frac{20}{8} = 2,5 \text{ jam.}$$

c. Untuk *bearing roller idler*.

$$\text{Mct} = \frac{60}{38} = 1,57 \text{ jam.}$$

d. Untuk *head pulley*.

$$\text{Mct} = \frac{90}{10} = 30 \text{ jam.}$$

4. Menghitung waktu rata-rata pemeliharaan aktif (M).

$$M = \frac{(\lambda \times \text{Mct}) + (\text{fpt} \times \text{Mpt})}{\lambda + \text{fpt}}$$

a. Waktu rata-rata pemeliharaan *belt*.

$$\begin{aligned}
 M &= \frac{(\lambda \times Mct) + (fpt \times Mpt)}{\lambda + fpt} \\
 &= \frac{(0,0123 \times 5,5) + (0,00750 \times 5)}{0,0123 + 0,00750} \\
 &= \frac{(0,0676) + (0,0375)}{0,0198} \\
 &= 5,308 \text{ jam.}
 \end{aligned}$$

b. Waktu rata-rata pemeliharaan *steering idler*.

$$\begin{aligned}
 M &= \frac{(\lambda \times Mct) + (fpt \times Mpt)}{\lambda + fpt} \\
 &= \frac{(0,0049 \times 2,5) + (0,00747 \times 5)}{0,0049 + 0,00747} \\
 &= \frac{(0,0122) + (0,0373)}{0,0123} \\
 &= 4,024 \text{ jam.}
 \end{aligned}$$

c. Waktu rata-rata pemeliharaan *bearing roller idler*.

$$\begin{aligned}
 M &= \frac{(\lambda \times Mct) + (fpt \times Mpt)}{\lambda + fpt} \\
 &= \frac{(0,0235 \times 1,57) + (0,00744 \times 5)}{0,0235 + 0,00744} \\
 &= \frac{(0,0368) + (0,0372)}{0,0309} \\
 &= 2,39 \text{ jam.}
 \end{aligned}$$

d. Waktu rata-rata pemeliharaan *head pulley*.

$$\begin{aligned}
 M &= \frac{(\lambda \times Mct) + (fpt \times Mpt)}{\lambda + fpt} \\
 &= \frac{(0,0061 \times 30) + (0,00751 \times 5)}{0,0061 + 0,00751} \\
 &= \frac{(0,183) + (0,0375)}{0,0136} \\
 &= 16,21 \text{ jam.}
 \end{aligned}$$

Menentukan Nilai Parameter Availability

1. Menghitung *Inheren* pada komponen mesin *belt conveyor system*.

Inherenavailability adalah probabilitas bahwa mesin atau peralatan, jika dibawah kondisi tertentu dalam lingkungan yang ideal akan beroperasi memuaskan pada tiap waktu yang dibutuhkan .

Inheren Availability (A_i) dinyatakan dengan persamaan:

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

a. A_i untuk *belt*.

$$\begin{aligned}
 A_i &= \frac{MTBF}{MTBF + Mct} \\
 &= \frac{50,5}{50,5 + 5,5} \\
 &= 0,901 \\
 &= 90,1\%
 \end{aligned}$$

b. A_i untuk *steering idler*.

$$\begin{aligned}
 A_i &= \frac{MTBF}{MTBF + Mct} \\
 &= \frac{20,40}{20,40 + 2,5} \\
 &= 0,890 \\
 &= 89,0\%
 \end{aligned}$$

c. A_i untuk *bearing roller idler*.

$$\begin{aligned}
 A_i &= \frac{MTBF}{MTBF + Mct} \\
 &= \frac{42,55}{42,55 + 1,57} \\
 &= 0,964
 \end{aligned}$$

d. A_i untuk *head pulley*.

$$\begin{aligned} A_i &= \frac{MTBF}{MTBF+Mct} \\ &= \frac{163,93}{163,93+30} \\ &= 0,845 \\ &= 84,5 \% \end{aligned}$$

d. A_a untuk *head pulley*.

$$\begin{aligned} A_a &= \frac{MTBM}{MTBM+M} \\ &= \frac{73,45}{73,45+16,21} \\ &= 0,819 \\ &= 81,9 \% \end{aligned}$$

2. Menghitung *Achieved Availability* (A_a) Tiap Komponen Mesin *belt conveyor system*

Probabilitas bahwa peralatan atau mesin bila digunakan dalam kondisi yang ideal akan beroperasi memuaskan pada tiap waktu. Definisi ini hampir sama dengan A_i , hanya pemeliharaan preventif diikutkan. *Achieved* dinyatakan dengan persamaan : $A_a =$

a. A_a untuk *belt*.

$$\begin{aligned} A_a &= \frac{MTBM}{MTBM+M} \\ &= \frac{50,5}{50,5+ 5,308} \\ &= 0,904 \\ &= 90,4 \% \end{aligned}$$

b. A_a untuk *steering idler*.

$$\begin{aligned} A_a &= \frac{MTBM}{MTBM+M} \\ &= \frac{80,8}{80,8+ 4,024} \\ &= 0,952 \\ &= 95,2 \% \end{aligned}$$

c. A_a untuk *bearing roller idler*.

$$\begin{aligned} A_a &= \frac{MTBM}{MTBM+M} \\ &= \frac{32,32}{32,32+2,39} \\ &= 0,931 \\ &= 93,1 \% \end{aligned}$$

Pembahasan

Pembahasan *Reliability* mesin *belt conveyor system* dengan waktu operasi 1616 jam.

1. *Belt* (sabuk).

a. Laju kerusakan (λ) = $h(t) = 0,0123$ kerusakan / jam.

Jadi mesin *belt conveyor system* akan mengalami kerusakan pada *bearing head pully* sebanyak 0,0123 kerusakan / jam.

b. Waktu rata-rata diantara kerusakan / *Mean Time Between Failure* (MTBF) atau rata-rata hidup mesin 81,30 jam, yang berarti mesin akan mengalami kerusakan pada *bearing head pully* setelah rata-rata beroperasi selama 81,30 jam

c. Keandalan atau *Reliability* $R(t=8) = 90,6$ %, dengan nilai tersebut *bearing head pully* tergolong sering mengalami kerusakan dan *reliability*nya rendah.

d. Fungsi distribusi komulatif $F(t)$ atau disebut juga ketidakterandalan atau mesin akan rusak pada waktu (t) adalah sebesar 9,3 %. Jadi mesin selama beroperasi selama 8 jam peluang mengalami kerusakan pada *bearing head pully* adalah 9,3 % maka mesin peluang rusaknya cukup besar.

2. *Steering idler*.

a. Laju kerusakan (λ) = $h(t) = 0,0049$ kerusakan / jam.

- Jadi mesin *belt conveyor system* akan mengalami kerusakan pada *belt* (sabuk) sebanyak 0,0049 kerusakan / jam.
- b. Waktu rata-rata diantara kerusakan / *Mean Time Between Failure* (MTBF) atau rata-rata hidup mesin 104,16 jam, yang berarti mesin akan mengalami kerusakan pada *belt* (sabuk) setelah rata-rata beroperasi selama 20,40 jam
 - c. Keandalan atau *Reliability* $R(t=8) = 96,1 \%$, dengan nilai tersebut *belt* (sabuk) tergolong sering mengalami kerusakan dan *reliability*nya rendah.
 - d. Fungsi distribusi kumulatif $F(t)$ atau disebut juga ketidak handalan atau mesin akan rusak pada waktu (t) adalah sebesar 3,8 %. Jadi mesin selama beroperasi selama 8 jam peluang mengalami kerusakan pada *belt* (sabuk) adalah 3,8 % maka mesin peluang rusaknya cukup besar.
3. *Bearing roller idler*.
- a. Laju kerusakan (λ) = $h(t) = 0,00235$ kerusakan / jam.
Jadi mesin *belt conveyor system* akan mengalami kerusakan pada *bearing roller idler* sebanyak 0,00235 kerusakan / jam.
 - b. Waktu rata-rata diantara kerusakan / *Mean Time Between Failure* (MTBF) atau rata-rata hidup mesin 42,55 jam, yang berarti mesin akan mengalami kerusakan pada *bearing roller idler* setelah rata-rata beroperasi selama 42,55 jam.
 - c. Keandalan atau *Reliability* $R(t=8) = 82,8 \%$, dengan nilai tersebut *bearing roller idler* tergolong sering mengalami kerusakan dan *reliability*nya rendah.
 - d. Fungsi distribusi kumulatif $F(t)$ atau disebut juga ketidak handalan atau mesin akan rusak pada waktu (t) adalah sebesar 4,7 %. Jadi mesin selama beroperasi selama 8 jam peluang mengalami kerusakan pada *bearing roller idler* adalah 4,7 % maka mesin peluang rusaknya cukup besar.
4. *Head pulley*.
- a. Laju kerusakan (λ) = $h(t) = 0,0061$ kerusakan / jam.
Jadi mesin *belt conveyor system* akan mengalami kerusakan pada *bearing roller idler* sebanyak 0,0061 kerusakan / jam.
 - b. Waktu rata-rata diantara kerusakan / *Mean Time Between Failure* (MTBF) atau rata-rata hidup mesin 163,93 jam, yang berarti mesin akan mengalami kerusakan pada *bearing roller idler* setelah rata-rata beroperasi selama 163,93 jam.
 - c. Keandalan atau *Reliability* $R(t=8) = 95,2 \%$, dengan nilai tersebut *bearing roller idler* tergolong sering mengalami kerusakan dan *reliability*nya rendah.
 - d. Fungsi distribusi kumulatif $F(t)$ atau disebut juga ketidak handalan atau mesin akan rusak pada waktu (t) adalah sebesar 4,7 %. Jadi mesin selama beroperasi selama 8 jam peluang mengalami kerusakan pada *bearing roller idler* adalah 4,7 % maka mesin peluang rusaknya cukup besar.

Maintainability Faktor

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

1. *Belt (sabuk)*.
 - a. Waktu rata-rata pemeliharaan korektif atau *Mean corrective maintenance time* (Mct) = 5,5 jam.
 - b. Waktu rata-rata pencegahan/ *mean preventif maintenance time* (Mpt) = 5 jam.
 - c. Waktu rata-rata diantara pemeliharaan (termasuk *corrective dan preventive*) *mean time between maintenance* (MTBM) = 50,5 jam. Jadi mesin *belt conveyor system* harus diadakan pemeliharaan untuk *bearing head pully* tiap 50,5 jam.
 - d. Frekuensi pemeliharaan individu terjadwal/frekuensi *preventive time* (fpt) = 0,00750 jam.
 - e. Waktu rata-rata pemeliharaan aktif /*mean maintenance* (M) = 5,308 jam.
2. *Steering idler*.
 - a. Waktu rata-rata pemeliharaan korektif atau *Mean corrective maintenance time* (Mct) = 2,5 jam.
 - b. Waktu rata-rata pencegahan/ *mean preventif maintenance time* (Mpt) = 5 jam.
 - c. Waktu rata-rata diantara pemeliharaan (termasuk *corrective dan preventive*) *mean time between maintenance* (MTBM) = 80,8 jam. Jadi mesin *belt conveyor system* harus diadakan pemeliharaan untuk *belt (sabuk)* tiap 80,8 jam.
 - d. Frekuensi pemeliharaan individu terjadwal/frekuensi *preventive time* (fpt) = 0,00747 jam.
 - e. Waktu rata-rata pemeliharaan aktif /*mean maintenance* (M) = 4,024 jam.
3. *Bearing roller idler*.
 - a. Waktu rata-rata pemeliharaan korektif atau *Mean corrective maintenance time* (Mct) = 1,57 jam.
 - b. Waktu rata-rata pencegahan/ *mean preventif maintenance time* (Mpt) = 5 jam.
 - c. Waktu rata-rata diantara pemeliharaan (termasuk *corrective dan preventive*) *mean time between maintenance* (MTBM) = 32,32 jam. Jadi mesin *belt conveyor system* harus diadakan pemeliharaan untuk *belt (sabuk)* tiap 32,32 jam.
 - d. Frekuensi pemeliharaan individu terjadwal/frekuensi *preventive time* (fpt) = 0,00744 jam.
 - e. Waktu rata-rata pemeliharaan aktif /*mean maintenance* (M) = 2,39 jam.
4. *head pulley*.
 - a. Waktu rata-rata pemeliharaan korektif atau *Mean corrective maintenance time* (Mct) = 30 jam.
 - b. Waktu rata-rata pencegahan/ *mean preventif maintenance time* (Mpt) = 5 jam.
 - c. Waktu rata-rata diantara pemeliharaan (termasuk *corrective dan preventive*) *mean time between maintenance* (MTBM) = 73,45 jam. Jadi mesin *belt conveyor system* harus diadakan pemeliharaan untuk *head pulley* tiap 73,45 jam.
 - d. Frekuensi pemeliharaan individu terjadwal *frekuensi preventive time* (fpt) = 0,00751 jam.
 - e. Waktu rata-rata pemeliharaan aktif /*mean maintenance* (M) = 16,21 jam

Penjadwalan pemeliharaan preventif mesin belt conveyor system.

Didalam menentukan kapan akan dilakukan pemeliharaan preventif digunakan analisa sebagai berikut:

1. Jika melihat MTBF maka mesin akan mengalami kerusakan rata-rata pada operasi selama 81,30 jam kerusakan

pada *belt* (sabuk), 20,40 jam kerusakan pada *steering idler*, 42,55 jam untuk kerusakan pada *bearing roller idler*, dan 163,93 jam untuk kerusakan pada head pulley. Sehingga mesin harus mendapat pemeliharaan sebelum waktu operasi diatas. Atau lebih tepatnya mesin harus dirawat setelah operasi selama 50,5 jam untuk *belt* 80,8 jam untuk *steering idler* 32,32 jam untuk *bearing roller idler* dan 73,45 jam untuk *head pulley*. Dimana waktu diatas merupakan MTBM nya atau waktu rata-rata pemeliharaannya.

2. Jika melihat hasil F(t) atau peluang mesin akan rusak untuk mesin beroperasi selama 8 jam sebesar 9,3 % untuk *belt*, 78% untuk *steering idler*, 7,1% untuk *bearing roller idler* dan 4,7 untuk *head pulley*. Maka mesin *belt conveyor system* selama beroperasi selama 8 jam peluang rusaknya cukup besar sehingga perlu mendapatkan pemeliharaan harian.

Tabel 4.5. Hasil Perhitungan Keandalan Belt Conveyor System

Nama komponen <i>belt conveyor system</i>	KEANDALAN	MTBF
<i>Belt(sabuk)</i>	90,6 %	81,30 jam
<i>Stering idler</i>	96,1 %	20,40 jam
<i>Bearing roller idler</i>	82,8 %	42,55 jam
<i>Bearing head pulley</i>	85,2 %	163,93 jam

PENUTUP

Kesimpulan

Dari hasil penelitian dapat disimpulkan sebagai berikut :

1. Mesin *belt conveyor system* pada PT. PEMBANGKITAN JAWA – BALI

PLTU PACITAN yang digunakan untuk mengangkut batubara memiliki keandalan pada *belt* 90,6 %, *steering idler* 96,1%, *bearing roller idler* 82,8% dan *head pulley* 85,2 % menyebabkan mesin tersebut sering rusak atau mempunyai frekuensi kerusakan yang tinggi, hal ini dapat dilihat dari nilai MTBF *belt* 81,30 jam, *steering idler* 20,40 jam, dan untuk *bearing roller idler* 42,55 jam dan *head pulley* 163,93 jam. Sehingga pelaksanaan perawatan yang dilakukan harus lebih efektif.

Saran

Melihat hasil analisis diatas maka tindakan perawatan pada mesin *belt conveyor system* harus lebih efektif karena terdapat komponen-komponen dalam mesin *belt conveyor system* yang harus selalu dicek atau diperiksa seperti, *belt*, *steering idler*, *bearing roller idler* dan *head pulley* karena komponen tersebut sering mengalami kerusakan, waktu perbaikan membutuhkan waktu yang lama sehingga akan mempengaruhi proses produksi. Sehingga saran-saran yang ingin disampaikan:

1. Perusahaan melaksanakan total *maintenance*, yang akan melibatkan seluruh karyawan baik bagian produksi atau bagian *maintenance* untuk melakukan perawatan yaitu berupa tindakan pelumasan dan pembersihan.
2. Setiap sebelum pengoperasian mesin atau *set up* mesin operator harus memperhatikan atau cek kebersihan kondisi mesin karena jika mengalami kerusakan ditengah mesin beroperasi maka proses produksi akan terganggu.
3. Periode perawatan *preventive* harus dilakukan sebelum waktu MTBF.

DAFTAR PUSTAKA

- Asyari daryus. 2007. *Manajemen pemeliharaan mesin*. Jakarta.
- Blanchard. 1995. *Maintainability : A key to effective Serviceability and Maintenance Management*. John Willey & Sons Inc. Canada .
- Corder.A.S. 1996. *Teknik manajemen pemeliharaan*. Penerbit Erlangga, Jakarta.
- Ebeling, E. Charles. 1997. *Reliability and Maintainability Engineering*. The Mc Graw-Hill Company Inc, New York.
- Govil AK. 1983. *Reliability Engineering*, tata Mc Graw-Hill, New Delhi.
- Lewis, E. E. 1987. *Introduction to Reliability Engineering*. Canada.
- Moubray. J.1997. *Reliability Centered Maintenance II*. New York: Industri Press Inc.
- Selvik. J. T. 2011. *A Frameworks for Reliability and Risk Centered Maintenance, Reliability Engineering and safety*.
- Suharto. IR. 1991. *Manajemen perawatan mesin*. Penerbit Rineka Cipta Jakarta.