**OPTIMALISASI PERAWATAN MESIN PRESS DENGAN**

**METODE *FAILURE MODE EFFECT ANALYSIS* (FMEA)**

Ribut Santosoa, Idham Halid Lahayb, Stellah Junusc, Yolanda Lapaid

a,b,c,dJurusan Teknik Industri

a,b,c,dUniversitas Negeri Gorontalo

yolandalapai7@gmail.com

**Abstrak**

Sistem perawatan yang dilakukan selama ini adalah bersifat *breakdown maintenance* yaitu pemeliharaan yang dilakukan setelah mesin mengalami kerusakan. Sistem ini belum memberikan data akurat kapan suatu mesin atau komponen mengalami kerusakan, sehingga strategi yang tepat untuk menjaga mesin tetap beroperasi adalah menentukan interval waktu perawatan yang optimal.Hasil analisis yang dilakukan dengan menggunakan metode *Failure Mode Effect Analysis* (FMEA) maka didapat komponen kritis pada Mesin *Screw Press* yaitu Komponen *Worm Screw*, *Besi Shaft* dan *Press Cage* diperoleh waktu penggantian Komponen *Worm Screw* 32 hari, *Besi Shaft* 68 hari, *Press Cage* 48 hari pada Mesin *Screw Press* 1 ; untuk Mesin *Screw Press* 2 Komponen *Worm Screw* 52 hari, *Besi Shaft* 128 hari, *Press Cage* 52 hari ; untuk Mesin *Screw Press* 3 Komponen *Worm Screw* dilakukan penggantian selama 56 hari, *Besi Shaft* 104 hari, *Press Cage* 64 hari ; untuk Mesin *Screw Press* 4 pada Komponen *Worm Screw* dilakukan penggantian selama 56 hari, *Besi Shaft* 72 hari, *Press Cage* 74 hari. Untuk Mesin *Screw Press* 5 pada Komponen *Worm Screw* dilakukan penggantian selama 50 hari, *Besi Shaft* 80 hari, *Press Cage* 92 ; hari dan untuk Mesin *Screw Press* 6 pada Komponen *Worm Screw* dengan interval waktu penggantian selama 52 hari, *Besi Shaft* 72 hari dan *Press Cage* 58 hari.

Kata Kunci: FMEA, MTTF, MTTR, *Downtime*, *Age Replacement*

***Abstrak***

The maintenance system that has been carried out so far is in the nature of *breakdown maintenance* , that is, maintenance carried out after the engine has been damaged. This system has not provided accurate data when a machine or component is damaged, so the right strategy to keep the machine in operation is to determine the optimal maintenance time interval. The results of the analysis conducted using the *Failure Mode Effect Analysis* (FMEA) method will obtain critical components at The *Screw Press* Machine is *Worm Screw* , *Iron Shaft* and *Press Cage* Components obtained time replacement of *Worm Screw* Component 32 days, *Iron Shaft* 68 days, *Press Cage* 48 days on *Screw Press* Machine 1 ; for *Screw Press* Machine 2 Components *Worm Screw* 52 days, *Iron Shaft* 128 days, *Press Cage* 52 days ; for *Screw Press* Machine 3 *Worm Screw* Components are replaced for 56 days, *Iron Shafts* 104 days, *Press Cage* 64 days ; for *Screw Press* Machines 4 on *Worm Screw* Components are replaced for 56 days, *Iron Shafts* 72 days, *Press Cage* 74 days. For *Screw Press* Machine 5 on *Worm Screw* Components , the replacement is done for 50 days, *Iron Shaft* 80 days, *Press Cage* 92 days ; for *Screw Press* Machine 6 on *Worm Screw* Components with replacement time intervals for 52 days, *Iron Shaft* 72 days and *Press Cage* 58 day.

Keywords: FMEA, MTTF, MTTR, *Downtime* , *Age Replacement*

**PENDAHULUAN**

 *Breakdown maintenance* merupakan srategi perawatan yang sangat kasar dan kurang baik karena dapat menimbulkan biaya tinggi, kondisi mesin atau komponen tidak diketahui dan tidak adanya perencanaan waktu tenaga kerja maupun biaya yang baik [1], akibat dari penerapan sistem perawatan *breakdown*, seringkali terjadi kerusakan ko,ponen dalam melakukan pergantian [2]. Kemudian perawatan mesin berkembang dengan sistem *preventive maintenance*. *Preventive maintenance*  bertujuan untuk mencegah kerusakan mesin yang sifatnya mendadak dan meningkatkan *reliability* mesin [3].

 PT. XYZ merupakan perusahaan yang bergerak di bidang usaha pengolahan minyak kelapa sawit (PMKS) di Sulawesi Tengah yang mengolah tandan buah segar (TBS) menjadi produk berupa *crude palm oil* (CPO) dan *palm kernel* (PK) yang berkapasitas 60 ton/jam.

 Mesin *screw press*  salah satu mesin yang mendukung aktivitas proses produksi. Perusahaan memakai 6 mesin *scres press* yang berfungsi sebagai pengempa buah sawit dengan kapasitas terpasang 15 ton/jam pada masing-masing mesin.

 Sistem perawatan yang dilakukan selama ini oleh perusahaan adalah bersifat penerapan *breakdown maintenance* sehingga perusahaan hanya mengganti komponen yang rusak tanpa memperhatikan tingkat keandalanya. Sistem ini belum dapat memberikan data yang akurat tentang kapan suatu mesin atau komponen akan mengalami kerusakan serta dalam penggunaan mesin *screw press* perusahaan belum menerapkan sistem pergantian penjadwalan dalam pengoprasian mesin tersebut, sehingga mesin akan digunakan sesuai dengan keinginan operator. Maka dampak yang ditimbulkan yaitu tingkat keandalan mesin akan menurun. Tindakan perawatan mesin digunakan untuk dapat mencegah terjadinya kerusakan secara mendadak. Strategi yang tepat untuk menjaga mesin agar dapat beroperasi adalah dengan cara menentukan interval waktu perawatan peralatan yang optimal yang nantinya akan dibuat dalam bentuk jadwal perawatan. Untuk itu metode *preventive maintenance* digunakan untuk merencanakan persediaan *spart part* komponen mesin yang sering mengalami kerusakan.

 Tujuan yang ingin dicapai dalam penelitian ini adalah sebagai berikut:

1. Berapa besar perbandingan *realibilty* sebelum dan sesudah melaksanakan *preventif maintenance*.
2. Menentukan persediaan *sparepart* komponen kritis mesin *screw press*.

**Perawatan**

 Perawatan merupakan kegiatan sia-sia yang embuang waktu, tenaga, dan uang. Padahal kegiatan perawatan merupakan kegiatan yang bertujuan untuk melestarikan dan memperlancar jalanya proses produksi telah direncanakan sebelumnya. Kelancaran proses produksi suatu industri, kualitas atau mutu suatu industri tidak lepas dari salah satu indikasi peranan peralatan. Pentingnya sebuah peralatan harus dijaga dengan baik, karena baiknya sebuah peralatan dilihat dari bagaimana penerapan perawatan/perbaikan [4].

 Prosedur dalam perencanaan pemeliharaan terencana yaitu meliputi pembuatan daftar sarana, selanjutnya kita harus menentukan bagaimana asset atau sarana ini dipelihara. Perawatan yang dilaksanakan dalam periode waktu yang tetap dengan kriteria di berbagai tahap produksi tujuanya agar produk yang dihasilkan sesuai rencana, baik mutu, biaya, maupun ketepatan waktu [5]. Suatu jadwal pemeliharaan harus dibuat bagi setiap mesin atau peralatan yang telah ditentukan agar mendapatkan pemeliharaan pencegahan terencana. Sistem ini dapat dimulai dengan menggunakan pemeliharaan pencegahan terencana bagi beberapa mesin dan sesudah didapatkan pengalaman dalam penggunaan jadwal [6].

***Failure Mode and Analysis* (FMEA)**

FMEA = *failure modes and effects analysis* atau disebut juga yaitumode-mode kegagalan dan analisis efek-efek pertama-tama dipergunakan pada tahun 1960-an adalah industri penerbangan dan sekarang merupakan teknik yang digunakan sebagian besar sektor industri. FMEA merupakan metode obyektif untuk mengevaluasi desain sistem [7]. FMEA adalah sebuah metode evaluasi kemungkinan terjadinya sebuah kegagalan dari sebuah sistem, desain, proses atau servis untuk dibuat langkah penangananya [8]. FMEA digunakan untuk mencari penyebab dan efek yang ditimbulkan dari kegagalan yang terjadi [9].

 *Realiability* adalalah angka yang menunjukan keandalan alat dalam arti alat mampu dioperasikan terus menerus selama periode tertentu tanpa mengalami gangguan atau kerusakan [10].*Realiability* juga dapat dikuantifikasi dengan menggunakan rata-rata banyaknya kegagalan dalam rangka waktu tertentu [11]. *Avaibility* adalah probabilitas suatu komponen atau sistem menunjukan kemampuan yang diharapkan pada suatu waktu tertentu. Ketika dioperasikan dalam kondisi operasional tertentu [12].

**METODOLOGI**

**Pengumpulan Data**

 Pengumpulan data diambil di PT. XYZ data historis kerusakan mesin *screw press* periode januari 2014–April 2017 yang dibutuhkan untuk menunjang penelitian ini. Adapun data yang digunakan meliputi :

1. Data mesin *screw press* dan komponen – komponennya
2. Data *downtime* dan kerusakan mesin *screw press* yang terjadi selama 4 tahun yaitu dari tahun 2014 sampai dengan 2017.
3. Data penyebab kegagalan beserta efek yang ditimbulkan akibat kegagalan.
4. Biaya kegagalan, meliputi harga komporien, ongkos tenaga kerja, dan biaya produksi yang hilang akibat perbaikan.

**Tahap Pengolahan Data**

 Adapun tahapan dalam pengolahan data yang dilakukan yaitu sebagai berikut:

1. *Failure modes and effect analysis* (FMEA) disusun berdasarkan fungsi komponen yang kemudian dapat ditentukan berbagai penyebab kegagalan yang menimbulkan kegagalan serta dampak yang diakibatkan dari kegagalan tersebut. Kemudian menentukan urutan nilai RPN (*Risk Priority Number*) dari yang tertinggi hingga yang paling rendah. Nilai RPN tertinggi dapat diartikan bahwa komponen tersebut membutuhkan penanganan yang segera.
2. Pengolah data tahap awal ini yaitu menentukan nilai selang waktu antar kerusakan dengan cara menghitung kerus nilai MTTF dan MTTR.
3. Penentuan *index of fit*. Pada tahap ini ditentukan *index of fit* pada masing-masing komponen mesin *screw pres*. Baik untuk data MTTF (*mean time to failure*) maupun data MTTR *(Mean time to repair)* yaitu dengan cara mencari nilai R (*index of fit*) yang terbesar disetiap distribusi (Eksponensial. Lognormal, Normal, Weibull) yang akan dipilih.
4. Uji *goodnes of fit*. Fungsi dari pada uji *goodnes of fit* yaitu untuk menentukan apakah distribusi yang dipilih sudah sesuai.
5. Penentuan selang waktu penggantian pencegahan dan pemeriksaan. Selang waktu penggantian pencegahan dihitung berdasarkan umur penggantian optimal dengan kriteria minimasi *downtime*. Dari hasil perhitungan komponen (tp) dipilih tp dengan nilai total *downtime* (D(tp)) terkecil.
6. Perehitungan nilai ketersediaan *(availability)* total.
7. Perhitungan nilai keandalan *(Reliability).*

**HASIL DAN PEMBAHASAN**

Tahap pertama dalam pengolahan data yaitu menentukan komponen kritis pada 6 mesin *screw press*. Menggunakan metoede (FMEA) *Failure Modes anda Effets Aalysis* dengan cara memberikan tabel FMEA yang telah dirancang dan melakukan wawancara langsung pada mekanik stasiun *screw press* yang berfungsi untuk menentukan komponrn kritis yang akan dibuatkan interval waktu pergantian. Data ini diperoleh melalui observasi langsung serta wawancara dengan bagian mekanik yang ada pada stasiun *press* yang berjumlah 3 orang. Dimana 3 orang mekanik ini akan memberikan besarnya nilai untuk ketiga penelitian yaitu *severty* (S), *Ocurence* (O), *Detection* (D) dari masing-masing komponen. Hasil penilaian dari ketiga orang mekanik akan di rata-ratakan yang akan mendapatkan nilai kritis pada komponen mesin *screw pres*. Tabel 1 merupakan hasil nilai rata-rata RPN (*Risk Priority Number*) yang diberikan oleh ketiga mekanik pekerja pada bagian stasiun press. Prioritas perbaikan diberikan kepada oleh ketiga kegagalan yang memiliki nilai RPN diatas nilai kritis. Maka diambil 3 komponen kritis yaitu besi *shaft*, *worm screw* dan *press cage*. Data frekuensi kerusakan komponen kritis mesin *screw press* dapat dilihat pada tabel 2.

|  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| No  | nama komponen |  RPN |  RPN |  RPN | Rata-Rata |
| 1 | Besi Shaft VCN DIA 6° x 1220 MM | 350 | 320 | 280 | 317\* |
| 2 | Besi Shaft VCN DIA 6° x 100 MM | 350 | 320 | 280 | 317\* |
| 3 | Thrust Bearing 29420 E SKF | 175 | 180 | 224 | 193 |
| 4 | Roller Bearing 22220 E/C3 SKF | 210 | 270 | 100 | 193 |
| 5 | Roller Bearing SKF 22220 E/C3 SKF | 210 | 216 | 180 | 202 |
| 6 | Worm Screw L (Left Side-P/N.14.2) | 320 | 256 | 280 | 285\* |
| 7 | Worm Screw R (Left Side-P/N.14.2) | 320 | 256 | 280 | 285\* |
| 8 | Press Cage P/N 16 For 15 | 280 | 144 | 320 | 248\* |
| 9 | Spur Gear  | 90 | 200 | 72 | 121 |
|  | Jumlah | 2161 |

Tabel 2. Frekuensi Kerusakan Mesin *Screw Press* Tahun 2014-1017

|  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- |
| Nama Komponen | Worm Screw | Besi Shaft | Press Cage | Jumlah |
| Mesin SP1 | 9 | 4 | 6 | 19 |
| Mesin SP2 | 6 | 4 | 5 | 15 |
| Mesin SP3 | 6 | 4 | 4 | 14 |
| Mesin SP4 | 8 | 4 | 5 | 17 |
| Mesin SP5 | 9 | 4 | 5 | 18 |

Tahap selanjutnya penentuan interval waktu penggantian pencegahan menggunakan metode *age replacement* untuk mencari umur penggantian optimal, dan juga dicari interval waktu pemeriksaan komponen. Hasil perhitungan penggantian dan pemeriksaan komponen dapat dilihat pada tabel 5.

Tabel 5. Hasil Perhitungan Interval Pemeriksaan dan Penggantian Komponen Kritis

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
| Nama Mesin | Nama Komponen Kritis | Interval Penggantian (Hari) | Interval Pemeriksaan (Jam) |
|  |  |  |  |
| Mesin Screw Pres 1 | Worm Screw | 32 | 58 |
| Besi Shaft | 68 | 83 |
| Press Cage | 48 | 59 |
| Mesin Screw Pres 2 | Worm Screw | 52 | 48 |
| Besi Shaft | 128 | 74 |
| Press Cage | 52 | 62 |
| Mesin Screw Pres 3 | Worm Screw | 56 | 44 |
| Besi Shaft | 104 | 65 |
|  Press Cage | 64 | 61 |
| Mesin Screw Pres 4 | Worm Screw | 54 | 57 |
| Besi Shaft | 72 | 117 |
| Press Cage | 74 | 84 |
| Mesin Screw Pres 5 | Worm Screw | 50 | 56 |
| Besi Shaft | 80 | 101 |
| Press Cage | 92 | 80 |
| Mesin Screw Pres 6 | Worm Screw | 52 | 58 |
| Besi Shaft | 72 | 83 |
| Press Cage | 58 | 70 |

 Berdasarkan hasil perhitungan interval waktu penggantian dan pemeriksaan maka dapat diketahui tingkat ketersediaan (*availability)* dari masing-masing komponen kritis pada mesin *screw press*. Hasil perhitungan dapat dilihat pada tabel 6.

Tabel 6. Hasil Perhitungan Tingkat *Availability* Total

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
| Nama Komponen | Worm Screw | Besi Shaft | Press Cage |
| Mesin SP1 | 0.9779 | 0.979 | 0.9748 |
| Mesin SP2 | 0.9759 | 0.9774 | 0.9799 |
| Mesin SP3 | 0.9731 | 0.9744 | 0.9798 |
| Mesin SP4 | 0.9789 | 0.9852 | 0.9828 |
| Mesin SP5 | 0.9795 | 0.9826 | 0.9831 |
| Mesin SP6 | 0.9745 | 0.9787 | 0.9792 |

 Tahap selanjutnya adalah melakukan perhitungan tingkat *reliability* yang berfungsi untuk mengetahui tingkat keandalan dari masing – masing komponen mesin *screw press*. R(t) merupakan tindakan sebelum dilakukan *preventive maintenance* dan R (t-nT) tindakan sesudah dilakukan *preventive maintenance*. Rangkuman hasil perhitungan dapat dilihat pada tabel 7.

Tabel 7. Perbandingan Sebelum dan Sesudah Diterapkan *Preventive Maintenance*

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
| Nama Mesin | Nama Komponen Kritis | R(t) | R(t-nT) |
| Mesin Screw Pres 1 | Worm Screw | 48.77% | 93.19% |
| Besi Shaft | 36.62% | 36.62% |
| Press Cage | 46.46% | 98.45% |
| Mesin Screw Pres 2 | Worm Screw | 38.36% | 100% |
| Besi Shaft | 33.97% | 100% |
| Press Cage | 35.69% | 100% |
| Mesin Screw Pres 3 | Worm Screw | 49.31% | 94.14% |
| Besi Shaft | 48.47% | 95.67% |
| Press Cage | 36.03% | 36.03% |
| Mesin Screw Pres 4 | Worm Screw | 47.60% | 92.82% |
| Besi Shaft | 49.91% | 99.83% |
| Press Cage | 49.40% | 92.27% |
|  |  |  |  |
| Mesin Screw Pres 5 | Worm Screw | 32.40% | 100% |
| Besi Shaft | 35.78% | 35.78% |
| Press Cage | 36.34% | 36.34% |
| Mesin Screw Pres 6 | Worm Screw | 44.30% | 99.98% |
| Besi Shaft | 39.99~~%~~ | 100% |
| Press Cage | 38.88% | 100% |

 Perhitungan pengendalian persediaan *spare part* berfungsi untuk menentukan jumlah komponen yang dibutuhkan untuk melakukan tindakan *preventive maintenance* pada komponen kritis. Hasil rangkuman perhitungan penentuan persediaan *spare part* dapat dilihat pada tabel 8.

Tabel 8. Hasil perhitungan jumlah kebutuhan persediaan *spare part*/tahun

|  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| Nama Komponen | Mesin SP1 | Mesin SP2 | Mesin SP3 | Mesin SP4 | Mesin SP5 |
| Worm Screw | 9 | 6 | 6 | 8 | 9 |
| Besi Shaft | 4 | 4 | 4 | 4 | 4 |
| Press Cage | 6 | 5 | 4 | 5 | 5 |
|  |  |  |  |  |  |
| Jumlah | 19 | 15 | 14 | 17 | 18 |

**KESIMPULAN DAN SARAN**

**KESIMPULAN**

Berdasarkan hasil pengolahan dan analisa data kerusakan mesin *screw press* tersebut, maka dapat disimpulkan bahwa :

1. Rata-rata perbandingan *realibilty* sebelum dan sesudah melaksanakan *preventif maintenance* pada komponen *worm screw*  sebelum 36.39% dan sesudah 82.87% , pada besi shaft sebelum 34.97% dan sesudah 66.84% , pres cage sebelum 36.68% dan sesudah 66.55% .
2. Kebutuhan jumlah *spare part* mesin screw pressadalah komponen *Worm Screw* 37 unit/tahun, besi Shaft 18 unit/ tahun dan *Press Cage* 24 unit/tahun.

**SARAN**

Melakukan perawatan mesin *Screw Press* berdasarkan penelitian ini untuk menjaga tingkat keandalan mesin.

**DAFTAR PUSTAKA**

[1] A. Sudradjat, *Pedoman Praktis Manajemen Perawatan Mesin Industri*, Refika Adi. Bandung, 2011.

[2] P. Tarigan, E. Gintng, and I. Siregar, “Perawatan Mesin Secara Preventive Maintenance Dengan Modularity Design Pada PT. RXY,” *J. Tek. Ind. USU*, vol. 3, 2013.

[3] Assauri and S, *Manajemen Produksi dan Operasi*, Edisi Revi. Fakultas Ekonomi, Universitas Indonesia, 2008.

[4] Y. Lapai, S. H. Atika, I. H. Lahay, and Hassanuddin, “Evektivitas Mesin dengan Menggunakan Metode Overal Equipment Effetiveness pada PT. XYZ,” *semanTECH 2019*, pp. 289–293, 2019.

[5] S. Oktaria, “Perhitungan dan Analisa Nilai Overakk Equipment Effectiveness Pada Proses Awal Pengolahan Kelapa,” *Skirpsi*, 2011.

[6] A. Corder, *Teknik Manajemen Pemeliharaan Pemeliharaan*, Erlangga. Jakarta, 1992.

[7] S. kenneth Hurth, *Prinsip-Prinsip Perencangan Teknik*, Erlangga. Jakarta, 2006.

[8] S. Andiyanto, A. Sutrisno, and C. Punuhsingong, “Penerapan Metode FMEA (Failure Mode And Effect Analysis) Untuk Kuantifikasi dan Pencegahan Resiko Akibat Terjadinya Lean Waste,” *J. Online Poros Tek. Mesin*, vol. 6, No 1, 2017.

[9] Syahruddin, “Analisis Sistem Perawatan Mesin Menggunakan Metode Reliability Centered Maintenance (RCM) sebagai dasar Kebijakan Perawatan yang Oprimal di PLTD,” *J. Teknol. Terpadu*, vol. 1, 2013.

[10] D. . Lasse, *Manajemen Peralatan*, Rajawali P. Jakarta, 2012.

[11] F. Kurniawan, *Manajemen Perawatan Industri*, Penerbit G. Yogyakarta, 2013.

[12] C. . Ebeling, *An Introduction to Reliability and Maintanability for Engineering*, McGraw Hil. New York, 1997.