

ANALISIS *RELIABILITY* DAN *AVAILABILITY* MESIN PABRIK KELAPA SAWIT PT. PERKEBUNAN NUSANTARA 3

Yuhelson¹, Bustami Syam², Sukaria Sinullingga³, Ikhwansyah Isranuri²

¹ Mahasiswa Program Studi Magister Teknik Mesin Universitas Sumatera Utara,
Dosen Universitas Muhammadiyah Riau Pekanbaru

² Program Studi Magister Teknik Mesin, Universitas Sumatera Utara
Jl. Tri Dharma, Kampus USU Medan 20155

³ Program Studi Magister Teknik Industri, Universitas Sumatera Utara
Jl. Universitas, Kampus USU Medan 20155

Abstract

This study presents a case study describing reliability and availability analysis of Critical Machine at the Rambutan Palm Oil Factory of PTP Nusantara 3. The failures data of engineering system were analyzed by Pareto's Diagram, and the critical machine was founded is Screw Press. Screw Press is consist of seven critical subsystems i.e: Left & Right Handed Worm, Bushing, Press Cylinder, Rebuild Worm, Bearing SKF 29326, Left Handed Shaft, and Right Handed Shaft. The analysis has been done for each subsystem by computing the characteristic of the maintenance system i.e: reliability, failure rate, mean time between failure, availability, failure cost, preventive cost, and replacement interval time. Furthermore it can be create the optimum scheduling of preventive maintenance. Based on analysis of reliability, availability, failure rate, production lost cost, and maintenance cost, obtained the replacement interval time of subsystems i.e: Left & Right Handed Worm = 76 days, Bushing = 76 day, Press Cylinder = 95 days, Rebuild Worm = 95 days, Bearing SKF 29326 = 228 days, Left Handed Shaft = 114 days, and Right Handed Shaft = 76 days. The optimum maintenance scheduling was modified based on replacement interval time of subsystem. Analysis of the new scheduling shows that the reliability of Screw Press(1) can be improve from 0.4207 to 0,8259, Screw Press(2) from 0,4024 to 0,8259, Screw Press(3) from 0,4504 to 0,8259, and Screw Press(4) from 0,4204 to 0,8259 respectively. The availability of Screw Press(1) improved from 0,8564 to 0,9524, Screw Press(2) from 0,9201, to 0,9524, Screw Press(3) from 0,8585 to 0,9524, and Screw Press(4) from 0,875 to 0,9524. The probability of failure frequency of Screw Press (1) is reduced from 37 to 19, Screw Press (2) from 23 to 19, Screw Press(3) from 25 to 19, and Screw Press(4) from 23 to 19. This study shows that the reliability and availability analysis is very useful for deciding maintenance intervals, planning and organizing maintenance.

Keywords: Reliabilit; Availabilit; Crew pres, Scheduling.

ABSTRAK

Penelitian ini merupakan suatu studi kasus yang menguraikan tentang analisis keandalan dan ketersediaan terhadap mesin-mesin kritis di Pabrik Kelapa Sawit Rambutan PTP Nusantara 3. Data-data kegagalan dari sistem mekanik diolah dengan diagram Pareto, dan ditemukan bahwa mesin-mesin yang kritis adalah Screw Press. Screw Press terdiri dari tujuh komponen (subsistem) kritis, yaitu: *Left & Right Handed Worm, Bushing, Press Cylinder, Rebuild Worm, Bearing SKF 29326, Left Handed Shaft, and Right Handed Shaft*. Analisis dilakukan pada tiap subsistem untuk menghitung karakteristik sistem pemeliharaan, seperti: keandalan, laju kegagalan, waktu rata-rata antar kegagalan, ketersediaan, biaya kegagalan, biaya preventif, dan waktu antar penggantian koponen. Berdasarkan analisis keandalan, ketersediaan, laju kegagalan, biaya kehilangan produksi dan biaya pemeliharaan, diperoleh interval waktu penggantian subsistem yaitu: *Left & Right Handed Worm = 76 har, Bushing = 76 hari, Press Cylinder = 95 hari, Rebuild Worm = 95 hari, Bearing SKF 29326 = 228 hari, Left Handed Shaft = 114 hari, dan Right Handed Shaft = 76 hari*. Penjadwalan pemeliharaan optimum dimodifikasi berdasarkan interval waktu penggantian komponen. Analisis dari penjadwalan pemeliharaan yang baru memperlihatkan bahwa keandalan *Screw Press (1)* meningkat dari 0.4207 menjadi 0,8259, *Screw Press(2)* dari 0,4024 ke 0,8259, *Screw Press(3)* dari 0,4504 ke 0,8259, dan *Screw Press(4)* dari 0,4204 ke 0,8259. ketersediaan dari *Screw Press(1)* meningkat dari 0,8564

menjadi 0,9524, *Screw Press*(2) dari 0,9201, ke 0,9524, *Screw Press*(3) dari 0,8585 ke 0,9524, dan *Screw Press*(4) dari 0,875 ke 0,9524. Kemungkinan frekuensi kegagalan dari *Screw Press*(1) is menurun dari 37 menjadi 19, *Screw Press* (2) dari 23 ke 19, *Screw Press*(3) dari 25 ke 19, dan *Screw Press*(4) dari 23 ke 19. Penelitian ini memperlihatkan bahwa analisis keandalan dan ketersediaan sangat berguna untuk menentukan interval waktu pemeliharaan, perencanaan dan pengorganisasian pemeliharaan.

Kata kunci: Keandalan; Ketersediaan; Screw press; Penjadwalan.

1. PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Kinerja (performance) dari suatu mesin/ peralatan [1] tergantung pada; *reliability* dan *availability* peralatan yang digunakan, lingkungan operasi, efisiensi pemeliharaan, proses operasi dan keahlian operator, dan lain-lain. Jika *reliability* dan *availability* suatu sistem rendah, maka usaha untuk meningkatkannya kembali adalah dengan menurunkan laju kegagalan atau meningkatkan efektifitas perbaikan terhadap tiap-tiap komponen atau sistem. Ukuran *reliability* dan *availability* dapat dinyatakan sebagai seberapa besar kemungkinan suatu sistem tidak akan mengalami kegagalan dalam waktu tertentu, berapa lama suatu sistem akan beroperasi dalam waktu tertentu, dan berapa cepat waktu yang dibutuhkan untuk memulihkan kondisi sistem dari kegagalan yang terjadi. Untuk meoptimalkan *reliability* dan *availability* diperlukan juga suatu sistem penyediaan suku cadang yang terintegrasi dalam suatu sistem pemeliharaan preventif. Jika sistem pemeliharaan tidak terencana dengan baik, daya tahan mesin dan subsistemnya tidak optimal.

Hayyi [2] melakukan analisis kerusakan *container crane* berdasarkan perhitungan fungsi keandalan, laju kegagalan dan *Mean Time Between Failure* (MTBF), lalu didapatkan interval pemeliharaan terhadap sub sistem *Mainhoist, Trolley, Spreader, Engine & Generator Set dan PLC & Electric Drive Control*. Wahyudi [3] dalam penelitiannya membuat suatu model pemeliharaan mesin *Hydraulic Press* dengan memperhitungkan komponen-komponen biaya tenaga kerja, biaya

kehilangan produksi dan harga komponen. Pemodelan tersebut dapat digunakan untuk menentukan interval waktu pemeliharaan yang optimal. Berdasarkan hasil perhitungannya model tersebut dapat menekan biaya total berkisar antara 35,07% sampai 90,73% dari biaya total semula.

Demikian pula halnya dengan Pabrik Kelapa Sawit (PKS) Rambutan PTP Nusantara 3, senantiasa melakukan perubahan dan peningkatan pelayanan pemeliharaan. Dalam pengoperasiannya PKS Rambutan mempunyai beberapa unit mesin pengolah dan material handling, seperti *Boiler, Tresser, digester polishing drum, ripple mill, blower, lori, crane, conveyer, electric motor* dan sebagainya.

Namun dalam pelaksanaan pemeliharaan di PKS Rambutan lebih sering dengan cara *corrective Maintenance* yaitu pemeliharaan yang dilakukan setelah terjadi kerusakan. Sistem ini belum dapat memberikan data yang akurat tentang kapan suatu mesin atau komponen akan mengalami kerusakan. Kerusakan pada mesin-mesin dan peralatan tersebut dapat mengganggu jalannya proses produksi dan dapat berakibat berhentinya keseluruhan proses produksi. Efek dari gangguan tersebut antara lain adalah, target produksi tidak tercapai, ongkos produksi menjadi naik, kehilangan produksi dan biaya perbaikan tinggi.

Seringnya terjadi penghentian operasional di PKS Rambutan ini disebabkan karena waktu kapan terjadinya kegagalan tidak bisa diramalkan. Hal ini berkaitan erat dengan:

1. Nilai keandalan (*reliability*) dan ketersediaan (*availability*) mesin dan dan subsistemnya tidak diketahui.

2. Belum adanya jadwal pemeliharaan terencana berdasarkan analisis kegagalan mesin.
3. Tidak terencananya persediaan suku cadang penunjang sistem pemeliharaan.

Untuk mengatasi beberapa permasalahan tersebut, perlu dilakukan suatu analisis terhadap *reliability*, *availability*, interval waktu perawatan optimum, dan sistem penyediaan suku cadang.

1.2 Tujuan Penelitian

1.2.1 Tujuan Umum

Penelitian ini bertujuan untuk melakukan analisis *Reliability* dan *Availability* mesin pada Pabrik Kelapa Sawit PT. Nusantara 3. Analisis dilakukan dengan pengolahan data-data kegagalan mesin pada pabrik.

1.2.2 Tujuan Khusus

Tujuan khusus dari kegiatan penelitian ini adalah:

1. Mengidentifikasi dan menganalisis kompo-nen-komponen kritis pada mesin-mesin obyek penelitian.
2. Mengevaluasi keandalan dan ketersediaan mesin dan komponennya.
3. Mengevaluasi laju kegagalan mesin dan komponennya.
4. Mengevaluasi interval waktu penggantian komponen yang optimal.

1.3 Tinjauan Pustaka

1.3.1 Strategi Pemeliharaan

Strategi pemeliharaan adalah teknik/ metoda yang digunakan untuk mencapai tingkat keandalan dan ketersediaan sistem yang tinggi dengan biaya operasional yang minimal. Maka strategi pemeliharaan sangatlah penting bagi suatu perusahaan untuk menekan biaya yang harus dike-luarkan, karena kegiatan pemeliharaan secara proposional mempunyai konsekuensi terhadap biaya keseluruhan operasi. Hal-hal penting dalam penerapan strategi pemeliharaan adalah [4]:

1. Frekuensi kerusakan dan

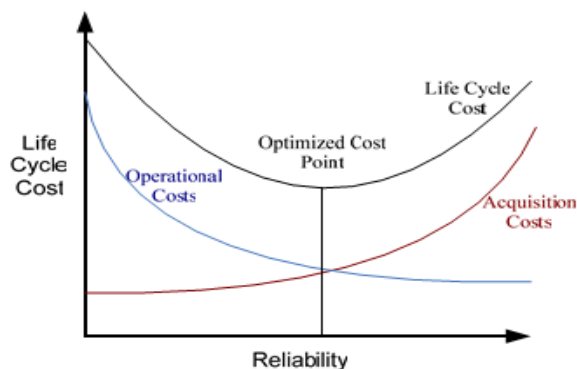
pengeluaran biaya untuk perbaikan termasuk upah.

2. Item-item yang dipilih harus benar-benar penting dan dapat berakibat fatal untuk keseluruhan pabrik tersebut.
3. Penaksiran biaya-biaya pemeliharaan.
4. Melakukan pekerjaan sebanyak mungkin pada saat pembongkaran pabrik tahunan (*overhaul*) dan efektifitas kerja dari para mekanik harus tinggi selama dilakukannya pembongkaran pabrik tahunan tersebut.
5. Meramalkan kerusakan-kerusakan yang akan terjadi.
6. Data yang dikumpul dari pabrik secara harian, periodik, tahunan merupakan dasar informasi untuk sistim pemeliharaan yang baik.
7. Pengawasan pekerjaan pemeliharaan harus merupakan suatu pekerjaan yang terintegrasi Untuk itu perlu dibuat suatu jadwal pemeliharaan untuk setiap mesin dan komponen.

1.3.2. Keandalan (Reliability)

Keandalan dapat didefinisikan sebagai probabilitas suatu sistem dapat berfungsi dengan baik untuk melakukan tugas pada kondisi tertentu dan dalam selang waktu tertentu pula. Keandalan banyak digunakan pada pabrik-pabrik dalam merancang strategi pemeliharaan untuk mendapatkan total biaya produksi yang minimal (ekonomis).

Jadi untuk meningkatkan *profitability* adalah melalui peningkatan *reliability*.



Gambar 1.1 Pengaruh Suatu Program

Reliability Terhadap Biaya Masa Pakai [1]

Dari gambar 1.1 terlihat bahwa dengan menerapkan program *reliability* secara formal, maka walaupun biaya tambahan (acquisition) meningkat, tetapi biaya operasional turun drastis sehingga secara keseluruhan total biaya masa pakai (total life cycle costs) dapat diturunkan.

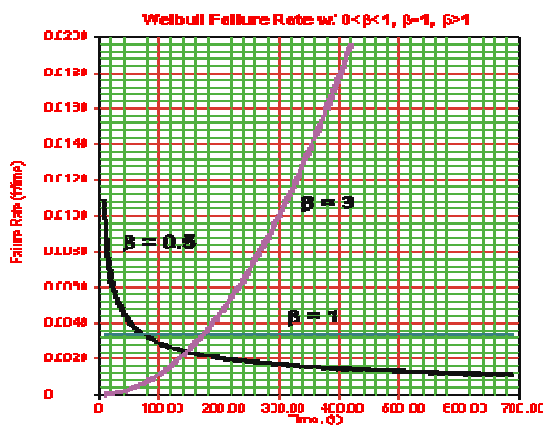
1.3.3 Distribusi Keandalan Weibull

Pengujian distribusi diperlukan, agar diketahui apakah data berdistribusi secara Normal, Lognormal, Exponential atau Weibull. Pengujian distribusi ini bisa dilakukan dengan bantuan *Software Minitab*, lalu diambil koefisien korelasi (correlation coefficient) yang terbesar.

Fungsi kepadatan

Fungsi $f(t)$ mewakili fungsi probabilitas untuk variabel random T yang kontinu disebut fungsi probabilitas kepadatan. Persamaan fungsi kepadatan adalah [5];

$$f(t) = \frac{\beta t^{\beta-1} e^{-(t/\eta)^\beta}}{\eta^\beta}, \quad t \geq 0, \beta > 0, \eta > 0 \quad (1.1)$$



Gambar 1.2 Pengaruh β pada Laju Kegagalan [6]

Dimana; β = parameter bentuk (slope)
 η = parameter skala

- untuk $0 < \beta < 1$, laju kegagalan akan berkurang seiring bertambahnya waktu.
- untuk $\beta = 1$, maka laju kegagalannya

adalah konstan

- untuk $\beta > 1$, laju kegagalannya akan bertambah seiring bertambahnya waktu.

Fungsi keandalan

Keandalan suatu alat adalah probabilitas untuk tidak rusak (survival) selama periode t tertentu atau lebih. Fungsi keandalan terhadap waktu $R(t)$ dapat diformulasikan sebagai berikut [7]:

$$R(t) = \int_t^\infty f(t)dt = e^{-(t/\eta)^\beta} \quad (1.2)$$

Dimana:

- $f(t)$ = fungsi kepadatan peluang, kemungkinan kegagalan untuk periode tertentu
- $R(t)$ = keandalan (Reliability), peralatan ber-operasi pada waktu t
- $R = 1$ sistem dapat melaksanakan fungsi dengan baik
- $R = 0$ sistem tidak dapat melaksanakan fungsi dengan baik
- $R = 0,8$ sistem dapat melaksanakan fungsi dengan baik = 80%

Fungsi laju kegagalan

Laju kegagalan adalah banyaknya kerusakan per satuan waktu. Secara sederhana laju kegagalan dapat dinyatakan sebagai perbandingan banyaknya kegagalan selama selang waktu tertentu dengan total waktu operasi sistem atau sub sistem

$$\lambda(t) = \frac{f(t)}{R(t)} = \frac{\beta t^{\beta-1} \cdot e^{-(t/\eta)^\beta}}{\eta^\beta \cdot e^{-(t/\eta)^\beta}} = \frac{\beta t^{\beta-1}}{\eta^\beta} \quad (1.3)$$

Mean Time Between Failure (MTBF)

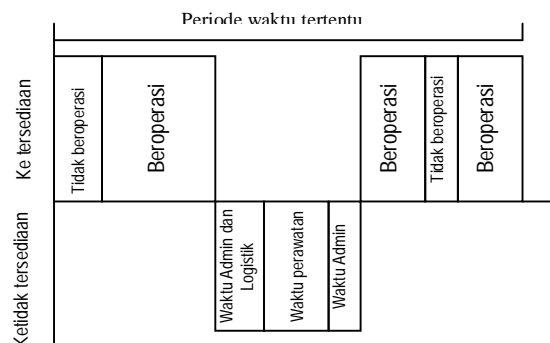
MTBF atau rata-rata waktu kerusakan adalah ekspektasi bisa pakai dari suatu sistem atau peralatan. *MTBF* bermanfaat untuk mengetahui kinerja dan kemampuan dari peralatan yang digunakan dan dapat didefinisikan sebagai berikut :

$$\begin{aligned}
 MTBF &= \int_0^{\infty} R(t)dt = \int_t^{\infty} e^{-(t/\eta)^\beta} dt \\
 &= -\frac{\eta^\beta}{\beta t^{\beta-1}} e^{-(t/\eta)^\beta} \quad (1.4)
 \end{aligned}$$

MTBF dinyatakan dalam total jam operasi per jumlah kegagalan.

1.3.4. Ketersediaan (Availability)

Didefinisikan sebagai probabilitas untuk dapat menemukan suatu sistem untuk melakukan fungsi yang diperlukan pada suatu periode waktu tertentu. Gambar 1.4 menunjukkan beberapa faktor yang mempengaruhi ketersediaan suatu sistem, beberapa diantaranya dapat diperbaiki pada periode desain dan beberapa yang lainnya dapat diperbaiki pada periode operasional.



Gambar 1.4 Ilustrasi Ketersediaan [8]

Formulasi ketersediaan adalah:

$$A = \frac{MTBF}{MTBF + MTR} \quad (1.5)$$

Dimana;

MTBF (Mean Time Between Failure)

= waktu rata-rata antar kerusakan.

MTR (Mean Time To Repair)

= waktu rata-rata untuk mengerjakan reparasi.

Availability

= ketersediaan peralatan untuk beroperasi pada total jam operasi.

1.3.5. Biaya Pemeliharaan dan Perbaikan

Ada dua macam pembiayaan pemeliharaan suatu mesin, yaitu: biaya pencegahan (preventive cost) dan biaya

kerusakan (failure cost). Preventive Cost merupakan biaya yang timbul karena adanya perawatan mesin yang sudah dijadwalkan. Sedangkan Failure Cost merupakan biaya yang timbul karena terjadi kerusakan diluar perkiraan yang menyebabkan mesin produksi terhenti waktu produksi sedang berjalan.

Cp = biaya satu siklus preventive
 = (biaya kehilangan produksi/hari + biaya tenaga kerja/hari + biaya pemeliharaan rutin)x waktu standar pemeliharaan preventif + harga komponen.

Cf = biaya satu siklus kerusakan
 = (biaya tenaga kerja/hari + biaya kehilangan produksi/hari) x waktu rata-rata perbaikan kerusakan + harga komponen.

Total biaya perawatan dan penggantian (Total expected replacement):

$$\begin{aligned}
 &= (\text{biaya satu siklus preventif} \times \text{peluang siklus preventif}) + (\text{biaya satu siklus kerusakan} \times \text{peluang siklus kerusakan}) \\
 &= Cp \times R(t) + Cf \times [1-R(t)]
 \end{aligned}$$

1.3.6. Interval Waktu Pemeliharaan

Untuk menerapkan Preventive Maintenance, maka terlebih dahulu membuat jadwal pemeliharaan yang optimal untuk tiap mesin tersebut. Optimal disini berarti efektif dalam meminimalkan adanya kerusakan pada kom-ponen tersebut dan efisien dalam mengeluarkan biaya pemeliharaan.

Total panjang siklus perawatan dan perbaikan adalah:

$$\begin{aligned}
 &= (\text{ekspektasi satu siklus preventif} \times \text{peluang siklus preventif}) + (\text{ekspektasi satu siklus kerusakan} \times \text{peluang siklus kerusakan})
 \end{aligned}$$

$$= T_x R(t) + \int_0^T t \cdot f(t) dt \quad (1.6)$$

Total biaya optimum pemeliharaan per satuan waktu suatu mesin [5] digunakan rumus sebagai berikut :

$$C(tp) = \frac{Cp \times R(t) + Cf \times (1 - R(t))}{T \cdot R(t) + \int_0^T t \cdot f(t) dt} \quad (1.7)$$

$$= \frac{\text{total biaya harapan dalam selang waktu}(T)}{\text{panjang siklus}}$$

Dimana:

- T = waktu selang pemeliharaan preventif
- R(t) = probabilitas komponen andal selama waktu T
- 1-R(t) = F(t) = probabilitas komponen gagal selama waktu T
- f(t) = fungsi kepadatan probabilitas dari waktu kegagalan komponen.

Dari perhitungan total biaya diatas, dipilih interval waktu pemeliharaan berdasarkan total biaya minimum.

2. METODE PENELITIAN

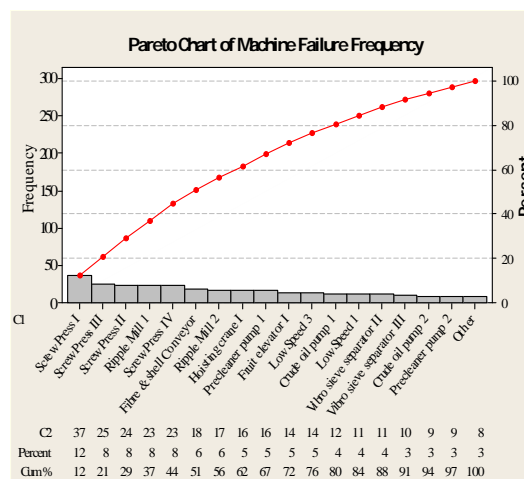
1. Mengumpulkan data-data kerusakan mesin dan komponennya di PKS Rambutan yang terjadi pada tahun 2007, 2008 dan 2009.
2. Melakukan uji distribusi data, menghitung parameter Weibull untuk tiap data.
3. Menghitung reliability, availability, MTBF, laju kegagalan, biaya kerugian produksi, biaya akibat kegagalan, dan biaya pemeliharaan preventif.
4. Menganalisis pola karakteristk kegagalan: reliability, availability, laju kegagalan dan MTBF.
5. Menganalisis biaya penggantian komponen optimum dengan pendekatan minimasi biaya.
6. Menentukan interval penggantian optimum masing-masing komponen.
7. Menganalisis sistem persediaan suku cadang meliputi: jumlah kebutuhan, jumlah pemesanan, dan stok minimum.

3. HASIL DAN PEMBAHASAN

3.1 Mesin dan Komponen Kritis

Data-data kegagalan mesin pada keseluruhan sistem diolah dengan diagram Pareto, sehingga ditemukan

mesin yang paling kritis adalah Screw Press 1, 2, 3 dan 4, seperti pada grafik gambar 4.1, dengan frekuensi kegagalan seperti pada tabel 4.1.

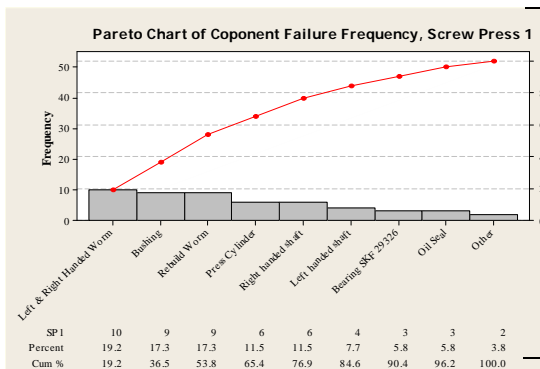


Gambar 4.1 Frekuensi Kegagalan Mesin Tahun 2007 sd 2009

Tabel 4.1 Frekuensi Kegagalan Screw Press Tahun 2007 sd Tahun 2009

No	Nama Mesin	Frekuensi Kegagalan			Total
		2007	2008	2009	
1	Screw Press 1	13	13	11	37
2	Screw Press 2	9	11	4	24
3	Screw Press 3	7	13	5	25
4	Screw Press 4	10	8	5	23

Dari setiap Screw Press ini diperoleh data-data kegagalan (kerusakan) komponen-komponen kritis seperti terlihat pada gambar 4.2, dan frekuensi kegagalan setiap komponen Screw Press dapat dilihat pada tabel 4.2.



Gambar 4.2 Komponen Kritis Screw Press 1

Tabel 4.2 Frekuensi Kegagalan Komponen Screw Press Tahun 2007 sd Tahun 2009

No.	Nama Komponen	Frekuensi				
		SP1*	SP2	SP3	SP4	Jlh
1	Left & Right Handed Worm	10	5	4	7	26
2	Bushing	9	2	8	6	25
3	Press Cylinder	6	5	4	4	19
4	Rebuild Worm	9	5	4	4	22
5	Bearing SKF 29326	3	3	2	3	11
6	Right handed shaft PN 21	6	0	2	4	12
7	Left handed shaft	4	0	2	5	11

* SP = Screw Press

3.2 Pengujian Distribusi Data

Uji distribusi data ini dapat dilakukan dengan bantuan Software Minitab, dan berikut adalah nilai signifikansi yang diperoleh :

Tabel 4.3 Nilai Signifikansi Level Masing-masing Distribusi.

No.	Mesin dan Komponen	Weibull	Exponential	Normal
1.	Screw Press 1	0.986	*	0.945
2.	Screw Press 2	0.979	*	0.946
3.	Screw Press 3	0.974	*	0.923
4.	Screw Press 4	0.984	*	0.956
5.	Left & Right Handed Worm	0.987	*	0.978
6.	Bushing	0.943	*	0.935
7.	Press Cylinder	0.909	*	0.955

8.	Rebuild Worm	0.980	*	0.976
9.	Bearing SKF 29326	0.953	*	0.956
10.	Left Handed Shaft	0.939	*	0.949
11.	Right Handed Shaft	0.955	*	0.937

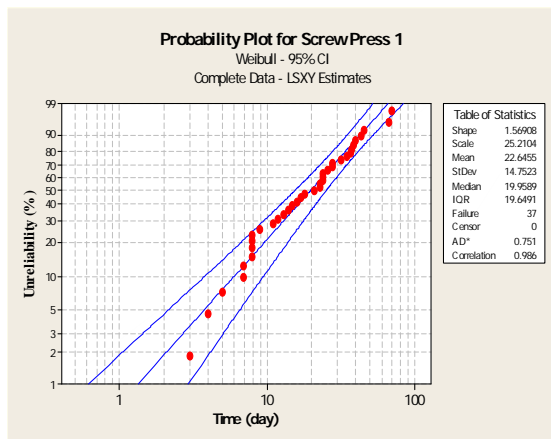
Berdasarkan tabel 4.3, maka didapatkan hasil distribusi untuk tiap Screw Press dan komponennya mengikuti distribusi Weibull.

3.3 Estimasi parameter

Parameter bentuk (β) dapat dihitung menggunakan software Minitab, dan hasilnya dapat dilihat pada tabel 4.4.

Tabel 4.4 Parameter β dan η Untuk Screw Press dan Komponennya.

No.	Mesin	β	η
1.	Screw Press 1	1.5691	25.210
2.	Screw Press 2	1.2607	40.937
3.	Screw Press 3	1.9098	38.276
4.	Screw Press 4	1.5512	39.48
5.	Left & Right Handed Worm	1.6809	153.67
6.	Bushing	2.4628	125.436
7.	Press Cylinder	1.8355	182.903
8.	Rebuild Worm	1.1564	153.911
9.	Bearing SKF 29326	5.2818	369.592
10.	Left Handed Shaft	2.9063	211.565
11.	Right Handed Shaft	2.1168	165.043

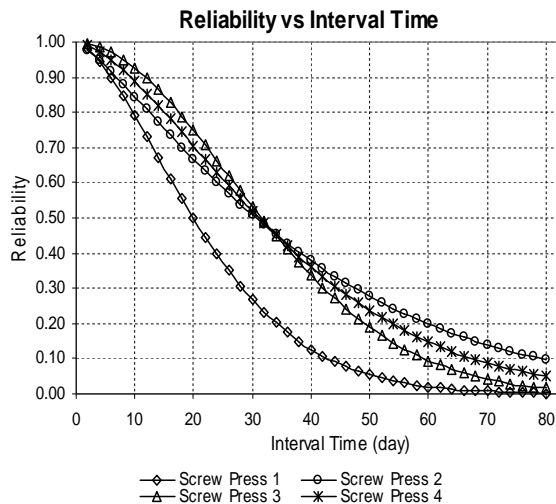


10	20	0.4989	0.6668	0.7487	0.7059
11	22	0.4459	0.6331	0.7066	0.6678
12	24	0.3963	0.6004	0.6636	0.6300
13	26	0.3501	0.5688	0.6202	0.5927
14	28	0.3076	0.5382	0.5767	0.5561
15	30	0.2688	0.5088	0.5337	0.5204

Gambar 4.3 Grafik Confidence Bounds Dua Sisi Screw Press 1

3.4 Analisis keandalan

Tingkat keandalan (reliability) Screw Press dapat dihitung dengan persamaan (1.2), dan hasilnya seperti pada gambar 4.4 dan Tabel 4.5.



Gambar 4.4 Reliability Screw Press 1, 2, 3,4

Tabel 4.5 Nilai Keandalan Screw Press

No	Interval Waktu (hari)	SP-1	SP-2	SP-3	SP-4
1	2	0.9814	0.9780	0.9964	0.9903
2	4	0.9459	0.9481	0.9867	0.9717
3	6	0.9002	0.9150	0.9714	0.9476
4	8	0.8478	0.8801	0.9509	0.9194
5	10	0.7911	0.8444	0.9259	0.8880
6	12	0.7320	0.8083	0.8966	0.8541
7	14	0.6721	0.7722	0.8637	0.8185
8	16	0.6126	0.7364	0.8278	0.7817
9	18	0.5546	0.7012	0.7892	0.7440

Dari tabel 4.5 dan gambar 4.4 didapatkan bahwa keandalan Screw Press menurun terhadap waktu. Artinya semakin panjang interval waktu pemakaian Screw Press, maka semakin rendah keandalan Screw Press tersebut. Jika diambil keandalan minimum sebesar 70% sebagai batas toleransi perusahaan, maka Screw Press 1 boleh dioperasikan paling lama 12 hari, Screw Press 2 paling lama 18 hari, Screw Press 3 paling lama 22 hari dan Screw Press 4 paling lama 20 hari, karena jika mesin-mesin tersebut dioperasikan melebihi waktu tersebut, maka kemungkinan tidak akan rusaknya kurang dari 70%.

Dari grafik pada gambar 4.7 terlihat bahwa Screw Press 1 dan Screw Press 2 yang paling kritis. Jika keandalan sistem akan ditingkatkan maka prioritas pertama hendaklah pada Screw Press 1 dan Screw Press 2.

Variasi keandalan terhadap interval waktu pemakaian Screw Press dapat dilihat pada tabel 4.6. Untuk mencapai keandalan 90% (R = 0.90), untuk Screw Press 1, pemeliharaan harus dilakukan sebelum 6 hari, karena setelah mesin beroperasi selama 6 hari tanpa gagal, maka hanya 90% kemungkinan mesin tidak akan gagal, demikian juga dengan Screw Press yang lainnya.

Tabel 4.6 Interval Waktu Pemeliharaan Berdasarkan Tingkatan Keandalan

No.	Nama Mesin (sistem)	Interval waktu (hari) menurut tingkatan keandalan		
		90%	75%	50%
1.	Screw Press 1	6.00	11.39	19.96
2.	Screw Press 2	6.87	15.24	30.61
3.	Screw Press 3	11.78	19.93	31.59
4.	Screw Press 4	9.29	17.65	31.20

Screw Press 3 kondisinya paling baik dibandingkan dengan yang lainnya,

dimana untuk mencapai keandalan 90% mesin bisa dioperasikan selama 11.78 hari, untuk mencapai keandalan 75% mesin bisa dioperasikan selama 19,93 hari dan untuk mencapai keandalan 50 % mesin bisa dioperasikan selama 31.59 hari

Komponen kritis dari Scew Press adalah; *Left & Right Handed Worm, Bushing, Press Cylinder, Rebuil Worm,*

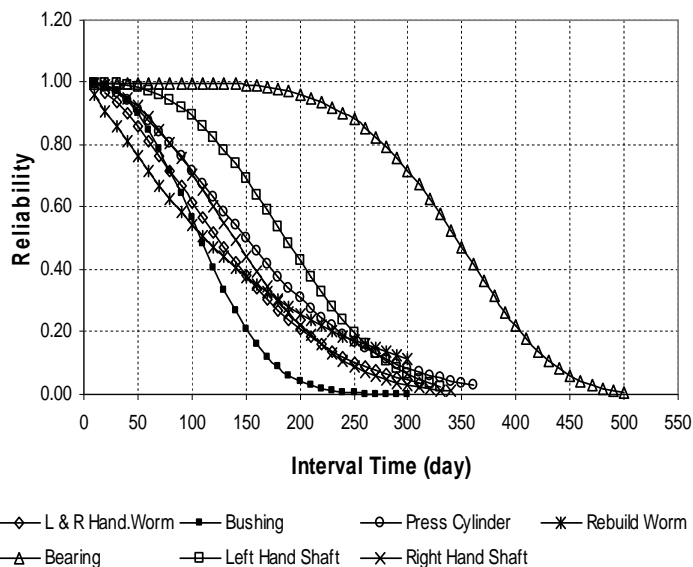
Bearing SKF 29326, Left Handed Shaft, dan Right Handed Shaft.

Tingkat keandalan (reliability) komponen *Screw Press* dapat dilihat pada gambar 4.5 dan Tabel 4.7.

Tabel 4.7 Nilai Keandalan Komponen *Screw Press*

No	Interval Waktu (hari)	LRHW	BSG	PC	RW	BRG	LHS	RHS
1	30	0.9378	0.9709	0.9644	0.8599	1.0000	0.9966	0.9733
2	40	0.9011	0.9418	0.9404	0.8102	1.0000	0.9921	0.9514
3	50	0.8594	0.9014	0.9116	0.7615	1.0000	0.9850	0.9233
4	60	0.8140	0.8499	0.8787	0.7143	0.9999	0.9747	0.8892
5	80	0.7162	0.7187	0.8032	0.6255	0.9997	0.9425	0.8058
6	100	0.6153	0.5642	0.7188	0.5448	0.9990	0.8929	0.7073
7	120	0.5169	0.4079	0.6304	0.4724	0.9974	0.8249	0.6009
8	140	0.4253	0.2696	0.5421	0.4081	0.9941	0.7399	0.4937
9	160	0.3429	0.1619	0.4574	0.3514	0.9881	0.6415	0.3920
10	180	0.2713	0.0877	0.3787	0.3016	0.9779	0.5351	0.3007
11	200	0.2107	0.0426	0.3078	0.2583	0.9617	0.4277	0.2227
12	220	0.1608	0.0185	0.2457	0.2206	0.9375	0.3262	0.1592
13	240	0.1205	0.0071	0.1927	0.1880	0.9028	0.2363	0.1098
14	260	0.0889	0.0024	0.1485	0.1598	0.8555	0.1619	0.0730
15	290	0.0546	0.0004	0.0973	0.1249	0.7575	0.0820	0.0370
16	300	0.0460	0.0002	0.0837	0.1149	0.7173	0.0633	0.0289

Reliability vs Interval Time



Gambar 4.5 Reliability Komponen Screw Press

Dari tabel 4.7 dan gambar 4.5 didapatkan bahwa keandalan dari komponen-komponen *Screw Press* menurun terhadap waktu. Jika diambil keandalan minimum sebesar 75% sebagai batas toleransi perusahaan, maka *Left & Right Handed Worm* boleh dioperasikan paling lama 73.2 hari, *Bushing* paling lama 75.63 hari, *Press*

Cylinder paling lama 92.75 hari, *Rebuild Worm* paling lama 92.78 hari, *Bearing SKF 29326* paling lama 291.92 hari, *Left Handed Shaft* paling lama 137.8 hari dan *Right Handed Shaft* paling lama 91.63 hari, karena jika mesin-mesin tersebut dioperasikan melebihi waktu tersebut, maka kemungkinan tidak rusaknya kurang dari 75%.

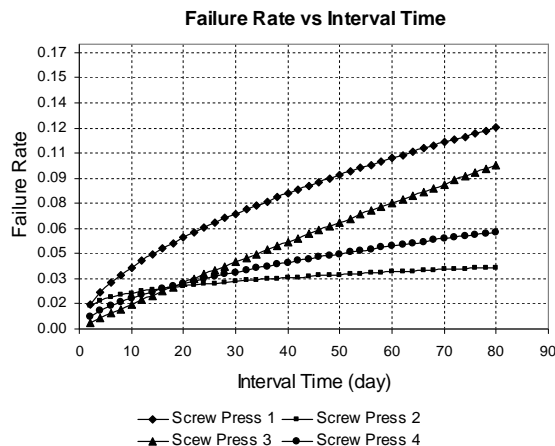
Dari grafik pada gambar 4.5 terlihat bahwa *Bushing* dan *Left & Right Handed Worm* adalah komponen yang paling kritis, sedangkan *bearing SKF 29326* adalah komponen yang paling tinggi keandalannya. Jika keandalan sistem akan ditingkatkan maka prioritas pertama hendaklah pada *Bushing* dan *Left & Right Handed Worm*.

3.5 Analisis laju kegagalan Screw Press

Hasil perhitungan laju kegagalan *Screw Press* dapat dilihat pada tabel 4.8, dengan interval waktu dari 10 sampai 100 hari saja.

Tabel 4.8 Nilai Laju kegagalan *Screw Press*

No	Interval Waktu (hari)	SP-1	SP-2	SP-3	SP-4
1.	10	0.0368	0.0213	0.0147	0.0184
2.	20	0.0546	0.0256	0.0276	0.0270
3.	30	0.0687	0.0284	0.0400	0.0338
4.	40	0.0809	0.0306	0.0519	0.0396
5.	50	0.0919	0.0324	0.0636	0.0448
6.	60	0.1019	0.0340	0.0751	0.0495
7.	70	0.1113	0.0354	0.0864	0.0539
8.	80	0.1201	0.0367	0.0976	0.0580
9.	90	0.1284	0.0378	0.1086	0.0619
10.	100	0.1363	0.0389	0.1195	0.0656



Gambar 4.6 Laju Kegagalan *Screw Press* 1,2,3,4

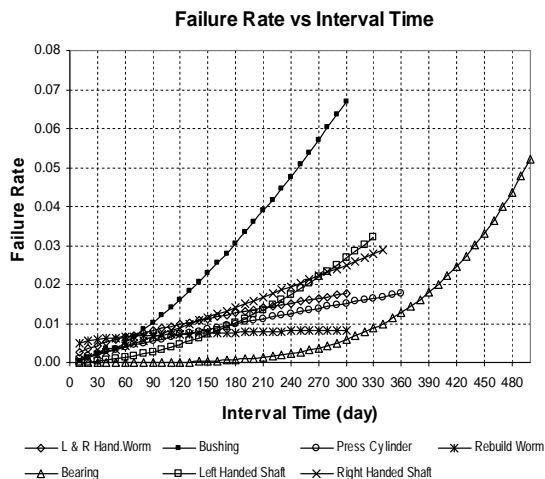
Dari tabel 4.8 dan gambar 4.6 didapatkan bahwa laju kegagalan dari *Screw Press* meningkat terhadap waktu. Artinya semakin panjang interval waktu pemakaian *Screw Press*, maka semakin tinggi laju kegagalan *Screw Press* tersebut. Dari grafik pada gambar 4.6 terlihat bahwa *Screw Press 1* dan *Screw Press 3* yang paling kritis. Jika keandalan sistem akan ditingkatkan maka prioritas pertama hendaklah pada *Screw Press 1* dan *Screw Press 3*.

Untuk interval waktu 10 hari saja *Screw Press 1* akan mengalami kegagalan 0,0368 kali/hari, *Screw Press 2* akan mengalami kegagalan 0,0213 kali/hari, *Screw Press 3* akan mengalami kegagalan 0,0147 kali/hari, dan *Screw Press 4* akan mengalami kegagalan 0,0184 kali/hari.

Analisis laju kegagalan komponen Screw Press

Dari grafik pada gambar 4.7 didapatkan bahwa laju kegagalan dari komponen *Screw Press* meningkat terhadap waktu. Artinya semakin panjang interval waktu pemakaian komponen *Screw Press*, maka semakin tinggi laju kegagalan komponen *Screw Press* tersebut. Dari grafik tersebut terlihat bahwa *Bushing* dan *Right Handed Shaft* yang paling kritis, sedangkan *Bearing* laju keagalannya

meningkat tajam tetapi interval waktunya lebih lama dari komponen lainnya . Jika keandalan sistem akan ditingkatkan maka prioritas pertama hendaklah pada *Bushing* dan *Right Handed Shaft*.



Gambar 4.7 Laju Kegagalan Komponen Screw Press.

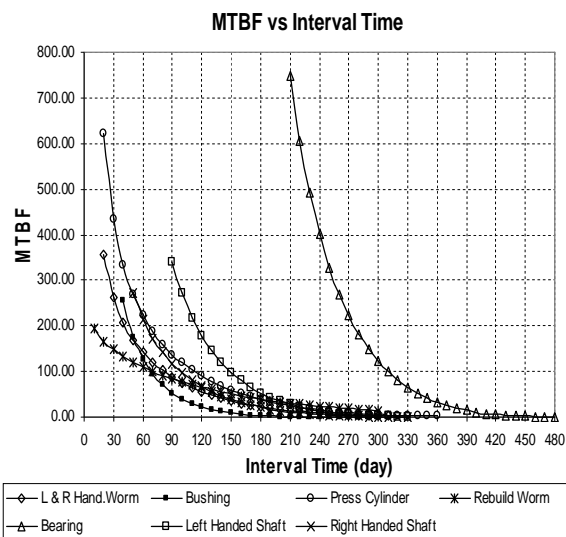
Untuk interval waktu 60 hari saja *Left & Right handed Worm* akan mengalami kegagalan 0,0058 kali/hari, *Bushing* akan mengalami kegagalan 0,0051 kali/hari, *Right Handed Shaft* akan mengalami kegagalan 0,0041 kali/hari, sedangkan *Bearing* tidak akan mengalami kegagalan.

Dari laju kegagalan ini kita bisa menentukan jumlah kebutuhan masing-masing komponen untuk setiap tahunnya.

3. 6 Analisis Mean Time Between Failure (MTBF) komponen Screw Press

Hasil perhitungan *MTBF* komponen *Screw Press* dapat dilihat pada gambar 4.8. Dari grafik pada gambar 4.8 didapatkan bahwa *MTBF* dari komponen *Screw Press* menurut terhadap waktu. Artinya semakin panjang interval waktu pemakaian komponen *Screw Press*, maka semakin

kecil *MTBF* komponen *Screw Press* tersebut. Dari grafik tersebut terlihat bahwa *Bushing* dan *Right Handed Shaft* yang paling kritis, sedangkan *Bearing* *MTBF*nya menurun tajam tetapi interval waktunya lebih lama dari komponen lainnya. Jika keandalan sistem akan ditingkatkan maka prioritas pertama hendaklah pada *Bushing* dan *Right Handed Shaft*.



Gambar 4.8 MTBF Komponen Screw Press.

Untuk interval waktu 60 hari saja *Left & Right handed Worm* akan memiliki *MTBF* 260.76 hari, *Bushing* akan memiliki *MTBF* 127.31 hari, *Right Handed Shaft* akan memiliki *MTBF* 214.64 hari, sedangkan *Bearing* dan *Left Handed Shaft* memiliki interval waktu melebihi 60 hari.

Dari *MTBF* ini *Bearing* memiliki umur pemakaian yang paling lama sedangkan *Left & Right handed Worm* memiliki umur pemakaian yang paling singkat.

Tabel 4.9 Biaya Penggantian Komponen Akibat Kegagalan Tiap Komponen

No.	Nama Komponen	A(Rp)	B(Rp)	C(hari)	D(Rp)	Cf (Rp)
	n					

1.	<i>Left & Right Handed Worm</i>	19.874.617	200.000	1.92	7.547.000	46,090,265
2.	<i>Bushing</i>	19.874.617	200.000	3.08	1.460.000	63,289,821
3.	<i>Press Cylinder</i>	19.874.617	200.000	1.84	6.750.000	43,687,296
4.	<i>Rebuil Worm</i>	19.874.617	200.000	3.68	300.000	74,174,592
5.	<i>Bearing SKF 29326</i>	19.874.617	200.000	1.45	3.375.000	32,483,195
6.	<i>Left Handed Shaft</i>	19.874.617	200.000	1.27	6.575.000	32,069,764
7.	<i>Right Handed Shaft</i>	19.874.617	200.000	1.92	5.335.000	43,878,265

Dimana:

- A= biaya kehilangan produksi/hari/Screw Press
- B = biaya tenaga operator/hari
- C = waktu rata-rata penggantian komponen (MTTR)
- D = harga komponen
- Cf = total biaya satu kali kegagalan
= (A + B)x C + D

3.7 Analisis biaya pemeliharaan optimum

Untuk memperoleh biaya pemeliharaan optimum terlebih dulu dihitung biaya penggantian komponen

akibat kegagalan seperti pada tabel 4.9, dan biaya penggantian komponen secara preventif seperti pada tabel 4.10.

Dari grafik pada gambar 4.9 terlihat bahwa total biaya pemeliharaan akan mencapai nilai minimum pada suatu titik yang diambil sebagai *interval waktu penggantian optimum*.

Untuk mendapatkan interval waktu penggantian optimum, maka dari lampiran 3 tersebut dipilih total biaya pemeliharaan yang paling minimum, dan hasilnya dapat dilihat pada tabel 4.11.

Tabel 4.10 Biaya Penggantian Komponen Preventif Tiap Komponen

No.	Nama Komponen	A(Rp)	B(Rp)	C(Rp)	D(hari)	E(Rp)	Cp (Rp)
1.	<i>L&R Hand Worm</i>	19.874.617	100.000	50.000	0.50	7.547.000	17,584,30
2.	<i>Bushing</i>	19.874.617	100.000	50.000	1.50	1.460.000	31,571,92
3.	<i>Press Cylinder</i>	19.874.617	100.000	30.000	0.50	6.750.000	16,787,30
4.	<i>Rebuil Worm</i>	19.874.617	100.000	20.000	1.50	300.000	30,411,92
5.	<i>Bearing</i>	19.874.617	100.000	50.000	0.50	3.375.000	13,412,30
6.	<i>Left Hand Shaft</i>	19.874.617	100.000	50.000	0.50	6.575.000	16,612,30
7.	<i>Right Hand Shaft</i>	19.874.617	100.000	50.000	0.50	5.335.000	15,372,30

Dimana:

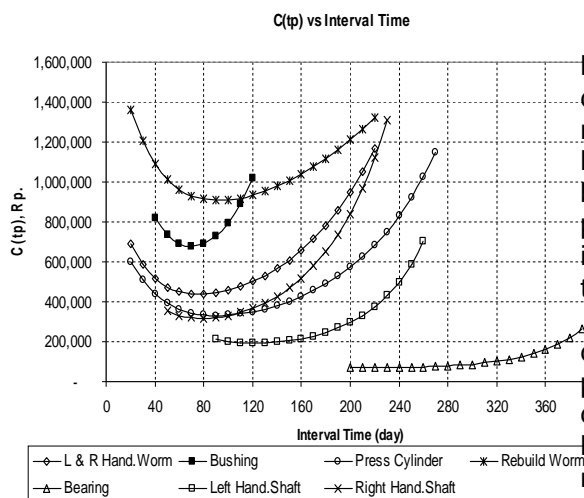
- A = biaya kehilangan produksi/hari
- B = biaya tenaga kerja/hari
- C = biaya pemeliharaan rutin/hari
- D = waktu penggantian komponen standar
- E = harga komponen

Cp = total biaya satu kali penggantian komponen secara preventif = (A + B + C) x D + E

Selanjutnya digunakan persamaan 1.7, dan hasilnya dapat dilihat pada tabel 3 pada lampiran 3, dan grafik pada gambar 4.9.

biaya minimum sebesar Rp. 676.357,-, MTBF 94 hari, laju kegagalan 0.0083 kali/hari, keandalan 78,84%, dan ketersediaan 96,84%.

3.8 Analisis jadwal pemeliharaan optimum komponen Screw Press



Gambar 4.9 Biaya Pemeliharaan Komponen Screw Press

Tabel 4.11 Interval Waktu Penggantian Optimum Untuk Tiap-Tiap Komponen

No.	Nama Komponen	C(tp) minimum (Rp)	Interval waktu (hari)	MTBF (hari)	Laju Kegagalan	Reliability	Availability
1.	L&R Hand Worm	437.019	76	109	0.00677	0.7362	0.9826
2.	Bushing	676.357	70	94	0.00836	0.7884	0.9684
3.	Press Cylinder	330.832	92	133	0.00565	0.7533	0.9864
4.	Rebuil Worm	907.380	92	83	0.00693	0.5761	0.9576
5.	Bearing	69.826	232	472	0.00195	0.9181	0.9969
6.	Left Hand Shaft	192.246	122	170	0.00481	0.8172	0.9926
7.	Right Hand Shaft	316.161	80	141	0.00571	0.8058	0.9866

Pada tabel 4.11 dapat diketahui bahwa interval waktu penggantian yang optimum untuk komponen *Left & Right Handed Worm* berdasarkan kriteria minimasi biaya adalah 76 hari dengan biaya minimum sebesar Rp. 437.019,-, MTBF 109 hari, laju kegagalan 0.0067 kali/hari, keandalan 73,62%, dan ketersediaan 98,26%.

Sedangkan interval waktu penggantian yang optimum untuk komponen *Bushing* berdasarkan kriteria minimasi biaya adalah 70 hari dengan

Interval waktu penggantian komponen yang optimal telah didapatkan seperti pada tabel 4.1, namun interval waktu dari komponen-komponen yang dihasilkan berbeda-beda. Maka selanjutnya dibuat persekutuan (modifikasi) terhadap hasil interval waktu penggantian komponen tadi.

Interval waktu modifikasi yang dilakukan adalah bertujuan agar penggantian komponen dilaksanakan dalam waktu yang bersamaan dengan komponen lainnya, sehingga dapat mengefisienkan waktu dan biaya, sekaligus akan mudah dalam mengingat jadwal penggantian komponen. Dari tabel 4.11 dapat diketahui bahwa interval waktu antara *Left & Right Handed Worm*, *Bushing* dan *Right Handed Shaft* berdekatan yaitu 76, 70 dan 80 hari. Maka diambil interval waktu penggantian ketiga komponen tersebut 76 hari. Dengan demikian maka biaya pemeliharaan (Ctp) *Bushing* akan berubah dari Rp.676.357,- menjadi Rp. 682.005,-, dan biaya *Right Handed Shaft* berubah dari Rp. 316.161,- menjadi Rp. 316.597,-. Nilai keandalan *Bushing* turun dari 0.7884 menjadi 0.7474, sedangkan *Right Handed Shaft* naik dari 0.8058 menjadi 0.8239.

Interval waktu penggantian *Left Handed Shaft* dirobah dari 122 hari menjadi 114 hari (1,5x76 hari). Biaya pemeliharaan (Ctp) *Left Handed Shaft* akan berubah dari Rp.192.246,- menjadi Rp. 193.901,-, sedangkan nilai keandalannya naik dari 0.8172 menjadi 0.8472.

Interval waktu penggantian *Press Cylinder* dan *Rebuild Worm* dirobah menjadi 95 hari (5/4x76 hari). Biaya pemeliharaan (Ctp) *Press Cylinder* akan berubah dari Rp.330.832,- menjadi Rp. 331.179,-, dan biaya C(tp) *Rebuild*

Worm berubah dari Rp.907.380,- menjadi Rp. 907.779,-. Nilai keandalan *Press Cylinder* turun dari 0.7533 menjadi 0.7318, sedangkan keandalan *Rebuild Worm* akan turun dari 0.7448 menjadi 0.7405.

Interval waktu penggantian *Bearing SKF 29326* dirobah dari 232 hari menjadi 228 hari (3 x 76 hari). Biaya pemeliharaan (Ctp) *Bearing SKF 29326* akan berubah dari Rp.69.826,- menjadi Rp. 69.882,-, sedangkan nilai keandalannya naik dari 0.9181 menjadi 0.9250.

Dari modifikasi interval penggantian komponen tersebut, dapat dilihat perbandingan biaya pemeliharaan (Ctp), dan nilai keandalan antara sebelum penjadwalan, sesudah penjadwalan dan sesudah modifikasi penjadwalan seperti pada tabel 4.12 dan tabel 4.13.

Tabel 4.12 Perbandingan Total Biaya Sebelum, sesudah Penjadwalan dan Sesudah Penjadwalan Modifikasi.

No.	Kompo-nen	Sebelum		Sesudah		Modifikasi	
		MT TF *(h ari)	C(tp) (Rp/hari)	TP (hari)	C(tp) (Rp/hari)	TP (hari)	C(tp) (Rp/hari)
1.	<i>L&R Hand Worm</i>	134	543.794	76	437,019	76	437.019
2.	<i>Bushing</i>	114	936.271	70	676.357	76	682.005
3.	<i>Press Cylinder</i>	159	423.152	92	330.832	95	331.179
4.	<i>Rebuil Worm</i>	139	975.343	92	907.380	95	907.779
5.	<i>Bearing</i>	342	128.294	232	69.826	228	69.882
6.	<i>Left Hand Shaft</i>	191	270.441	122	192.246	114	193.901
7.	<i>Right Hand Shaft</i>	148	459.768	80	316.161	76	316.597

* MTTF lihat tabel 6e sd 6k (lampiran 5)

Tabel 4.13 Perbandingan Keandalan Sebelum, Sesudah Penjadwalan dan Sesudah Penjadwalan Modifikasi.

Nc	Komponen	Sebelum		Sesudah		Modifikasi	
		MTTF *(hari)	R(t)	TP (hari)	R(t)	TP (hari)	R(t)
1.	<i>L&R Hand Worm</i>	134	0.4519	76	0.7362	76	0.7362
2.	<i>Bushing</i>	114	0.4537	70	0.7884	76	0.7474
3.	<i>Press Cylinder</i>	159	0.4615	92	0.7533	95	0.7405
4.	<i>Rebuil Worm</i>	139	0.4111	92	0.5761	95	0.5642
5.	<i>Bearing</i>	342	0.5149	232	0.9181	228	0.9250
6.	<i>Left Hand Shaft</i>	191	0.4757	122	0.8172	114	0.8472
7.	<i>Right Hand Shaft</i>	148	0.4521	80	0.8058	76	0.8239

* MTTF lihat tabel 6e sd 6k (lampiran 5)

Dari tabel 4.12 dan 4.13 terlihat bahwa total biaya pemeliharaan sesudah penjadwalan lebih kecil dari total biaya sebelum penjadwalan pemeliharaan, sedangkan nilai keandalan (reliability) sesudah penjadwalan lebih tinggi dari keandalan sebelum penjadwalan pemeliharaan.

3.9 Analisis jadwal pemeliharaan optimum *Screw Press*

Setelah interval waktu penggantian komponen didapatkan, maka dapat dibuat matrik jadwal penggantian komponen untuk waktu 2 tahun seperti pada tabel 4.14.

Sebagai awal pelaksanaan program pemeliharaan terencana

(Preventive Maintenance) ini, maka penggantian komponen *Screw Press* dilakukan serentak pada hari pertama, kemudian dilanjutkan sesuai dengan interval waktu penggantian masing-masing komponen. Dari interval waktu perbaikan *Screw Press* yang dimodifikasi dapat dihitung keandalan, laju kegagalan, *MTBF* dan *Availability*.

Dari hasil perhitungan tersebut, dapat dibuat perbandingan antara kondisi *Screw Press* pada sistem lama dengan *Screw Press* pada sistem hasil Pengembangan Strategi Pemeliharaan yang baru, seperti terlihat pada tabel 4.15.

Tabel 4.14 Matrik Jadwal Penggantian Komponen *Screw*

	Komponen	Penggantian hari ke																			
		1	77	96	115	153	191	229	286	305	343	381	457	476	495	533	571	609	666	685	723
1	<i>Left & Right Handed Worm P/N 13</i>	X	X	-	-	X	-	X	-	X	-	X	X	-	-	X	-	X	-	X	-
2	<i>Bushing</i>	X	X	-	-	X		X	-	X	-	X	X	-	-	X	-	X	-	X	-
3	<i>Press Cylinder</i>	X	-	X	-	-	X	-	X	-	-	X	-	X	-	-	X	-	X	-	-
4	<i>Rebuild Worm</i>	X	-	X	-	-	X	-	X	-	-	X	-	X	-	-	X	-	X	-	-
5	<i>Bearing SKF 29326</i>	X	-	-	-	-	-	X	-	-	-	-	-	-	-	-	-	X	-	-	-
6	<i>Left handed shaft</i>	X	-	-	X	-	-	X	-	-	X	-	-	-	X	-	-	X	-	-	X
7	<i>Right handed shaft PN 21</i>	X	X	-	-	X	-	X	-	X	-	X	X	-	-	X	-	X	-	X	
	<i>Interval waktu (TBF)</i>		76	19	19	38	38	38	57	19	38	38	76	19	19	38	38	38	57	19	38
	<i>TTR</i>	5.5	2.5	2	0.5	2.5	2	3.5	2	2.5	0.5	5	2.5	2	0.5	2.5	2	3.5	2	2.5	0.5

Tabel 4.15 Perbandingan Kondisi *Screw Press* Sistem Lama dengan Sistem Baru

Screw Press	Fungsi	Sistem Pemeliharaan		
		Lama	Baru	Kenaikan %
1	R(t)	0.4207	0.8259	96%
	$\lambda(t)$	0.0591	0.0232	-61%
	<i>MTBF</i>	16.928	43.172	155%
	A	0.8564	0.9524	11%
	Frek	37	19	-49%
2	R(t)	0.4024	0.8259	105%
	$\lambda(t)$	0.0302	0.0232	-23%
	<i>MTBF</i>	33.107	43.172	30%
	A	0.9201	0.9524	4%
	Frek	23	19	-17%
3	R(t)	0.4504	0.8259	83%
	$\lambda(t)$	0.0448	0.0232	-48%
	<i>MTBF</i>	22.323	43.172	93%
	A	0.8585	0.9524	11%

	Frek	25	19	-24%
	R(t)	0.4204	0.8259	96%
	$\lambda(t)$	0.0373	0.0232	-38%
4	<i>MTBF</i>	26.779	43.172	61%
	A	0.875	0.9524	9%
	Frek	23	19	-17%

Screw Press 1 mengalami kenaikan keandalan dari 0.4207 menjadi 0.8259 (96%), penurunan laju kegagalan dari 0.0591 menjadi 0.0232 (61%), kenaikan *MTBF* dari 16.928 menjadi 43.172, kenaikan ketersediaan dari 0.8564 menjadi 0.9524 (11%), dan penurunan frekuensi perbaikan dari 37 kali menjadi 19 kali.

4. KESIMPULAN

Dari hasil pengolahan dan analisa data kerusakan mesin tersebut, dapat diambil beberapa kesimpulan sebagai berikut:

1. Mesin yang paling kritis dari sistem produksi adalah *Screw Press* dengan frekuensi kegagalan dari tahun 2007 sampai 2009 yaitu: pada *Screw Press 1* = 37 kali, *Screw Press 2* = 24 kali, *Screw Press 3* = 25 kali, dan *Screw Press 4* = 23 kali.
2. Komponen-komponen (sub-sistem) *Screw Press* yang paling kritis adalah: *Left & Right Handed Worm*, *Bushing*, *Press Cylinder*, *Rebuild Worm*, *Bearing SKF 29326*, *Left Handed Shaft*, dan *Right Handed Shaft*, dengan frekuensi kegagalan dari tahun 2007 sampai 2009 yaitu: *Left & Right Handed Worm* 26 kali, *Bushing* 25 kali, *Rebuild Worm* 22 kali, *Press Cylinder* 19 kali, *Right Handed Shaft* 12 kali, *Left Handed Shaft* 11 kali, dan *Bearing SKF 29326* 11 kali.
3. Dengan memodifikasi penjadwalan pemeliharaan berdasarkan analisis keandalan dan ketersediaan, keandalan (*Reliability*) dapat ditingkatkan sebagai berikut: *Screw Press 1* dari 0,4207 menjadi 0,8259, *Screw Press 2* dari 0,4024 menjadi 0,8259, *Screw Press 3* dari 0,4504 menjadi 0,8259, dan *Screw Press 4* dari 0,4204 menjadi 0,8259.
4. Dengan penjadwalan pemeliharaan yang baru, dapat menurunkan laju kegagalan (λ) sebesar: *Screw Press 1* dari 0,0591/hari menjadi 0,0232/hari, *Screw Press 2* dari 0,0302/hari menjadi 0,232/hari, *Screw Press 3* dari 0,0448/hari menjadi 0,0232/hari, dan *Screw Press 4* dari 0,373/hari menjadi 0,232/hari.
5. Dengan penjadwalan pemeliharaan yang baru, maka *MTBF* dapat ditingkatkan sebesar: *Screw Press 1* dari 16,928 hari menjadi 43,172 hari, *Screw Press 2* dari 33,107 hari, menjadi 43,172 hari, *Screw Press 3* dari 22,323 hari, menjadi 43,172 hari, dan *Screw Press 4* dari 26,779 hari menjadi 43,172 hari.
6. Dengan penjadwalan pemeliharaan yang baru, frekuensi kegagalan dapat dinurunkan sebesar: *Screw Press 1* dari 37 kali menjadi 19 kali, *Screw Press 2* dari 23 kali menjadi 19 kali, *Screw Press 3* dari 25 kali menjadi 19 kali, dan *Screw Press 4* dari 23 menjadi 19 kali.
7. Dengan penjadwalan pemeliharaan yang baru, ketersediaan (*Availability*) dapat ditingkatkan sebesar: *Screw Press 1* dari 0,8564 menjadi 0,9524, *Screw Press 2* dari 0,9201, menjadi 0,9524, *Screw Press 3* dari 0,8585, menjadi 0,9524, dan *Screw Press 4* dari 0,875 menjadi 0,9524.
8. Interval waktu penggantian komponen-komponen *Screw Press* hasil modifikasi adalah: *Left & Right Handed Worm* = 76 hari, *Bushing* = 76 hari, *Press Cylinder* = 95 hari, *Rebuild Worm* = 95 hari, *Bearing SKF 29326* = 228 hari, *Left Handed Shaft* = 114 hari, dan *Right Handed Shaft* = 76 hari.
9. Beberapa potensi yang bisa dikembangkan untuk meningkatkan kinerja sistem produksi di PKS Rambutan PTP Nusantara 3 adalah: pemeliharaan preventif, data-data teknik, manajemen persediaan suku cadang, perencanaan, penjadwalan dan pengontrolan operasi pemeliharaan dan menganalisis akar penyebab kegagalan.

DAFTAR PUSTAKA

- [1] Barabady, Javad, 2005, *Improvement of System Availability Using Reliability and Maintainability Analysis*, Thesis: Division of Operation and Maintenance Engineering, Lulea University of Technology. Sweden
- [2] Hayyi, S.B, dan Bobby Oedy P.S. 2005. *Analisis Keandalan Sebagai Dasar Optimasi Interval Pemeliharaan Pada Quay Container Crane Merk Kone Crane, Studi Kasus di PT. Portek Indonesia*. Prosiding Seminar

- Nasional Manajemen Teknologi
II Program Studi MMT-ITS,
Surabaya 30 Juli 2005.
- [3] Wahyudi, D, 2000, *Analisa Penjadwalan dan Biaya Perawatan Mesin Press Untuk Pembentukan Kampas Rem*. Jurnal Teknik Mesin Vol. 2, N0.1, April 2000: 50-61. Universitas Kristen Petra
- [4]. Alfian Hamsi, 2004, *Manajemen Pemeliharaan Pabrik*. e-USU Repository ©2004 Universitas Sumatera Utara.
- [5] Smith D. J. 2001, *Reliability, Maintainability and Risk. Practical Methods for Engineers*. Sixth Edition. Oxford: Butterworth-Heinemann.
- [6] Weibull, *Characteristics of The Weibull Distribution*. http://www.weibull.com/LifeDataWeb/the_weibull_distribution.htm (accessed March 20, 2009).
- [7] Dhillon, B.S, 2002, *Engineering Maintenance*. London: CRC PRESS.
- [8] Priyanta, Dwi, 2000, *Keandalan dan Perawatan*. Surabaya: Institut Teknologi Sepuluh November.