

Analisa Reliability dan Availability Mesin Screw Press Kelapa Sawit Studi Kasus PT.Perkebunan Nusantara V (Persero)

Achmad Ismail Marzuki¹, Hery Suliantoro²

^{1,2} Program Studi Teknik Industri, Fakultas Teknik, Universitas Diponegoro

Jl. Prof. Soedharto SH Tembalang, Semarang 50239

Telp (024) 7460052

Email : achmad.ismail.mz@gmail.com

ABSTRACT

Performance or performance of a machine or production equipment depend on the Reliability and availability of machinery or equipment. In addition to these there is also a factor of 2 of the working environment of the engine, maintenance and so on. In PT. Perkebunan Nusantara V (Persero), as one of the State-owned company engaged in the processing of fresh fruit bunches (FFB) oil palm and rubber. Processing Unit TBS Sei galuh has several units, such as lori, cranes, conveyor, screw press, and so on. In the system of engine maintenance on this unit, have implemented preventive care system maintenance, but in reality the treatments carried out by way of Corrective Maintenance. In the study conducted an analysis of the level of Reliability and availability of one of the machines that are considered very vital i.e. Screw press oil palm, and also the availability of the components of the machine screw press.

From the calculation result is obtained that level of reliability a machine screw press 3 has the best conditions with the level of reliability of 90% with operating 5 days old. For the level of reliability of screw machine part press declined against the increase of the time. Then for the availability of components for 30 days to come by that component of the gear box by 1-2 components per month and so on. the failure of the machine and screw press machine components increases with time. Where a machine screw press 1 and 2 as well as the components of the press cage is the engine and the most critical components.

KEYWORDS : Reliability, Availability, Screw Press

ABSTRAK

Kinerja atau performance dari sebuah mesin atau peralatan produksi bergantung pada Reliability dan availability mesin atau peralatan tersebut. Selain 2 faktor tersebut ada juga dari lingkungan kerja mesin, maintenance dan sebagainya .Pada PT.Perkebunan Nusantara V (Persero), sebagai salah satu perusahaan milik Negara yang bergerak dalam bidang pengolahan tandan buah segar (TBS) kelapa sawit dan karet. unit pengolah TBS Sei Galuh memiliki beberapa unit mesin, seperti lori, crane, conveyor, screw press ,dan sebagainya. Dalam sistem perawatan mesin pada unit ini, telah menerapkan sistem perawatan preventif maintenance, tetapi dalam kenyaaanya perawatan dilakukan dengan cara Corrective Maintenance. Dalam penelitian ini dilakukan analisa tingkat Reliability dan availability dari salah satu mesin yang di anggap sangat vital yaitu Screw press kelapa sawit, dan juga ketersediaan komponen mesin screw press.

Dari hasil perhitungan didapat bahwa tingkat keandalan mesin screw press 3 memiliki kondisi yang paling baik dengan tingkat keandalan 90% dengan lama operasi 5 hari. Untuk tingkat keadalan part mesin screw press menurun terhadap bertambahnya waktu. Kemudian untuk ketersediaan komponen selama 30 hari didapat bahwa komponen gear box sebesar 1-2 komponen per bulan dan seterusnya. kegagalan mesin dan komponen mesin screw press meningkat seiring bertambahnya waktu. Dimana mesin screw press 1 dan 2 serta komponen press cage merupakan mesin dan komponen yang paling kritis.

KATA KUNCI : Reliability, Availability, Screw Press

¹Corresponding author

1. PENDAHULUAN

Kinerja atau *performance* dari sebuah mesin atau peralatan produksi bergantung pada *reliability* dan *availability* mesin atau peralatan tersebut. Selain 2 faktor tersebut ada juga dari lingkungan kerja mesin, proses operasi, *skill* operator, *maintenance* dan lain-lain. Jika *Reliability* dan *availability* dari suatu mesin atau peralatan rendah, maka usaha untuk meningkatkan kembali adalah dengan meningkatkan efektifitas *maintenance* dari sebuah mesin atau peralatan tersebut.

Ukuran *reliability* dan *availability* dapat dinyatakan sebagai seberapa besar kemungkinan suatu system tidak mengalami kegagalan dalam jangka waktu tertentu, selain itu juga untuk mengetahui berapalama suatu system beroperasi, dan berapa cepat waktu pemulihan saat sistem mengalami kegagalan. Untuk mengoptimalkan *reliability* dan *availability* diperlukan juga supplier part yang terintegrasi dengan sistem pemeliharaan yang di terapkan. Jika *maintenance* tidak terencana dengan baik, maka mesin atau peralatan akan mengalami penurunan kinerja yang mengakibatkan tidak tercapainya target produksi yang telah ditetapkan.

Pada PT.Perkebunan Nusantara V (Persero), sebagai salah satu perusahaan milik Negara yang bergerak dalam bidang pengolahan tandan buah segar (TBS) kelapa sawit dan karet. PT.Perkebunan Nusantara V dituntut untuk meningkatkan produksi agar memenuhi target produksi yang telah ditetapkan oleh perusahaan. Sehingga dapat meningkatkan pendapat perusahaan dan meminimalkan kerugian akibat kegagalan atau penghentian proses produksi yang diakibatkan rusaknya salah satu mesin produksi.

PT.Perkebunan Nusantara V (Persero) memiliki 12 unit PKS (pengolahan kepala sawit) yang tersebar di wilayah Riau. Sebagai salah satu sampel atau objek penelitian yang di gunakan penulis adalah unit Sei Galuh. Dimana Unit Sei Galuh ini memiliki beberapa unit mesin, seperti lori, *crane*, *conveyor*, *screw press*, *boiler*, *tresser*, *digester*, *blower*, dan sebagainya. Pada unit Sei Galuh sendiri telah menerapkan system perawatan *preventif maintenance*, tetapi pada pelaksanaan perawatan di lapangan lebih sering dengan cara *Corrective Maintenance*.

Dimana *Corrective Maintenance* ini adalah perawatan yang dilakukan setelah kerusakan terjadi. Sehingga data yang di dapatkan tidak bisa menunjukkan secara akurat tentang kapan suatu

mesin atau komponen mesin mengalami kerusakan. Kerusakan atau perawatan seperti ini akan mengakibatkan berhentinya proses produksi. sehingga ini akan berdampak pada target produksi yang tidak tercapai, ongkos produksi yang berlebihan dan biaya *maintenance* yang tinggi.

Sehingga pada penelitian ini, penulis mencoba untuk menganalisa tingkat *reliability* dan *availability* dari salah satu mesin yang di anggap sangat vital dan sering mengalami kerusakan yaitu mesin *Screw press* kelapa sawit, dan juga untuk mengetahui juga jumlah kompone atau part yang harus disediakan oleh perusahaan.

2. TUJUAN PENELITIAN

Tujuan dari penelitian ini antara lain :

1. Untuk menganalisa komponen kritis pada mesin *screw press*.
2. Mengevaluasi keandalan dan ketersediaan mesin dan komponen dari mesin *screw press*.
3. Mengetahui laju kegagalan mesin dan komponen dari mesin *screw press*.
4. Menentukan waktu yang tepat untuk melakukan penggantian komponen yang optimal.

3. METODE PENELITIAN

Metode penelitian ini dibagi menjadi 4 tahap;

Tahap Persiapan

Pada tahap persiapan ini dilakukan studi literatur, studi pustaka, dan perumusan tujuan dan permasalahan.

Tahap Pengumpulan Data

Pengumpulan data merupakan kegiatan mengumpulkan data yang diperlukan dalam penelitian ini. Untuk melakukan pemecahan masalah yang sedang dihadapi oleh pihak perusahaan dan data-data lain yang secara tidak langsung menunjang tercapainya tujuan dari penelitian ini. Pengumpulan data dilakukan dengan pengamatan langsung ke lantai produksi, wawancara dengan pihak perusahaan dan catatan perusahaan. Data-data yang dikumpulkan penulis merupakan data primer dan data sekunder, yaitu :

1. Data Primer

Metode-metode yang digunakan untuk memperoleh data ini antara lain :

 - A. Wawancara , yaitu dengan mengajukan pertanyaan-pertanyaan langsung kepada para pekerja, kepala teknik di bagian produksi dan ka. Urusan instalasi PKS dan karet.
 - B. Data dan laporan perusahaan
2. Data Sekunder

Data sekunder diperoleh dari studi literatur yang sesuai dengan materi dari kerja praktek yang diambil penulis.

Tahap Pengolahan Data

Pada tahap pengolahan data ini, berikut tahap pengolahan data pada penelitian ini :

- a) Menghitung nilai Reliability mesin screw press.
- b) Menghitung availability mesin screw press

Tahap Analisa

Analisis dilakukan berdasarkan pengolahan data yang dilakukan. Dimana hasil pengolahan data dibandingkan dengan standart nilai Reliability yang mau di capai perusahaan. Kemudian dilanjutkan dengan analisa ketersediaan mesin dan part dan menentukan jadwal perawatan yang optimal.

Tahap kesimpulan

Pada tahap ini ditarik kesimpulan dari analisa yang telah dilakukan dan rekomendasi serta saran penelitian.

4. HASIL DAN PEMBAHASAN

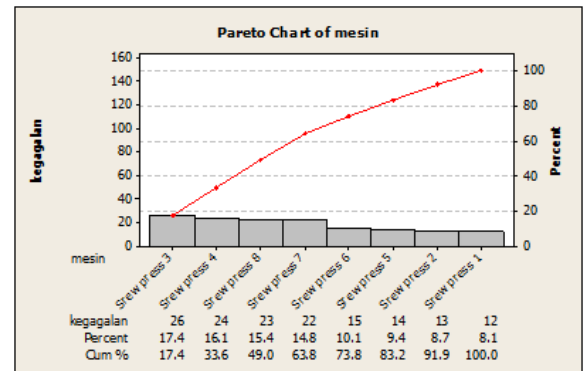
screw press adalah salah satu mesin pengolahan kelapa sawit yang berfungsi memisahkan antara fiber, minyak dan inti sawit. Dimana mesin ini juga memiliki riwayat kerusakan yang tinggi sehingga perlu di hitung tingkat keandalan dan ketersediaan dari mesin screw press ini, berikut data yang di dapat.

4.1 Frekuensi Kegagalan Mesin Screw press

Data data yang didapat diolah dengan diagram pareto, sehingga dapat dilihat mesin yang paling kritis.

- Mesin screw press

Berikut diagram pareto dan data kerusakan 8 buah mesin screw press dan data kerusakan mesin selama 3 tahun terkahir, dari tahun 2011-2013.



Gambar 1 diagram pareto mesin screw press

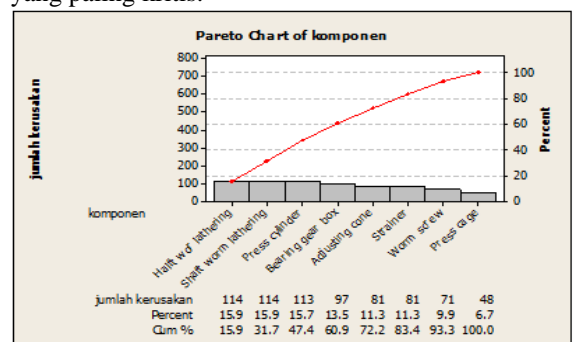
Tabel 1 frekuensi kegagalan mesin screw press

No	Nama mesin	Frekuensi kegagalan			Kapasitas (ton)	total
		2011	2012	2013		
1	Screw press 1	4	4	4	12	12
2	Screw press 2	4	5	4	15	13
3	Screw press 3	9	8	9	15	26
4	Screw press 4	8	8	8	15	24
5	Screw press 5	4	5	5	15	14
6	Screw press 6	5	5	5	15	15
7	Screw press 7	7	8	7	15	22
8	Screw press 8	7	8	8	15	23

Dari diagram pareto diatas terlihat bahwa mesin screw press no 3 adalah mesin yang paling kritis. Dari tingkat pemakaiannya yang tinggi menyebabkan mesin ini menjadi rentan rusak jika tidak di rawat.

- Komponen Mesin Screw Press

Data-data dari komponen mesin screw press yang didapat diolah dengan diagram pareto, sehingga dapat dilihat komponen yang paling kritis.



Gambar 2 diagram pareto komponen mesin screw press

Tabel 2 frekuensi kegagalan komponen mesin screw press

no	Nama komponen	Frekuensi kerusakan								Waktu penggantian komponen	total
		SP1	SP2	SP3*	SP4	SP5	SP6	SP7	SP8		
1	Bearing gear box	7	8	17	15	10	10	15	15	4	97
2	Worm screw	6	6	12	12	7	8	10	10	2	71
3	Press cage	3	3	8	8	6	6	7	7	1	48
4	Press cylinder	10	10	20	18	11	11	16	17	2	113
5	Shaft worm lathering	9	9	20	18	12	12	17	17	2	114
6	Half worm lathering	9	9	20	18	12	12	17	17	2	114
7	Strainer	6	6	14	14	8	9	12	12	2	81
8	Adjusting cone	6	7	14	14	8	8	12	12	2	81

Dari diagram pareto diatas terlihat bahwa komponen *half worm lathering*, *Shaft worm lathering* dan *Press cylinder* adalah komponen mesin *screw press* yang paling kritis. Dari tingkat penggantian komponen dan ketahanan komponen yang rendah menyebabkan komponen ini menjadi rentan haus jika tidak di pasang secara benar.

4.2 Pengujian Distribusi Data

uji distribusi data ini dilakukan dapat dilakukan dengan menggunakan bantuan software easyfit, berikut adalah nilai Anderson darling dari 3 distribusi yaitu distribusi weibull, exponential dan lognormal.

Tabel 3 Rekap Hasil Uji Distribusi Data

NO	NAMA	WEIBULL	EXPONENSIAL	LOG NORMAL
1	Screw press 1	0,73968	1,2093	0,84103
2	Screw press 2	0,63163	1,3753	0,82018
3	Screw press 3	0,76283	1,2404	0,95893
4	Screw press 4	0,75495	1,2976	0,94847
5	Screw press 5	0,79154	1,4297	0,98904
6	Screw press 6	0,85419	1,4008	1,0682
7	Screw press 7	0,846	1,1701	1,055
8	Screw press 8	0,87652	1,1786	1,0913
9	Bearing gear box	0,53729	1,8962	0,53729
10	Worm screw	0,41391	2,0476	0,43314
11	Press cage	0,72965	1,8247	0,90602
12	Press cylinder	0,55617	2,066	0,6625
13	Shaft worm lathering	0,48366	1,9115	0,53538
14	Half worm lathering	0,47737	1,9514	0,5302
15	Strainer	0,43294	1,7966	0,48881
16	Adjusting cone	0,48512	1,8705	0,51857

Dari nilai hasil uji distribusi diatas terlihat bahwa data yang ada berdistribusi weibull. Ini karena dilihat dari nilai AD (Anderson darling) yang terkecil. Dari uji ini yang terkecil adalah nilai AD distribusi weibull. Sehingga dapat disimpulkan bahwa data berdistribusi weibull.

4.3 Estimasi Parameter

Dari distribusi yang terpilih yaitu distribusi weibull, maka selanjutnya kita mencari estimasi parameter distribusi weibull. Distribusi weibull memiliki 2 parameter, yaitu (beta) dan (eta). Parameter beta sering disebut parameter bentuk (slope) dan parameter eta sering disebut parameter skala. Berikut hasil perhitungan parameter mesin dan komponen screw press dengan bantuan software minitab.

Tabel 4 Rekap Hasil Parameter Beta Dan Eta

NO	NAMA	β	η
1	Screw press 1	2,16048	6,62896
2	Screw press 2	2,43931	7,555436
3	Screw press 3	2,19572	14,72366
4	Screw press 4	2,28125	13,50366
5	Screw press 5	2,45438	8,43480
6	Screw press 6	2,36713	9,10298
7	Screw press 7	2,02668	11,75934
8	Screw press 8	2,01764	12,41480
9	Bearing gear box	3,98152	13,44483
10	Worm screw	4,36532	9,77276
11	Press cage	3,97144	6,65686
12	Press cylinder	4,19716	13,58969
13	Shaft worm lathering	4,13844	13,75723
14	Half worm lathering	4,13844	13,75723
15	Strainer	3,78678	11,25791
16	Adjusting cone	3,84260	11,24548

Nilai beta menunjukkan kondisi fisik dari kerusakan komponen yang terjadi. Dari hasil perhitungan beta menggunakan distirinsi weibull dengan bantuan software minitab, baik mesin dan komponen diketahui memiliki nilai beta lebih dari 1 ($\beta > 1$), yang artinya bahwa mesin dan komponen tersebut akan mengalami peningkatan kegagalan seiring berjalannya waktu.

Sedangkan eta merupakan characteristic life atau disebut "Time to Failure" yang menunjukkan umur dari komponen, dari hasil perhitungan menggunakan distirinsi weibull dengan bantuan software minitab, nilai eta untuk

komponen Bearing gear box hanya mampu beroperasi selama 13,44 hari atau lebih kurang 14 hari selanjutnya komponen tersebut akan failure demikian pula dengan komponen yang lainnya.

4.4. Analisa Keandalan

Keandalan suatu alat adalah probabilitas suatu alat untuk tidak rusak selama periode t tertentu atau lebih. Berikut hasil perhitungan keandalan mesin dan komponennya.

- **Keandalan Mesin**

keandalan mesin dihitung dengan cara :

$$R(t) = e^{-\left(\frac{t}{\eta}\right)^\beta} = e^{-\left(\frac{1}{5,62896}\right)^{2,16048}} = 0,9833$$

Berikut rekapitulasi nilai kehandalan dari mesin screw press selama 25 hari.

Tabel 5 rekapitan nilai keandalan mesin screw press

HARI	SC1	SC2	SC3	SC4	SC5	SC6	SC7	SC8
1	0.9833	0.9928	0.9973	0.9974	0.9947	0.9947	0.9933	0.9938
3	0.8350	0.9003	0.9700	0.9682	0.9240	0.9303	0.9392	0.9446
5	0.5806	0.6940	0.9109	0.9015	0.7580	0.7850	0.8380	0.8525
7	0.3247	0.4360	0.8225	0.7998	0.5311	0.5845	0.7051	0.7300
9	0.1443	0.2160	0.7123	0.6728	0.3096	0.3778	0.5590	0.5930
11	0.0505	0.0821	0.5903	0.5345	0.1468	0.2090	0.4175	0.4569
13	0.0138	0.0233	0.4673	0.3997	0.0555	0.0978	0.2936	0.3337
15	0.0029	0.0049	0.3529	0.2806	0.0164	0.0383	0.1944	0.2311
17	0.0005	0.0007	0.2538	0.1844	0.0037	0.0124	0.1212	0.1518
19	0.0001	0.0001	0.1737	0.1131	0.0006	0.0033	0.0711	0.0944
21	0.0000	0.0000	0.1130	0.0647	0.0001	0.0007	0.0392	0.0557
23	0.0000	0.0000	0.0698	0.0344	0.0000	0.0001	0.0204	0.0311
25	0.0000	0.0000	0.0409	0.0170	0.0000	0.0000	0.0099	0.0165

Dari tabel 4.5 dapat terlihat bahwa keandalan mesin screw press menurun terhadap bertambahnya waktu. Jika diambil nilai keandalan yang diinginkan perusahaan sebesar 70%, maka screw press 1 dan 2 hanya bertahan 4 hari, screw press 3 hanya bertahan 9 hari, screw press 4 hanya bertahan 8 hari, screw press 7 dan 8 hanya bertahan 7 hari dan mesin screw press 5 dan 6 hanya bertahan selama 5 hari. Jika mesin-mesin di jalankan melebihi waktunya maka kemungkinan tidak rusaknya mesin akan kurang dari 70%. Dari hasil diatas terlihat bahwa mesin screw press 1 dan 2 yang paling kritis. Untuk mencapai keandalan sebesar 90% maka untuk screw press 3 harus dilakukan perawatan sebelum 5 hari, dimana jika mesin dioperasikan

selama 5 hari tanpa kerusakan, maka 90% kemungkinan mesin tidak gagal selama interval waktu itu, begitu juga mesin-mesin screw press lainnya.

Tabel 6 interval waktu pemeliharaan berdasarkan tingkat keandalan

mesin	Interval waktu (hari)		
	90%	70%	50%
Screw press 1	2	4	5
Screw press 2	3	4	6
Screw press 3	5	9	12
Screw press 4	5	8	11
Screw press 5	3	5	7
Screw press 6	3	5	7
Screw press 7	3	7	9
Screw press 8	3	7	10

Dari table 4.6, terlihat bahwa screw press 3 kondisinya paling baik disbanding dengan yang lainnya, dimana untuk mencapai keandalan 90% mesin dioperasikan selama 5 hari, untuk mencapai keandalan 70% mesin bisa dioperasikan sampai 9 hari, dan untuk mencapai keandalan 50% mesin bisa digunakan hingga 12 hari.

- **Keandalan Part**

keandalan komponen mesin dihitung dengan cara :

$$R(t) = e^{-\left(\frac{t}{\eta}\right)^\beta} = e^{-\left(\frac{1}{13,4448}\right)^{3,9815}} = 0,99997$$

Berikut rekapitulasi nilai kehandalan dari komponen mesin screw press selama 25 hari

Tabel 7 rekapitan nilai keandalan komponen mesin screw press

Hari	BGB	WS	PC	PCY	SWL	HWL	ST	AC
1	0.99997	0.99995	0.99946	0.99999	0.99999	0.99999	0.99990	0.99991
3	0.99745	0.99425	0.95868	0.99901	0.99896	0.99896	0.99334	0.99378
5	0.98071	0.94777	0.72551	0.99158	0.99139	0.99139	0.95479	0.95657
7	0.92833	0.79214	0.29496	0.96588	0.96579	0.96579	0.84755	0.85064
9	0.81686	0.49760	0.03643	0.90513	0.90621	0.90621	0.65154	0.65384
11	0.63779	0.18712	0.00064	0.79342	0.79775	0.79775	0.40012	0.39904
13	0.41702	0.03096	0.00000	0.62718	0.63692	0.63692	0.17829	0.17454
15	0.21306	0.00152	0.00000	0.42717	0.44237	0.44237	0.05158	0.04855
17	0.07847	0.00001	0.00000	0.23732	0.25433	0.25433	0.00855	0.00749
19	0.01901	0.00000	0.00000	0.10086	0.11424	0.11424	0.00071	0.00055
21	0.00273	0.00000	0.00000	0.03045	0.03753	0.03753	0.00002	0.00002
23	0.00021	0.00000	0.00000	0.00600	0.00837	0.00837	0.00000	0.00000
25	0.00001	0.00000	0.00000	0.00070	0.00117	0.00117	0.00000	0.00000

Dari tabel 7 dapat terlihat bahwa keandalan kompone mesin screw press menurun terhadap bertambahnya waktu. Jika diambil nilai keadalan yang diinginkan perusahaan sebesar 70%, maka komponen bearing gearbox hanya bertahan 11 hari, Worm screw hanya bertahan 7 hari, Press cage hanya bertahan 5 hari, Press cylinder, shaft dan Halft worm lathering hanya bertahan 12 hari dan Strainer dan Adjusting cone hanya bertahan selama 8 hari. Jika mesin-mesin di jalankan melebihi waktunya maka kemungkinan tidak rusaknya mesin akan kurang dari 70%. Dari hasil diatas terlihat bahwa komponen Press cage merupakan komponen yang paling kritis. Jika keandalan system ditingkatkan maka komonen Press cage harus menjadi prioritas pertama.

4.7 Kegagalan

Berikut hasil perhitungan laju kegagalan mesin dan komponen screw press dengan interval waktu 5 sampai 30 hari.

Tabel 8 laju kegagalan mesin dan komponen screw press

NO	NAMA	5	10	15	20	25	30
1	Screw press 1	0.23495	0.525187	0.840745	1.17396	1.520951	1.879332
2	Screw press 2	0.178219	0.483314	0.866323	1.310706	1.807127	2.34939
3	Screw press 3	0.040993	0.093899	0.152482	0.215084	0.280858	0.349273
4	Screw press 4	0.047303	0.114969	0.193285	0.279431	0.371913	0.469777
5	Screw press 5	0.136007	0.372763	0.672313	1.021656	1.41341	1.842653
6	Screw press 6	0.114629	0.295692	0.51473	0.762758	1.034846	1.327782
7	Screw press 7	0.071628	0.145929	0.221274	0.297306	0.373851	0.450809

Lanjutan tabel 8 laju kegagalan mesin dan komponen screw press

8	Screw press 8	0.064412	0.130409	0.197017	0.264026	0.331335	0.398882
9	Bearing gear box	0.015512	0.122519	0.410415	0.967677	1.882216	3.241529
10	Worm screw	0.046831	0.482607	1.88885	4.973434	10.53876	19.46524
11	Press cage	0.254877	1.999046	6.669104	15.6789	30.4283	52.30703
12	Press cylinder	0.007098	0.065101	0.238	0.597072	1.218607	2.182824
13	Shaft worm lathering	0.007158	0.063034	0.225025	0.555063	1.118121	1.981502
14	Halft worm lathering	0.007158	0.063034	0.225025	0.555063	1.118121	1.981502
15	Strainer	0.035035	0.241775	0.748408	1.668458	3.107292	5.164672
16	Adjusting cone	0.034122	0.244758	0.774987	1.755679	3.310712	5.559068

Dari tabel 4.8 dapat terlihat bahwa laju kegagalan mesin dan komponen screw press meningkat seiring bertambahnya waktu. Dari hasil diatas terlihat bahwa mesin screw press 1 dan 2 serta komponen prescage merupakan mesin dan komponen yang paling kritis. Sehingga perlu diperhatikan lebih dari mesin dan kompenen lainnya.

4.8 MTBF (mean time between failure)

Berikut rekapitulasi hasil perhitungan MTBF:

Tabel 9 nilai MTBF

no	Nama komponen	5	10	15	20	25	30
1	Bearing gear box	63.221	6.000	0.519	0.008	0.000	0.000
2	Worm screw	20.238	0.686	0.001	0.000	0.000	0.000
3	Press cage	2.846	0.003	0.000	0.000	0.000	0.000
4	Press cylinder	139.696	3.154	1.795	0.097	0.001	0.000
5	Shaft worm lathering	138.494	13.623	1.966	0.123	0.001	0.000
6	Halft worm lathering	138.494	13.623	1.966	0.123	0.001	0.000
7	Strainer	27.252	2.184	0.069	0.000	0.000	0.000
8	Adjusting cone	28.034	2.161	0.063	0.000	0.000	0.000

Dari table 4.14 diatas terlihat bahwa nilai MTBF komponen mesin screw press menurun terhadap waktu, yang artinya semakin lama interval waktu pemakaian komponen maka semakin kecil nilai MTBF komponen tersebut. Dari table diatas terlihat bahwa komponen Press

cage merupakan komponen yang paling kritis. Untuk interval waktu pemakaian 5 hari saja, komponen Press cage memiliki nilai MTBF 2,846 hari, sedangkan Press cylinder memiliki nilai MTBF 139,696 hari. Dari nilai MTBF ini komponen yang memiliki umur Paling lama adalah Press cylinder dan komponen yang memiliki umur pemakaian palinh singkat adalah Press cage.

4.9 Availability

berikut hasil perhitungan *availability* selama 30 hari :

dari tabel 10 perhitungan diatas terlihat bahwa nilai *availability* untuk 30 hari ,dimana Bearing gear box sebesar 1,0675, yang berarti ketersediaan komponen ini untuk untuk interval 5 hari operasi sebesar 1-2 komponen per unit, dan seterusnya.

4.10 Biaya Pemeliharaan Optimum

Perhitungan biaya pemeliharaan optimum :

$$\begin{aligned}
 \text{Planned cost per unit time} &= \frac{(\text{Planned cost}) (R(t))}{f_{R(t)}} \\
 &= \frac{(\text{Rp } 100,000,000) (1)}{0,9999679} \\
 &= \text{Rp. } 100,006,422, \\
 \text{Unplanned cost per unit time} &= \frac{(\text{Unplanned cost}) (R(t))}{f_{R(t)}} \\
 &= \frac{(\text{Rp } 500,000,000) (1)}{0,9999679} \\
 &= \text{Rp. } 500,032,110 \\
 \text{Total cost} & \\
 &= \text{Planned cost per unit time} \\
 &\quad + \text{Unplanned cost per unit time} \\
 &= \text{Rp } 100,006,422 + \text{Rp } 500,032,110 = \text{Rp } 600,038,532
 \end{aligned}$$

Berikut merupakan rekapitulasi hasil perhitungan untuk menentukan biaya optimum penggantian komponen dan nilai Reliability komponen:

Tabel 11 Rekapitulasi Umur komponen, Reliability, Availability dan Total Cost per Unit Time

Komponen	Age (hari)	Reliability	Availability	Total Cost per Unit Time (Rp)
Bearing gear box	8	0.8811	1,400	96,603,334.01
Worm screw	6	0.88791	1,242	147,982,853
Press cage	3	0.95868	1,062	308,283,662.9
Press cylinder	12	0.71648	1,483	100,646,499.9
Shaft worm lathering	11	0.79775	1,271	171,419,364
Half worm lathering	11	0.79775	1,271	171,419,364
Strainer	7	0.84755	1,268	208,816,272.1
Adjusting cone	6	0.91442	1,143	276,399,752.3

Berdasarkan perhitungan untuk menentukan biaya optimum penggantian komponen dan nilai Reliability menggunakan distribusi weibull, untuk komponen Bearing gear box sebaiknya dilakukan pergantian pada pemakaian hari ke-8 dengan biaya sebesar Rp.96,603,334,01 , nilai Reliability (kehandalan) pada kondisi tersebut adalah 88,11% dan *availability* (ketersediaan) sebesar 1,400. Komponen Worm screw sebaiknya dilakukan pergantian pada pemakaian hari ke-6 dengan biaya sebesar Rp.147,982,853,- ,nilai Reliability (kehandalan) pada kondisi tersebut adalah 88,79% dan *availability* (ketersediaan) sebesar 1,242. Komponen Press cage sebaiknya dilakukan pergantian pada pemakaian hari ke-3 dengan biaya sebesar Rp.308,283,662,- ,nilai Reliability (kehandalan) pada kondisi tersebut adalah 95,58% dan *availability* (ketersediaan) sebesar 1,062, dan seterusnya.

Dari perhitngan diatas terlihat bahwa rata-rata semua komponen memiliki nilai Reliability (kehandalan) masih diatas 70%, sehingga cukup baik tingkat keandalannya. Tetapi perlu di jaga dan di tingkatkan perbaikannya agar tingkat keandalanya terjaga tidak di bawah 70%.

Tabel 10 nilai *availability*

no	Nama komponen	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	15	20	25	30
1	<i>Bearing gear box</i>	1.001	1.004	1.014	1.033	1.068	1.125	1.223	1.400	1.780	3.000	- 47.781	- 1.683	-0.947	-0.003	0.000	0.000
2	<i>Worm screw</i>	1.000	1.004	1.017	1.047	1.110	1.242	1.579	3.241	- 2.773	-0.522	-0.164	- 0.051	-0.001	0.000	0.000	0.000
3	<i>Press cage</i>	1.002	1.017	1.062	1.176	1.542	6.638	- 0.742	- 0.139	- 0.026	-0.003	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
4	<i>Press cylinder</i>	1.000	1.001	1.003	1.007	1.015	1.027	1.045	1.073	1.114	1.179	1.286	1.483	2.300	-0.090	0.000	0.000
5	<i>Shaft worm lathering</i>	1.000	1.001	1.003	1.007	1.015	1.027	1.045	1.071	1.111	1.172	1.271	1.447	2.067	-0.117	-0.001	0.000
6	<i>Haft worm lathering</i>	1.000	1.001	1.003	1.007	1.015	1.027	1.045	1.071	1.111	1.172	1.271	1.447	2.067	-0.117	-0.001	0.000
7	<i>Strainer</i>	1.001	1.005	1.017	1.040	1.079	1.146	1.268	1.519	2.239	11.854	-1.736	- 0.534	-0.068	0.000	0.000	0.000
8	<i>Adjusting cone</i>	1.001	1.005	1.016	1.038	1.077	1.143	1.264	1.515	2.247	13.430	-1.643	- 0.509	-0.062	0.000	0.000	0.000

KESIMPULAN DAN SARAN

Kesimpulan

Berdasarkan hasil pengolahan data dan analisis dalam penelitian ini, dapat disimpulkan:

1. Dari diagram pareto untuk komponen screw press terlihat bahwa komponen halft worn lathering, Shaft worm lathering dan Press cylinder adalah komponen mesin screw press yang paling kritis. Dari tingkat penggantian komponen dan ketahanan komponen yang rendah menyebabkan komponen ini menjadi rentan haus jika tidak dilakukan perawatan yang benar.
2. Berikut tingkat keandalan dan availability mesin screw press :
 - Dari perhitungan tingkat keandalan mesin screw press, terlihat bahwa mesin screw press 3 kondisinya paling baik disbanding dengan yang lainnya, dimana untuk mencapai keandalan 90% mesin dioperasikan selama 5 hari, untuk mencapai keandalan 70% mesin bisa dioperasikan sampai 9 hari, dan untuk mencapai keandalan 50% mesin bisa digunakan hingga 12 hari.
 - Dari perhitungan tingkat keandalan komponen screw press terlihat bahwa keandalan komponen mesin screw press menurun terhadap bertambahnya waktu. Jika diambil nilai keandalan yang diinginkan perusahaan sebesar 70%, maka komponen bearing gearbox hanya bertahan 11 hari, Worm screw hanya bertahan 7 hari, Press cage hanya bertahan 5 hari, Press cylinder, shaft dan Halft worm lathering hanya bertahan 12 hari dan Strainer dan Adjusting cone hanya bertahan selama 8 hari. Jika mesin-mesin di jalankan melebihi waktunya maka kemungkinan tidak rusak mesin akan kurang dari 70%. Dari hasil diatas terlihat bahwa komponen Press cage merupakan komponen yang paling kritis. Jika keandalan system ditingkatkan maka komponen Press cage harus menjadi prioritas pertama.
 - Dari perhitungan tingkat ketersediaan komponen untuk 30 hari terlihat bahwa tingkat ketersediaan komponen Bearing gear box sebesar 1,001, yang berarti ketersediaan komponen ini untuk

untuk tiap hari operasi sebesar 1-2 komponen per unit, begitu juga dengan komponen yang lain.

3. Dari hasil perhitungan laju kegagalan mesin dan komponen screw press terlihat bahwa kegagalan mesin dan komponen mesin screw press meningkat seiring bertambahnya waktu. Dimana mesin screw press 1 dan 2 serta komponen press cage merupakan mesin dan komponen yang paling kritis. Sehingga perlu diperhatikan lebih dari mesin dan komponen lainnya.
4. Berikut waktu yang optimal untuk penggantian komponen :
 - Komponen Bearing gear box sebaiknya dilakukan penggantian pada pemakaian hari ke-8 yang mampu meminimasi biaya sebesar 83,8% dari total biaya yang dikeluarkan dengan nilai Reliability (kehandalan) sebesar 88,11% dan Availability (ketersediaan) sebesar 1,400.
 - Komponen Worm screw sebaiknya dilakukan pergantian pada pemakaian hari ke-6 yang dapat meminimasi biaya sebesar 78,8 %, dari total biaya yang dikeluarkan dengan nilai Reliability (kehandalan) sebesar 88,79% dan Availability (ketersediaan) sebesar 1,242.
 - Komponen Press cage sebaiknya dilakukan pergantian pada pemakaian hari ke-3 yang dapat meminimasi biaya sebesar 63,7 % dari total biaya yang dikeluarkan dengan nilai Reliability (kehandalan) sebesar 95,58% dan Availability (ketersediaan) sebesar 1,062.
 - Komponen press cylinder sebaiknya dilakukan pergantian pada pemakaian hari ke-12 yang dapat meminimasi biaya sebesar 83,8% dari total biaya yang dikeluarkan dengan nilai Reliability (kehandalan) sebesar 71,65% dan Availability (ketersediaan) sebesar 1,483.
 - Komponen Shaft dan Halft worm lathering sebaiknya dilakukan pergantian pada pemakaian hari ke-11 yang dapat meminimasi biaya sebesar 84,4% dari total biaya yang dikeluarkan dengan nilai Reliability (kehandalan) sebesar 79,77% dan availability (ketersediaan) sebesar 1,271.

- Komponen Strainer sebaiknya dilakukan pergantian pada pemakaian hari ke-7 yang dapat meminimasi biaya sebesar 80,1% dari total biaya yang dikeluarkan dengan nilai Reliability (kehandalan) sebesar 84,75% dan Availability (ketersediaan) sebesar 1,268 dan
- Komponen Adjusting cone sebaiknya dilakukan pergantian pada pemakaian hari ke-6 yang dapat meminimasi biaya sebesar 74,8% dari total biaya yang dikeluarkan dengan nilai Reliability (kehandalan) pada kondisi tersebut adalah 91,44% dan availability (ketersediaan) sebesar 1,143.

Ireson, W. Grant., Coombs, Jr, Clyde F., Moss, Richard Y. (1996). Handbook of reliability engineering and management. Second Edition. McGraw Hill, New York

Saran

Saran yang bisa diberikan kepada PT. Perkebunan Nusantara V:

1. Menentukan tingkat keandalan mesin dan komponennya.
2. Menjaga ketersediaan komponen, minimal 1-2 komponen per mesin
3. Melakukan perawatan yang terjadwal untuk menjaga tingkat keandalan mesin, sehingga tidak mengganggu produktifitas mesin.
4. Melakukan perhitungan untuk mesin yang lain agar dapat mengetahui tingkat keandalan mesin dan ketersediaan partnya.

DAFTAR PUSTAKA

- Smith D. J. 2001, Reliability, Maintainability and Risk. Practical Methods for Engineers. Sixth Edition. Oxford: Butterworth-Heinemann.
- Ebeling, Charles E. 1997. An Introduction to reliability and Maintainability Engineering. Mc Graw Hill, Singapore, Ltd
- Dhillon, B.S, 2002, Engineering Maintenance. London: CRC PRESS.
- Priyanta, Dwi, 2000, Keandalan dan Perawatan. Surabaya: Institut Teknologi Sepuluh November
- Barabady, Javad, 2005, Improvement of System Availability Using Reliability and Maintainability Analysis, Thesis: Division of Operation and Maintenance Engineering, Lulea University of Technology. Sweden