

Analisis Keandalan Mesin Screw Press dengan Metode MTTF

Agus Setyawan¹, Agustina Hotma Uli Tumanggor^{2*}, Muhammad Rizali², Madschen Sia Mei Ol Siska Selvija Tambun²

¹Program Studi Teknik Mesin Universitas Lambung Mangkurat; email: agus.setyawan@gmail.com

²Program Studi Teknik Industri Universitas Sari Mulia; email: agustina.hotma@gmail.com, mechanicalpress@gmail.com, marunehutabarat10041979@gmail.com

* Corresponding author

Abstrak

Keandalan adalah suatu disiplin ilmu untuk menerapkan ilmiah pada komponen mesin dan produk. Keandalan pada mesin dapat mempengaruhi produktivitas kinerja pada mesin. PT. X adalah perusahaan pengolahan tandan buah segar (TBS) menjadi CPO dan PKO. Dalam memproduksi CPO PT. X menggunakan mesin press yang memiliki fungsi untuk mengekstrak minyak dari daging kelapa sawit. Namun, terdapat permasalahan pada mesin tersebut sehingga menyebabkan terhambatnya proses produksi. Tujuan penelitian ini untuk melakukan analisa keandalan data Time to Failure dengan metode MTTF untuk mendapatkan nilai keandalan mesin screw press.

Hasil penelitian diperoleh rata-rata waktu kegagalan tertinggi pada mesin screw press 4 sebesar 50,27 jam. Sedangkan rata-rata waktu kegagalan terendah pada mesin screw press 3 sebesar 41,05 jam. Rata-rata waktu kegagalan pada 5 mesin screw press sebesar 48,57 jam. Mesin screw press 4 dapat digunakan sebagai cadangan pada proses operasi untuk menekan waktu rata-rata kegagalan pada mesin screw press 4. Selain itu, kegiatan preventive maintenance dapat dilakukan seperti pengecekan secara menyeluruh sebelum mesin dioperasikan dan juga dapat diperhatikan kualitas dan ketersediaan spare part.

Kata Kunci: keandalan, MTTF, CPO, time to failure, produktivitas

Abstract

[Reliability Analysis of Screw Press Machine With MTTF Method] Reliability is a scientific discipline for applying science to machine components and products. Machine reliability can affect machine performance productivity. PT. X is a company that processes fresh fruit bunches (FFB) into CPO and PKO. In producing CPO PT. X uses a press machine which has the function of extracting oil from palm meat. However, there were problems with the machine, causing delays in the production process.

The aim of this research is to analyze the reliability of Time to Failure data using the MTTF method to obtain reliability values for screw press machines.

The research results showed that the highest average failure time on screw press machine 4 was 50.27 hours. Meanwhile, the lowest average failure time on screw press machine 3 was 41.05 hours. The average time to failure on 5 screw press machines was 48.57 hours. The screw press machine 4 can be used as a backup during the operation process to reduce the average time of failure on the screw press machine 4. Apart from that, preventive maintenance activities can be carried out such as thorough checks before the machine is operated and the quality and availability of spare parts can also be considered.

Keywords: reliability, MTTF, CPO, time to failure, productivity

Kelompok BoK yang bersesuaian dengan artikel: *Quality & Reliability Engineering*

Saran format untuk mensitasi artikel ini:

Setyawan, A., Tumanggor, A.H.U., Rizali, M., dan Tambun, M.S.M.S.S (2023). Analisis keandalan mesin screw press dengan metode MTTF. *Prosiding Seminar Nasional Teknik Industri (SENASTI) 2023*, 205-214.

1. Pendahuluan

Perkembangan teknologi yang semakin pesat mendorong industri untuk terus berusaha meningkatkan kualitas dan kuantitas produk yang dihasilkannya. Dalam sektor industri saat ini, kualitas produk sangat menentukan tingkat persaingan. Industri yang tidak dapat menghasilkan kualitas produk dengan kualitas baik akan mudah tersingkir oleh industri pesaing yang dapat menghasilkan produk lebih baik. Peningkatan produksi industri yang terus menerus memerlukan kelancaran proses produksi. Kelancaran proses produksi dipengaruhi oleh keandalan mesin yang dipergunakan. Kerusakan mesin secara tiba-tiba dapat mengganggu rencana produksi yang telah ditetapkan. Untuk mengatasi hal tersebut perlu direncanakan perawatan mesin secara berkala (*preventive maintenance*), untuk meminimalisir kerusakan mendadak pada mesin (*breakdown maintenance*). Tujuan utama dari kegiatan ini adalah untuk memelihara mesin atau fasilitas lainnya agar siap digunakan ketika diperlukan. Namun setiap perusahaan menerapkan kebijakan yang berbeda-beda. Hal ini didasari oleh perbedaan konsep pemeliharaan mesin atau instalasi lainnya. Perusahaan menilai perawatan mesin ini sangat penting. Sistem pemeliharaan yang sesuai akan mempengaruhi kelangsungan perusahaan. Hal ini disebabkan dengan sistem perawatan yang benar maka akan berpengaruh terhadap kelancaran proses produksi. Proses produksi yang lancar memerlukan mesin atau peralatan produksi dalam keadaan baik. Memelihara kondisi agar mesin-mesin ini tetap dalam kondisi andal mencakup penerapan prosedur perawatan. Perawatan mesin yang dilakukan terdiri dari 3 macam perawatan yaitu *preventive maintenance*, *corrective maintenance*, dan *break down maintenance*.

Masalah pemeliharaan merupakan salah satu masalah penting dalam industri. Alasan utamanya adalah karena sistem pemeliharaan merupakan faktor utama bagi kelangsungan hidup suatu sistem produksi. Jika mesin tidak dirawat maka kerusakannya akan semakin parah dan perusahaan harus mengeluarkan biaya yang cukup besar untuk mengganti komponen yang rusak.

PT. X merupakan perusahaan yang bergerak di bidang industri pertanian dengan spesialisasi konversi tandan buah segar (TBS) menjadi CPO dan PKO. CPO artinya produksi minyak sawit, sedangkan PKO artinya produksi inti sawit. Perusahaan ini banyak menggunakan mesin untuk memproduksi CPO. Salah satu mesin yang digunakan adalah mesin *press* yang berfungsi mengekstraksi minyak dari daging buah kelapa sawit. Fungsi penting alat ini membuat proses produksi tidak berjalan lancar jika sistem mengalami kegagalan atau kerusakan.

Terjadinya kerusakan mesin akibat rusaknya komponen elektrik dan atau mekanik tidak dapat diketahui dengan pasti. Setiap komponen mesin yang berbeda jenisnya memiliki keandalan dan laju kerusakan yang juga berbeda. Kondisi tersebut menyebabkan diperlukannya kebijakan perawatan yang baik serta memadai pada saat dibutuhkan, dan salah satu bentuk aktivitas perawatan adalah penggantian (*replacement*) komponen yang telah mengalami kerusakan (Pawesti, 2005).

Salah satu pendekatan dalam cara menanggulangi hal tersebut adalah dengan membuat Analisa Keandalan yang hubungannya dengan *down time*. Seringkali proses produksi yang telah direncanakan dengan baik terganggu karena reliabilitas mesin. Gangguan tersebut dapat berupa kerusakan mesin atau *breakdown*. Hal terkait analisa keandalan juga menjadi penting pada perusahaan penyedia jasa perawatan *evvator* dan *escalator* (Ras & Setiawan, 2006).

2. Metode

Objek yang diteliti adalah mesin *Screw Press Tipe Wang Yuen* di PT. X. Dalam proses pengumpulan data dilakukan dengan meminta *softcopy* data Maintenance mesin *Screw Press* yang mana data ini adalah data dari tahun 2011 – 2014. Adapun tahapan penelitian yang dilakukan untuk mendapatkan data-data yang diperlukan dalam penyelesaian tugas akhir ini survei awal, pokok permasalahan, studi lapangan dan studi literatur, pengumpulan dan pengolahan data dan analisis pemecahan masalah.

2.1. Perawatan

Pengertian perawatan menurut para ahli diantaranya: perawatan merupakan suatu kombinasi dari tindakan yang dilakukan untuk menjaga suatu barang dalam, atau untuk memperbaikinya sampai suatu kondisi bisa diterima (Corder, A.S, Kusnul, Hadi, Arief, 1988). Maintenance adalah memastikan setiap saat fisik terus melakukan apa yang penggunaannya inginkan (Moubray, 1991).

Perawatan diartikan sebagai suatu kegiatan pemeliharaan fasilitas pabrik serta mengadakan perbaikan, penyesuaian atau penggantian yang diperlukan agar terdapat suatu keadaan operasi produksi yang sesuai dengan yang direncanakan (Assauri, 2008). Perawatan adalah semua tindakan yang penting dengan tujuan untuk menghasilkan produk yang baik atau untuk mengembalikan ke dalam keadaan yang memuaskan (Dhillon, 2004)

2.2. Penentuan Komponen Kritis

Perawatan komponen mesin diperlukan untuk memperhatikan tingkat kehandalan mesin tersebut. Hal yang perlu diperhatikan dalam penentuan kelompok kritis adalah penentuan distribusi umur komponen kritis dan uji kecocokan distribusi kerusakan. Pengujian distribusi bertujuan untuk mengetahui apakah sampel yang diambil mengikuti pola distribusi tertentu sesuai yang diasumsikan. Contohnya adalah Distribusi Normal (Ronald, E. W & Myers, 1986), Weibull, Eksponensial, dan Gamma (Ebeling, 1997).

2.3. Keandalan

Keandalan dapat didefinisikan sebagai probabilitas sebuah unit yang memberikan kemampuan memuaskan suatu tujuan tertentu dalam periode waktu tertentu ketika dalam kondisi lingkungan tertentu (Blanchard, 1994). Sedangkan menurut ahli lain, keandalan adalah probabilitas dimana ketika operasi berada pada kondisi lingkungan tertentu, sistem akan menunjukkan kemampuannya sesuai dengan fungsi yang diharapkan dalam selang waktu tertentu (Kapur, K & Lamberson, 1997).

Mean Time to Failure (MTTF) merupakan nilai rata-rata waktu kegagalan yang akan datang dari sebuah sistem. MTTF adalah rata-rata waktu atau interval waktu kerusakan mesin atau komponen dalam distribusi kegagalan. Teknik keandalan juga diangkat dalam penelitian di PT. Meratus Jaya Iron & Steel (Hotma et al., 2020), Hal ini juga terdapat dalam penelitian (Hotma et al., 2020) tentang Reliability Analysis of Rotary Klin A.

$$MTTF = \theta * \Gamma \left(1 + \frac{1}{\beta}\right) \dots \dots \dots (1)$$

Γ = Fungsi Gamma, $\Gamma(n) = (n-1)!$ dapat diperoleh melalui nilai fungsi gamma.

$$t_R = \theta * (-\ln R)^{1/\beta} \dots \dots \dots (2)$$

Persamaan diatas adalah persamaan untuk menentukan peluang komponen kritis dimana R ditetapkan dengan asumsi sebesar 90% dan 95% yang mana fungsinya untuk mengetahui dalam berapa jam kah komponen kritis tersebut dapat melakukan fungsinya

Selanjutnya data hasil dari distribusi statistik akan digunakan untuk penghitungan MTTF. Berikut perhitungan data menggunakan metode MTTF :

$$MTTF = \theta * \Gamma(1 + \frac{1}{\beta})$$

$$MTTF = 46,33576 * \Gamma(1 + \frac{1}{2,24733})$$

$$MTTF = 46,33576 * \Gamma(1,44)$$

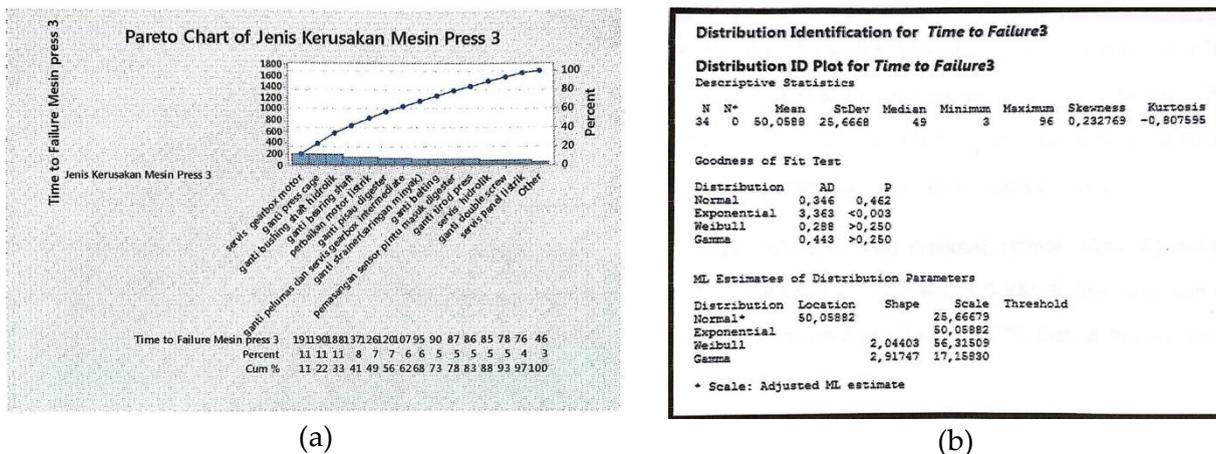
$$MTTF = 32,88645 * 0,88581$$

$$MTTF = 41,06 \text{ jam}$$

Dari perhitungan *Main Time to Failure* di atas didapatkan MTTF sebesar 41,06 jam *Mean Time to Failure* (MTTF) dan merupakan nilai rata-rata waktu kegagalan yang akan datang dari sebuah sistem (komponen).

3.3. Mesin Press 3

Data kerusakan yang paling banyak adalah perbaikan *gear box* motor sebanyak 11 %.



Gambar 3. (a) Data Breakdown Kerusakan Mesin Press 3; (b) Deskripsi Statistik Dari Data *Time to Failure* Mesin Press 3

Selanjutnya data hasil dari distribusi statistik akan digunakan untuk penghitungan MTTF. Berikut perhitungan data menggunakan metode MTTF :

$$MTTF = \theta * \Gamma(1 + \frac{1}{\beta})$$

$$MTTF = 56,31509 * \Gamma(1 + \frac{1}{2,04403})$$

$$MTTF = 56,31509 * \Gamma(1,48)$$

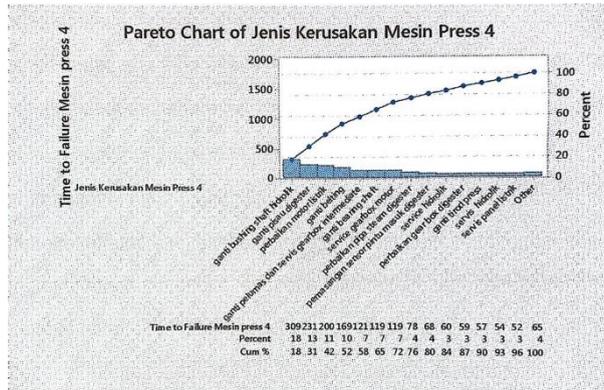
$$MTTF = 46,35576 * 0,88575$$

$$MTTF = 41,05 \text{ jam}$$

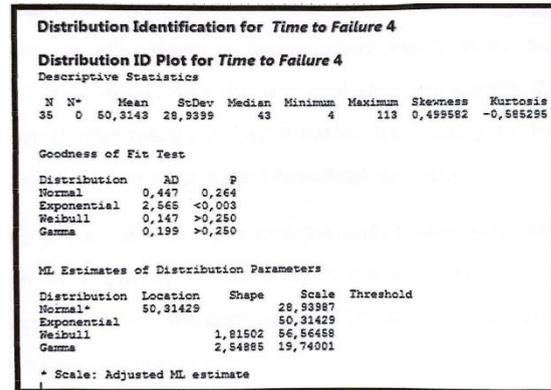
Dari perhitungan *Main Time to Failure* di atas didapatkan MTTF sebesar 41,05 jam *Mean Time to Failure* (MTTF) dan merupakan nilai rata-rata waktu kegagalan yang akan datang dari sebuah sistem (komponen).

3.4. Mesin Press 4

Data kerusakan dengan waktu paling banyak adalah pada *bushing shaft* hidrolik yaitu sebanyak 24%.



(a)



(b)

Gambar 4. (a) Data Breakdown Kerusakan Mesin Press 4; (b) Deskripsi Statistik Dari Data Time to Failure Mesin Press 4

Selanjutnya data hasil dari distribusi statistik akan digunakan untuk penghitungan MTTF. Berikut perhitungan data menggunakan metode MTTF :

$$MTTF = \theta * \Gamma(1 + \frac{1}{\beta})$$

$$MTTF = 56,56458 * \Gamma(1 + \frac{1}{1,81502})$$

$$MTTF = 56,56458 * \Gamma(1,55)$$

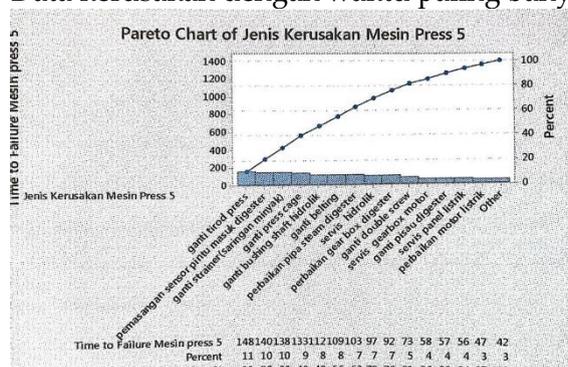
$$MTTF = 56,56458 * 0,88887$$

$$MTTF = 50,27 \text{ jam}$$

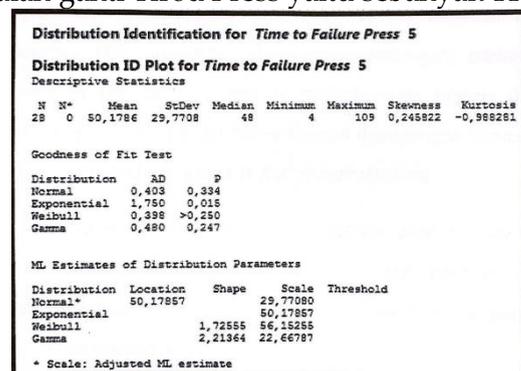
Dari perhitungan Main Time to Failure diataskan didapatkan MTTF sebesar 50,27 jam Mean Time to Failure (MTTF) dan merupakan nilai rata-rata waktu kegagalan yang akan datang dari sebuah sistem (komponen).

3.5. Mesin Press 5

Data kerusakan dengan waktu paling banyak adalah ganti Tirod Press yaitu sebanyak 11%.



(a)



(b)

Gambar 5. (a) Data Breakdown Kerusakan Mesin Press 4; (b) Deskripsi Statistik Dari Data Time to Failure Mesin Press 4

Selanjutnya data hasil dari distribusi statistik akan digunakan untuk penghitungan MTTF. Berikut perhitungan data menggunakan metode MTTF :

$$MTTF = \theta * \Gamma(1 + \frac{1}{\beta})$$

$$MTTF = 56,15255 * \Gamma(1 + \frac{1}{1,72555})$$

$$MTTF = 56,15255 * \Gamma(1,57)$$

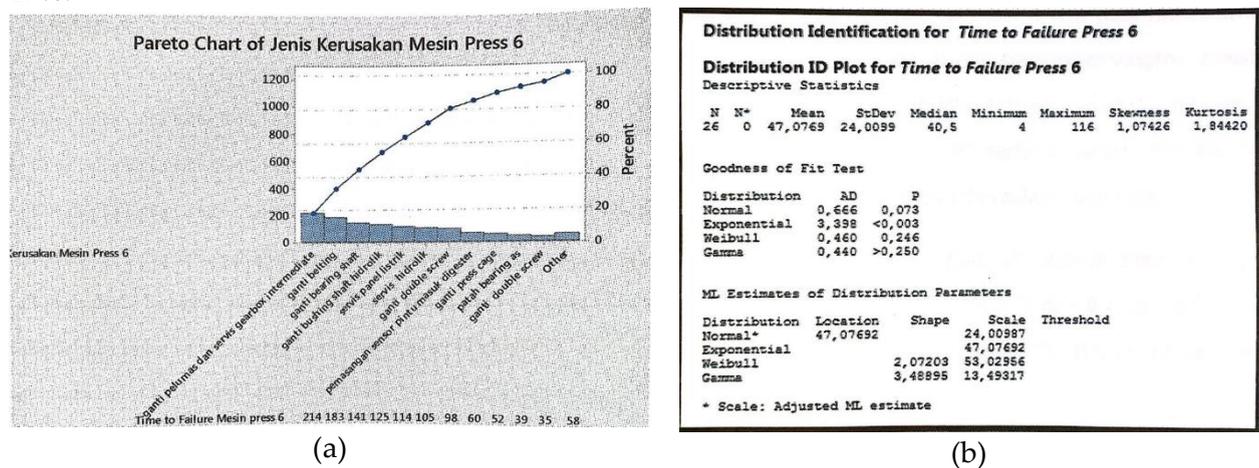
$$MTTF = 56,15255 * 0,89049)$$

$$MTTF = 50,00 \text{ jam}$$

Dari perhitungan *Main Time to Failure* diataskan didapatkan MTTF sebesar 50,00 jam *Mean Time to Failure* (MTTF) dan merupakan nilai rata-rata waktu kegagalan yang akan datang dari sebuah sistem (komponen).

3.6. Mesin Press 6

Data persentase kerusakan paling besar adalah pada gear box intermediet yaitu sebesar 17%.



Gambar 6. (a) Data Breakdown Kerusakan Mesin Press 6; (b) Deskripsi Statistik Dari Data Time to Failure Mesin Press 6

Selanjutnya data hasil dari distribusi statistik akan digunakan untuk penghitungan MTTF. Berikut perhitungan data menggunakan metode MTTF :

$$MTTF = \theta * \Gamma(1 + \frac{1}{\beta})$$

$$MTTF = 53,02956 * \Gamma(1 + \frac{1}{2,07203})$$

$$MTTF = 53,02956 * \Gamma(1,48)$$

$$MTTF = 53,02956 * 0,88575$$

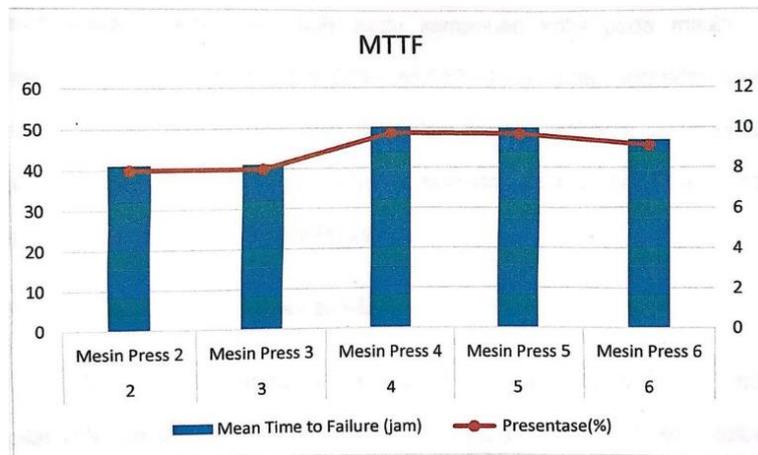
$$MTTF = 46,97 \text{ jam}$$

Dari perhitungan *Main Time to Failure* diataskan didapatkan MTTF sebesar 46,97 jam *Mean Time to Failure* (MTTF) dan merupakan nilai rata-rata waktu kegagalan yang akan datang dari sebuah sistem (komponen).

Mesin Press 1 mempunyai nilai kegagalan tertinggi yaitu sebesar 285,47 jam dengan perhitungan metode MTTF. Dengan nilai kegagalan sebesar itu maka sangat tidak efektif dalam analisa keandalan mesin.

3.7. Keandalan Mesin Screw Press 2 Sampai dengan Mesin Screw Press 6

Dengan metode MTTF, hasil analisa Mesin Screw Press 2 Sampai dengan Mesin Screw Press 6 dapat dilihat pada gambar dibawah ini :



Gambar 7. Grafik Perbandingan Mesin Press

Dari gambar diatas dapat dilihat untuk nilai keandalan Mesin Screw Press 2 sampai dengan Mesin Screw Press 6 mempunyai rata-rata nilai kegagalan yang tidak jauh berbeda dan yang tertinggi adalah waktu kegagalan adalah untuk Mesin Screw Press 4 yaitu sebesar 50,27 jam, dan paling terkecil adalah Mesin Screw Press 3 dengan rata-rata waktu kegagalan sebesar 41,05jam.

3.8. Perbandingan Umur Desain Mesin Press 2 Sampai Dengan Mesin Press 6

Perhitungan umur Desain ini dilakukan berdasarkan estimasi tingkat keandalan dari Mesin Screw Press dengan mengacu pada nilai MTTF (Mean Time to Failure). Perhitungan umur desain dengan menetapkan keandalan 90% dan 95% sehingga didapat perbandingan data untuk Umur Desain pada tabel dibawah ini.

Tabel 1. Data Perhitungan Umur Desain Mesin Screw Press

Probabilitas	Mesin Press 2	Mesin Press 3	Mesin Press 4	Mesin Press 5	Mesin Press 6
90%	17,033 jam	18,731 jam	16,374 jam	15,243 jam	17,903 jam
95%	12,363 jam	13,170 jam	11,012 jam	10,042 jam	12,647 jam

Dari tabel diatas dapat dijelaskan bahwa bilamana dioperasikan selama 17,033 jam, maka komponen kritis pada Mesin Press 2 akan dapat melakukan fungsinya dengan baik dengan peluang sebesar 90% dan 12,363 jam dengan peluang sebesar 95%.

3.9. Perbandingan Nilai P-Value dan AD

Tabel dibawah ini menunjukkan hasil *Goodness of Fit* Mesin Screw Press :

Tabel 2. Data Goodness of Fit test Mesin Screw Press

Mesin	Plot Distribusi Goodness of Fit Test Mesin Screw Press				
	Goodness of Fit Test	Distribusi Normal	Distribusi Ekspensial	Distribusi Weibull	Distribusi Gamma
2	AD	= 0,233	= 4,258	0,317	= 0,661
	P-Value	= 0,780	< 0,003	>0,250	= 0,091
3	AD	= 0,346	= 3,363	0,288	= 0,443
	P-Value	= 0,462	< 0,003	>0,250	>0,250
4	AD	= 0,447	= 2,565	0,147	= 0,199
	P-Value	= 0,264	< 0,003	>0,250	>0,250
5	AD	= 0,403	= 1,750	0,398	= 0,480
	P-Value	= 0,334	= 0,015	>0,250	= 0,247
6	AD	= 0,666	= 3,398	0,46	= 0,440
	P-Value	= 0,073	< 0,003	>0,246	>0,250

Penelitian serupa juga dilakukan oleh Imanuell dan Lutfi dimana hasil penelitian menunjukkan bahwa tingkat keandalan mesin dengan menggunakan Metode *Mean Time To Failure* bisa menjadi acuan dalam mengetahui kinerja mesin dan bagaimana perusahaan melakukan tindakan preventif guna memaksimalkan kinerja mesin. Perbandingan antara penelitian ini dengan penelitian yang dilakukan oleh (Imanuell & Lutfi, 2019) adalah hasil penelitian Imanuell dan Lutfi menunjukkan tingkat kegagalan pada mesin lebih tinggi dibandingkan dengan hasil penelitian ini. Dari kedua hasil penelitian diharapkan adanya preventif *maintenance* pada masing-masing mesin di perusahaan seperti adanya jadwal perawatan yang dilakukan secara *continue* dan teratur serta pengecekan secara menyeluruh sebelum mesin dioperasikan.

4. Kesimpulan

- a. Simpulan yang dapat diambil dari penelitian yang telah dilakukan dapat dilihat dari tabel nilai kegagalan dibawah ini :

Tabel 3. Nilai Kegagalan MTTF

No	Kategori	Mesin	Mean Time to Failure
1	Mesin Press Tertinggi	Mesin Press 4	50,27 Jam
2	Mesin Press Terendah	Mesin Press 5	41,05 Jam
3	Rata-rata dari ke-5 mesin		45,87 Jam

- b. Untuk memaksimalkan operasi sebaiknya Mesin Press 4 dengan waktu rata-rata kegagalan tertinggi sebagai mesin cadangan dalam operasi (*stand by*), ini akan lebih baik untuk menekan waktu rata-rata kegagalan pada Mesin Press 4
- c. Dalam perbaikan kinerja Mesin Press agar maksimal, untuk kedepannya perlu diperhatikan kualitas dan ketersediaan *spare part*. Disamping hal itu kegiatan *preventive maintenance* harus berjalan dengan baik misalnya pengecekan secara menyeluruh sebelum mesin dioperasikan.

Ucapan Terima Kasih: Peneliti mengucapkan terimakasih kepada perusahaan yang sudah memberikan izin untuk mengambil data.

Daftar Pustaka

Assauri, S. (2008). *Manajemen Produksi dan Operasi Edisi Revisi*. Lembaga Penerbit Fakultas Ekonomi Universitas Indonesia.

- Corder, A.S, Kusnul, Hadi, Arief, S. (1988). *Teknik Manajemen Pemeliharaan*. Erlangga.
- Dhillon, B. . (2004). *Reliability, Quality, and Safety for Engineers*. CRC Press.
- Ebeling, C. . (1997). *An Introduction to Reliability and Maintainability Engineering*. The McGraw-Hill Company.
- Hotma, A., Tumanggor, U., Purnomo, J., & Rizki, M. (2020). Reliability Analysis of Rotary Kiln b. *International Journal of Engineering, Technology and Natural Sciences*, 2(2), 70–76.
- Imanuell, R., & Lutfi, M. (2019). Analisa Perawatan Berbasis Keandalan Pada Sistem Bahan Bakar Mesin Utama KMP. Bontoharu. *JST (Jurnal Sains Terapan)*, 5(1). <https://doi.org/10.32487/jst.v5i1.540>
- Kapur, K & Lamberson, L. . (1997). *Reliability in Engineering Design*. John Wiley and Sons Inc.
- Moubray, J. (1991). *Reliability-Centered Maintenance*. Oxford : Butterworth Heinemann Ltd.
- Pawesti, G. . (2005). *Analisis Kerusakan Mesin untuk Menentukan Penjadwalan Perawatan Komponen Kritis Berdasarkan MTTF (Mean Time To Failure) dengan Pendekatan Reliability (Teknik Man)*. AKPRINDO.
- Ras, S. A., & Setiawan, A. (2006). Npx-36000 Untuk Menentukan Jadwal. *INASEA*, 7(1), 16–28.
- Ronald, E. W & Myers, R. H. (1986). *Ilmu Peluang dan Statistika Untuk Insinyur dan Ilmuwan*. ITB-Press.