



ANALISIS PERAWATAN MESIN BUBUT DENGAN METODE *PREVENTIVE MAINTENANCE* GUNA MENGHINDARI KERUSAKAN SECARA MENDADAK DAN UNTUK MENGHITUNG BIAYA PERAWATAN

Mige Rosyidin Akbar¹, Wiwin Widiasih²

^{1,2} Program Studi Teknik Industri, Universitas 17 Agustus 1945 Surabaya, Jl. Semolowaru No.45,
Menur Pumpungan, Kec. Sukolilo, Kota SBY, Jawa Timur

INFORMASI ARTIKEL

Halaman:
32 – 45

Tanggal penyerahan:
22 Juni 2022

Tanggal diterima:
15 September 2022

Tanggal terbit:
30 September 2022

ABSTRACT

UD. Rahmad Teknik is a company engaged in the manufacturing industry that serves the manufacture of agricultural equipment. In the turning division, of the three machines that often experience damage, namely the turning machine with a breakdown time of 3,800 minutes. The purpose of this research is to make a turning machine maintenance schedule and find the right maintenance method in order to get the lowest cost. The method used in this research is using the Preventive Maintenance method. The results of the calculation of the reliability value of each component of the lathe, namely the Dynamo component, has a reliability level for one day of 60.64%, the Chuck component, has a reliability level for one day of 62.7%, Tool Post components, has a reliability level for one day. day by 62.55%, the Feed Shaft Component, has a reliability level for one day of 62.55%, the Carriage Component has a reliability level for one day of 60.64%, the Tail Stock component has a reliability level of 61.79%. Furthermore, determining the maintenance time interval using the Age Replacement method, namely the Dynamo component for 54 days, the Chuck component for 24 days, the Tool Post component for 25 days, the Feed shaft component for 25 days, the Carriage component for 25 days, and the Tail Stock component for 27 days. From the calculation results, it is found that the total cost of maintenance before preventive with reliability is Rp. 21.140.000, and maintenance costs after preventive with reliability can be Rp. 20,633,393.61. And it is known that there is a difference between the calculation results for costs before and after preventive maintenance of Rp.506.606,39. From the results of the difference, it is known that the calculation after preventive maintenance can reduce the cost of spending UD. Rahmad Teknik than before the calculation of preventive maintenance.

Keywords: Turning Machine, Preventive Maintenance, Maintenance Scheduling

EMAIL

¹migeakbar@gmail.com

²wiwin_w@untag-sby.ac.id

ABSTRAK

UD.Rahmad Teknik merupakan perusahaan yang bergerak dalam bidang industri manufaktur yang melayani pembuatan alat pertanian. Pada divisi pembubutan, dari ketiga mesin tersebut yang sering mengalami kerusakan yakni Mesin Bubut dengan waktu kerusakan 3.800 menit. Tujuan dalam penelitian ini yaitu membuat jadwal perawatan Mesin Bubut serta mencari metode pemeliharaan yang tepat agar mendapatkan biaya yang paling rendah. Metode yang digunakan dalam penelitian ini yaitu menggunakan metode *Preventive Maintenance*. Hasil dari perhitungan nilai keandalan tiap komponen mesin bubut yaitu pada komponen Dinamo , memiliki tingkat keandalan selama satu hari sebesar 60,64%, Komponen Chuck, memiliki tingkat keandalan selama satu hari sebesar 62,7% , Komponen Tool Post, memiliki tingkat keandalan selama satu hari sebesar 62,55% , Komponen Feed Shaft, memiliki tingkat keandalan selama satu hari sebesar 62,55%, Komponen Carriage memiliki tingkat keandalan selama satu hari sebesar 60,64%, komponen Tail Stock memiliki tingkat keandalan sebesar 61,79%. Selanjutnya penentuan interval waktu perawatan dengan menggunakan metode *Age Replacement* yaitu komponen Dinamo selama 54 hari, komponen Chuck selama 24 hari, komponen Tool Post selama 25 hari, komponen Feed shaft selama 25 hari,

komponen Carriage selama 25 hari, komponen Tail Stock selama 27 hari. Dari hasil perhitungan, didapatkan hasil bahwa total biaya pemeliharaan sebelum dilakukan preventive dengan reliability adalah Rp. 21.140.000, dan biaya pemeliharaan sesudah dilakukan preventive dengan reliability di dapat sebesar Rp. 20.633.393,61. Dan diketahui bahwa terdapat selisih antara hasil perhitungan untuk biaya sebelum dan sesudah preventive maintenance sebesar Rp.506.606,39. Dari hasil selisih tersebut diketahui bahwa perhitungan sesudah preventive maintenance dapat mengurangi biaya pengeluaran UD.Rahmad Teknik dari pada sebelum dilakukan perhitungan preventive maintenance.

Kata Kunci : Mesin Bubut, Preventive Maintenance, Penjadwalan Pemeliharaan

PENDAHULUAN

UD. Rahmad Teknik merupakan usaha kecil menengah yang bergerak dalam bidang manufaktur pertanian yang memproduksi berbagai peralatan pertanian seperti pencabut bulu ayam, pamarut kelapa, penggiling semen, dan pemeras kelapa. UD. Rahmad Teknik yang berdiri sejak tahun 2000 berada di kawasan Jl.Palem Watu 4 RT.04 RW.02, Menganti, Jawa Timur.

Tabel 1. Data Kapasitas Perhari

No.	Mesin	Kapasitas produksi / Pcs (hari)
1	Pencabut Bulu Ayam	8
2	Pamarut Kelapa	8
3	Penggiling Semen	2
4	Pemeras Kelapa	8

UD. Rahmad Teknik juga memproduksi berdasarkan permintaan pesanan yang didapatkan dari konsumen. UD Rahmad Teknik sangat dipengaruhi beberapa faktor pendukung diantaranya dari bahan baku, tenaga kerja dan mesin.

Kebijakan perawatan perlu diterapkan untuk mendukung kelancaran kegiatan produksi dikarenakan mesin produksi yang terhenti karena rusak akan menyebabkan kegiatan produksi juga berhenti [2]. Di UD. Rahmad Teknik ini, proses *maintenance* masih sangat kurang diperhatikan karena kegiatannya cukup kompleks dan bukan hanya dilakukan sekali waktu saja. Agar UKM dapat melakukan produksi dengan maksimal, maka hal yang perlu dilakukan adalah memelihara mesin. Hasil *maintenance* tidak dapat dirasakan secara langsung, namun hasilnya bisa dirasakan pada masa yang akan datang.

Kurangnya diperhatikannya proses *maintenance* disebabkan oleh banyaknya keperluan dana bukan hanya untuk keperluan *maintenance* mesin bubut. Namun, bagi suatu UD. Rahmad Teknik proses *maintenance* sangat harus diutamakan karena merupakan suatu hal yang utama agar mesin tidak mengalami kerusakan saat beroperasi. Karena akan mengakibatkan kerugian material dan waktu. Keuntungan yang akan diperoleh bila melakukan *maintenance* adalah:

Agar tidak terjadi kerusakan mesin atau komponen yang mendadak, Menghindari biaya kerusakan mesin yang besar, Agar mesin dapat digunakan dalam waktu yang lama.

Tabel 2. Data Frekuensi Kerusakan Selama 6 Bulan Trakhir

No.	Mesin	Jenis Tipe Mesin	Jumlah	Frekuensi kerusakan (menit/6 bulan)
1	Mesin Bubut	Standart	4	3800
2	Mesin Plong	pond plat besi	2	1400
3	Mesin Gerinda	Slindris	3	1960
4	Mesin Las Listrik	Ganda (AC-DC)	3	1544
5	Mesin Geraji	hacking sawing machine size 16 inch	2	692
6	Mesin Bor Frais	milling drilling westlake	4	2220

Hal ini dilakukan untuk mengantisipasi masalah-masalah yang dapat mengakibatkan kerusakan pada komponen/alat dan menjaganya selalu tetap normal selama dalam operasi. UD. Rahmad Teknik memiliki mesin yang berada di tabel tersebut. Peneliti memfokuskan salah satu mesin yaitu mesin bubut. Mesin tersebut sering mengalami kerusakan pada saat beroperasi. Hal tersebut yang sering mengalami mengganggu saat operasi.

Pada UD. Rahmad Teknik tersebut melaksanakan kegiatan produksi setiap hari senin-sabtu dengan jumlah total jam kerja 54 jam selama satu minggu dengan rincian waktu senin-sabtu pukul 07.00 – 16.00 WIB. Dalam proses produksi dibutuhkan alur proses operasi untuk mengetahui bagaimana cara kerja proses produksi berlangsung mulai dari awal hingga akhir. Berikut ini adalah data produksi yang sudah berjalan dalam kurun waktu satu tahun pada UD. Rahmad Teknik.

UD. Rahmad Teknik menerapkan sistem pemeliharaan *corrective maintenance*, yaitu melakukan perbaikan Ketika terdapat kerusakan. Untuk mengatasi masalah tersebut, maka penelitian ini mencoba untuk mengusulkan sistem perawatan mesin dengan menggunakan metode *preventive maintenance* untuk meminimalkan pengeluaran biaya perawatan mesin dan juga agar tidak mengganggu kegiatan produksi.

Melaksanakan sistem penerapan *preventive maintenance* yang komprehensif sepanjang umur alat, mengembangkan *preventive maintenance* 13 manajemen (kurniawan, 2013). Penelitian ini menganalisis penentuan terhadap sistem perawatan dan interval waktu pergantian komponen. *Preventive maintenance* berfungsi mencegah terjadinya kerusakan alat produksi dengan cara memperbaiki kerusakan kecil yang ditemukan saat pemeriksaan.

METODE

Preventive Maintenance

Pemeliharaan (maintenance) berperan penting dalam kegiatan produksi dari suatu perusahaan yang menyangkut kelancaran dan kemacetan produksi, volume produksi, serta agar produk dapat diproduksi dan diterima konsumen tepat pada waktunya (tidak terlambat) dan menjaga agar tidak terdapat sumber daya (mesin dan karyawan) yang menganggur karena kerusakan (breakdown) pada mesin sewaktu proses produksi sehingga dapat meminimalkan biaya kehilangan produksi atau bila mungkin biaya tersebut dapat dihilangkan [1].

Selain itu pemeliharaan yang baik akan meningkatkan kinerja perusahaan, nilai investasi yang dialokasikan untuk peralatan dan mesin dapat diminimasi, dan pemeliharaan yang baik juga dapat meningkatkan kualitas produk yang dihasilkan dan mengurangi waste.

Manajemen pemeliharaan (maintenance management) pengorganisasian perawatan untuk memberikan pandangan umum mengenai perawatan fasilitas produksi [3]. Dalam usaha menjaga agar setiap peralatan dan mesin dapat digunakan secara kontinu untuk berproduksi, maka kegiatan pemeliharaan yang diperlukan adalah sebagai berikut:

- a. Secara kontinu melakukan pengecekan (inspection).
- b. Secara kontinu melakukan pelumasan (lubricating).
- c. Secara kontinu melakukan perbaikan (reparation).
- d. Melakukan penggantian spare-part.

Dalam melakukan kegiatan produksi, sistem pemeliharaan memiliki peran yang penting dimana setiap mesin harus dirawat dengan baik untuk menjaga proses produksi dapat berjalan dengan lancar sesuai harapan semua perusahaan [7] Untuk perusahaan skala menengah dan kecil; perawatan peralatan, fasilitas atau mesin-mesin produksi pada umumnya kurang memperoleh perhatian dari perusahaan. Oleh karena itu, dibutuhkan sistem perawatan yang terorganisasi dengan baik untuk mendukung lancarnya proses produksi pada seluruh mesin yang digunakan [8]. failure), mendeteksi apabila terjadinya kegagalan, menemukan kegagalan yang tersembunyi, meningkatkan keandalan (reliability) dan ketersediaan (availability) komponen tersebut [9]

Keandalan

Keandalan yaitu ukuran dari tingkat keberhasilan prestasi suatu objek dalam suatu kondisi operasi yang dibutuhkan atau dapat dikatakan keandalan adalah kemungkinan suatu bagian mesin atau produk akan berfungsi secara baik dalam waktu yang ditentukan. Penentuan interval waktu perawatan komponen digunakan tabel hubungan keandalan (*reliability*) dengan interval waktu perawatan komponen dimana sistem dikatakan andal pada rentang 60% - 80%, maka dilakukan usulan interval perawatan komponen pada keandalan (*reliability*) 60% karena sistem sudah dikatakan andal meskipun dalam batas minimal [5].

berikut:

1. Untuk memperpanjang kegunaan aset,
2. Untuk menjamin ketersediaan optimum peralatan yang dipasang untuk produksi dan mendapatkan laba investasi maksimum yang mungkin,
3. Untuk menjamin kesiapan operasional dari seluruh peralatan yang diperlukan dalam keadaan darurat setiap waktu.
4. Untuk menjamin keselamatan orang yang menggunakan sarana tersebut.

Fungsi pemeliharaan adalah agar dapat memperpanjang umur ekonomis dari mesin dan peralatan produksi yang ada serta mengusahakan agar mesin dan peralatan produksi tersebut selalu dalam keadaan optimal dan siap pakai untuk pelaksanaan proses produksi. Keuntungan-keuntungan yang akan diperoleh dengan adanya pemeliharaan yang baik terhadap mesin, [6]

adalah sebagai berikut:

1. Mesin dan peralatan produksi yang ada dalam perusahaan yang bersangkutan akan dapat dipergunakan dalam jangka waktu panjang.
2. Pelaksanaan proses produksi dalam perusahaan yang bersangkutan berjalan dengan lancar.
3. Dapat menghindarkan diri atau dapat menekan sekecil mungkin terdapatnya kemungkinan kerusakan-kerusakan berat dari mesin dan peralatan produksi selama proses produksi berjalan,
4. Peralatan produksi yang digunakan dapat berjalan stabil dan baik, maka proses dan pengendalian kualitas proses harus dilaksanakan dengan baik pula.

a. Distribusi Probabilitas

Selama bertahun-tahun banyak distribusi probabilitas variabel acak kontinyu telah dikembangkan. Bagian ini menyajikan beberapa dari mereka yang berguna untuk melakukan studi yang berhubungan dengan analisis pemeliharaan matematis [4].

b. Distribusi Weibull

Distribusi ini dikembangkan oleh W. Weibull dari Royal Institute of Technology, Stockholm, pada awal 1950-an. Distribusi Weibull ini digunakan dalam teknik keandalan, dalam Distribusi Weibull dikenal adanya dua parameter yaitu parameter bentuk (β) dan parameter skala (η).[12]

Fungsi kepadatan distribusi Weibull adalah :

Fungsi padat probabilitas : $f(t) = \alpha\beta^{-\alpha}t^{\alpha-1}e^{-(t/\beta)^\alpha}$, dengan $t \geq 0$(1)

Fungsi distribusi kumulatif : $F(t) = 1 - e^{-(t/\beta)^\alpha}$, dengan $t \geq 0$(2)

Parameter : bentuk (α) dan skala (β)(3)

Rata – rata (Mean) : $(\frac{\beta}{\alpha})\Gamma(\frac{1}{\alpha})$ (4)

Varians : $(\frac{\beta^2}{\alpha}) \{ 2 \Gamma(\frac{2}{\alpha}) - (\frac{1}{\alpha}) [\Gamma(\frac{1}{\alpha})]^2 \}$ (5)

c. Distribusi Normal

Fungsi padat probabilitas : $f(t) = \frac{1}{\sqrt{2\pi\sigma^2}} e^{-(t-\mu)^2/2\sigma^2}$, dengan $t \in \text{bil nyata}$ (6)

Fungsi distribusi kumulatif : diwakili oleh $z = \frac{t-\mu}{\sigma/\sqrt{n}}$, dengan $z \sim N(0,1)$ (7)

Parameter : lokasi $\mu \in (-\infty, \infty)$ dan skala ($\sigma > 0$) (8)

Rata – rata (Mean) : μ (9)

Varians : σ^2 (10)

d. Distribusi Gamma

Distribusi ini mempunyai laju kerusakan yang menurun dan menaik dengan bertambahnya umur komponen. Distribusi gamma mempunyai dua parameter yaitu a dan β . Adapun fungsi-fungsi distribusinya adalah sebagai berikut [10]:

Fungsi padat probabilitas : $f(t) = \frac{\beta^{-\alpha} t^{\alpha-1} e^{-(t/\beta)}}{\Gamma(\alpha)}$, dengan $t \geq 0$ (11)

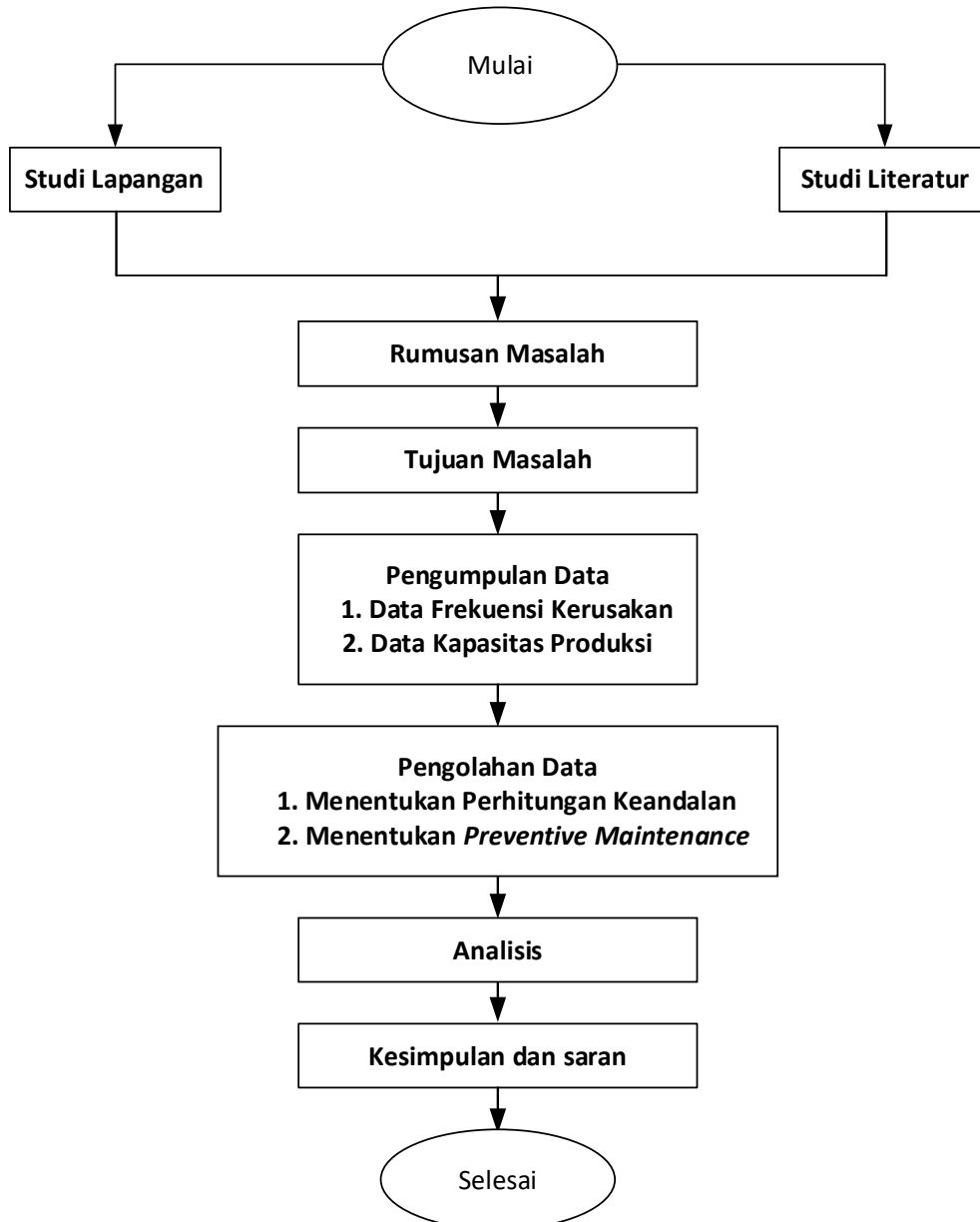
Fungsi distribusi kumulatif : $F(t) = 1 - e^{-(t/\beta)} \sum_{j=0}^{\alpha-1} \frac{(t/\beta)^j}{j!}$, dengan $t \geq 0$ (12)

Parameter : bentuk (α) dan skala (β) (13)

Rata – rata (Mean) : $\alpha\beta$ (14)

Varians : $\alpha\beta^2$ (15)

Identifikasi distribusi bertujuan untuk mengetahui distribusi dari data interval kerusakan mesin atau komponen dan lama waktu perbaikan kerusakan. Mesin atau komponen memiliki distribusi kerusakan yang berbeda-beda. Distribusi yang biasa digunakan untuk menentukan pola data kerusakan adalah *normal*, *lognormal*, *weibull*, dan *exponential* [11].



Gambar 1. Flowchart Penelitian

HASIL DAN PEMBAHASAN

Pengumpulan Data

Pengumpulan data didapatkan dari hasil wawancara kepada anggota *maintenance* dan operator produksi pada penelitian ini pengamatan dilakukan langsung di lapangan untuk mengamati kondisi mesin, spesifikasi mesin dan jumlah komponen yang digunakan serta jenis tindakan perawatan yang dilakukan oleh perusahaan khususnya di mesin Bubut.

1. Data komponen mesin bubut
2. Data waktu antar kerusakan dan waktu lama perbaikan
3. Data *downtime* mesin bubut
4. Data jenis kerusakan mesin bubut

Data komponen mesin bubut

Berikut ini merupakan tabel komponen mesin bubut yang sering mengalami kerusakan pada 6 bulan terakhir.

Tabel 4. komponen mesin Bubut

Nama Komponen
Dinamo
Chuck
Tool post
Fead shaft
Carriage
Tail stock

Berikut adalah tabel 4.. yang merupakan tabel perkomponen mesin bubut

Data waktu antar kerusakan dan lama waktu perbaikan mesin bubut

Dari hasil pengamatan langsung dilapangan didapatkan sata waktu antar kerusakan dan waktu proses perbaikan mesin bubut. Berikut ini adalah tabel hasil TTF dan TTR pada mesin Bubut.

Tabel 5. Data TTF dan TTR komponen Dinamo

Dinamo		
Tangaal Kerusakan	Time To Failure (Hari)	Time TO Repair (Menit)
02 agustus 2021	-	211
05 oktober 2021	64	150
24 desember 2021	80	190
29 Januari 2022	36	209

Berikut adalah tabel 5. yang merupakan tabel data TTF dan TTR komponen Dinamo.

Data downtime mesin bubut

Berikut ini adalah tabel data *downtime* pada mesin bubut yang berisi total *downtime* dan juga hasil presentaseny.

Tabel 6.. Data downtime Mesin Bubut

no	komponen	total downtime (jam)	persentase downtime
1	dinamo	12.66	18.81
2	Chuck	9.18	13.64
3	Tool post	9.98	14.82
4	Fead shaft	12.05	17.90
5	Carriage	11.45	17.01
6	Tail stock	12	17.83
		67.32	100.00

Berikut adalah tabel 6. yang merupakan tabel data downtime Mesin Bubut.

Data jenis kerusakan mesin Bubut

Di bawah ini adalah tabel nama komponen dan juga jenis kerusakan di dalam tiap komponen.

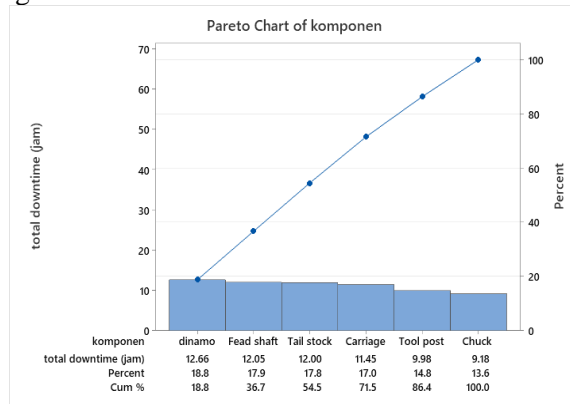
Tabel 7. Data jenis Kerusakan

Nama Komponen	Jenis Kerusakan
Dinamo	dinamo mati
Chuck	oleng / seret
Tool post	Rusak
Fead shaft	Macet
Carriage	Rusak / Patah
Tail stock	kering / kotor

Berikut adalah tabel 7. yang merupakan tabel data jenis kerusakan.

Penentuan Komponen Kritis

Pada penentuan komponen kritis pada mesin Bubut, penulis melakukan kegiatan analisis dengan menggunakan diagram pareto dari data *downtime* pada tiap komponen. Dapat dilihat pada diagram pareto komponen kritis pada gambar dibawah ini:



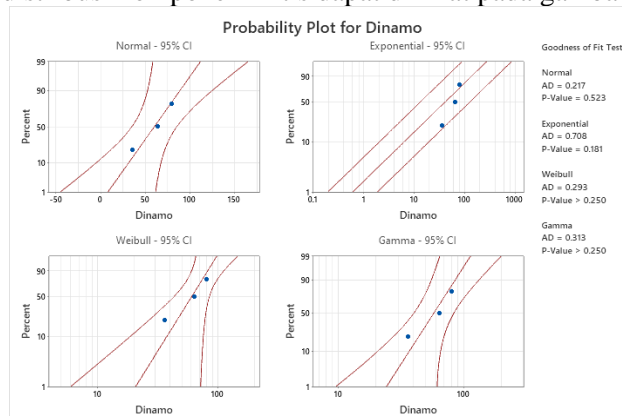
Gambar 2. Diagram pareto komponen kritis

Berdasarkan hasil dari diagram pareto diatas bahwa komponen take up berada ditingkat paling atas karena tingginya jumlah downtimanya. Sementara yang menempati tingkat paling bawah adalah komponen Chuck hal ini karena sedikitnya jumlah downtime yang dimiliki.

Analisis Pemilihan Distribusi

Pemilihan distribusi ini dilakukan melalui software minitab20 dengan prinsip *Goodness of fit* kemudian menggunakan uji kenormalan data dengan menggunakan uji anderson Darling. Uji tersebut melakukan perbandingan antara data hasil penelitian dengan distribusi teoritis yang telah diasumsikan bila perbedaannya cukup besar maka model teoritis yang telah diasumsikan ditolak. Pemilihan distribusi ini terdiri dari distribusi Weibull, distribusi Eksponensial, distribusi Normal, atau distribusi Lognormal.

Hasil pengujian distribusi komponen kritis dapat di lihat pada gambar di bawah ini



Gambar 3. Hasil pengujian komponen Dinamo

Perhitungan MTTF dan MTTR

Setelah mendapatkan hasil distribusi yang sesuai dilanjutkan dengan melakukan perhitungan MTTF dan MTTR berdasarkan pada parameter distribusi yang dipilih. Perhitungan MTTF sendiri adalah waktu terjadinya kerusakan. Perbedaan distribusi membedakan cara menghitung MTTF, karena parameter yang digunakan tidak sama. Berikut ini adalah contoh Perhitungan MTTF untuk komponen Chuck.

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

$$MTTF = 32.07396 \Gamma \left(1 + \frac{1}{2.63148} \right)$$

$$MTTF = 32.07396 \Gamma (1+0.3800142885)$$

$$MTTF = 32.07396 \Gamma (1.3800142885)$$

$$MTTF = 32.07396 \times 0.8854$$

$$MTTF = 28.3982 \text{ hari} \approx 29 \text{ hari}$$

Jadi didapatkan interval perawatan komponen Chuck adalah sebesar 28.39 hari. Lalu hasil tersebut dibulatkan menjadi 29 hari, perhitungan sama juga dilakukan komponen lain sesuai dengan distribusi masing-masing. Berikut perhitungan pada tabel MTTF.

Tabel 8. Data Hasil per hari MTTF

No.	Nama Komponen	Distribusi	MTTF (hari)
1	Dinamo	Normal	60
2	Chuck	Weibull	29
3	Tool post	Normal	28
4	Fead shaft	Normal	28
5	Carriage	Normal	29
6	Tail stock	Normal	29

Berikut adalah tabel 8. yang merupakan tabel data hasil perhitungan MTTR yang diperoleh dari hasil waktu pembuatan perkomponen.

Kemudian untuk perhitungan MTTR didapat berdasarkan data downtime yang sebelumnya telah dilakukan uji kecocokan distribusi. MTTR ini merupakan rata-rata waktu perbaikan kerusakan komponen. Berikut contoh perhitungan MTTR untuk komponen Fead shaft yang memiliki distribusi Weibull.

$$MTTR = \theta \Gamma \left(1 + \frac{1}{\beta}\right)$$

$$MTTR = 127.27535 \Gamma \left(1 + \frac{1}{10.93601}\right)$$

$$MTTR = 127.27535 \Gamma (1+0.0914410283)$$

$$MTTR = 127.27535 \Gamma (1.0914410283)$$

$$MTTR = 127.27535 \times 0.9554$$

$$MTTR = 121.59886939 \text{ menit} \approx 122 \text{ menit}$$

Jadi diperoleh waktu rata-rata perbaikan komponen Fead shaft adalah 121.59886939 menit yang kemudian dibulatkan menjadi 122 menit. Perhitungan yang sama dilakukan kepada setiap komponen dengan distribusi masing-masing lalu dari menit dirubah ke jam. Berikut hasil perhitungan pada tabel MTTR.

Tabel 9. Data Hasil Perhitungan MTTR

No.	Nama Komponen	Distribusi	MTTR (Jam)
1	Dinamo	Normal	3.17
2	Chuck	Normal	1.53
3	Tool post	Normal	1.67
4	Fead shaft	Weibull	2.03
5	Carriage	Weibull	1.92
6	Tail stock	Weibull	2.03

Berikut adalah tabel 9. yang merupakan tabel data hasil perhitungan MTTR yang diperoleh dari hasil waktu pembuatan perkomponen.

Perhitungan Preventive Maintenance Berdasarkan reliability

Setelah mendapatkan nilai MTTF dan MTTR, maka hal selanjutnya adalah membuat penjadwalan pemeliharaan. Penjadwalan yang dibuat adalah penjadwalan penggantian komponen yang optimal menggunakan metode *Age replacement*, metode ini bertujuan untuk meminimasi downtime yang terjadi. Banyak sekali biaya yang terjadi ketika mesin mengalami downtime, sehingga proses produksi terhenti hal tersebut menyebabkan biaya kehilangan produksi per jam. Diharapkan dengan

metode *Age Replacement* ini dapat menjadi solusi penurunan downtime yang terjadi serta menjadi solusi penurunan biaya pemeliharaan bagi perusahaan.

Hal pertama yang dilakukan adalah mencari nilai downtime yang terkecil pada saat t_p . Diketahui pada Tabel 4.14 dan Tabel 4.15 nilai MTTF dan MTTR pada komponen Chuck sebesar 24 hari dan 1,53 jam. Berdasarkan Tabel 4.10 Komponen Chuck berdistribusi Weibull dengan parameter $\beta = 2.63148$ dan $\alpha = 32.07396$. Berikut adalah contoh perhitungan *Age Replacement* pada komponen Chuck.

Tabel 10. Perhitungan Age Replacement Komponen Chuck

No.	R(t_p) Keandalan	F(t_p) Tabel Distribusi	M(t_p) Nilai rata-rata interval	D(t_p) Age Replacement
1	0.999891	0.000109	266610.4	0.048626
2	0.999326	0.000674	43037.34	0.047133
3	0.998043	0.001957	14816.44	0.045734
4	0.995832	0.004168	6957.469	0.044423
5	0.992514	0.007486	3873.99	0.043197
6	0.987933	0.012067	2403.242	0.042054
7	0.981951	0.018049	1606.734	0.040991
8	0.974449	0.025551	1135.007	0.040005
9	0.965328	0.034672	836.4178	0.039094
10	0.954506	0.045494	637.4481	0.038258
11	0.941921	0.058079	499.3182	0.037495
12	0.927531	0.072469	400.1686	0.036803
13	0.911314	0.088686	326.9969	0.03618
14	0.893272	0.106728	271.7178	0.035626
15	0.873425	0.126575	229.1125	0.03514
16	0.851816	0.148184	195.703	0.03472
17	0.828511	0.171489	169.1073	0.034366
18	0.803595	0.196405	147.6541	0.034076
19	0.777173	0.222827	130.1459	0.033849
20	0.74937	0.25063	115.7086	0.033684
21	0.720328	0.279672	103.6929	0.033581
22	0.690204	0.309796	93.60987	0.033539
23	0.659168	0.340832	85.08582	0.033556
24	0.627402	0.372598	77.83179	0.033632
25	0.595095	0.404905	71.62177	0.033766
26	0.562443	0.437557	66.27715	0.033956
27	0.529644	0.470356	61.65544	0.0342
28	0.496894	0.503106	57.64196	0.034499
29	0.464388	0.535612	54.14363	0.034848
30	0.432311	0.567689	51.08434	0.035247
31	0.400844	0.599156	48.40142	0.035693
32	0.370152	0.629848	46.04289	0.036182
33	0.34039	0.65961	43.96534	0.036712
34	0.311693	0.688307	42.13235	0.037279
35	0.284182	0.715818	40.51311	0.037879
36	0.25796	0.74204	39.08145	0.038507

No.	R(tp) Keandalan	F(tp) Tabel Distribusi	M(tp) Nilai rata-rata interval	D(tp) Age Replacement
37	0.233109	0.766891	37.81501	0.039157
38	0.209692	0.790308	36.69454	0.039825
39	0.187753	0.812247	35.70343	0.040505

Dengan hasil dilakukan nilai perhitungan keandalan dengan hasil perhitungan tabel diatas.

$$R(24) = \exp \left[- \left(\frac{t}{a} \right)^\beta \right] = \exp \left[- \left(\frac{24}{32.07396} \right)^{2.63148} \right] = 2,718^{(-0,4662167565)} = 0,62740161$$

$$F(24) = 1 - R(tp) = 1 - 0,62740161 = 0,37259839$$

$$M(24) = \left(\frac{MTTF}{F(tp)} \right) = \left(\frac{29}{0,37259839} \right) = 77,8317909533$$

$$D(t_p) = \frac{T_p \times R(tp) + (T_f \times [1 - R(tp)])}{((tp + T_p) \times R(tp)) + ((M(tp) + T_f) \times [1 - R(tp)])}$$

$$D(24) = \frac{(1,53 \times 0,62740161) + (1,53 \times 0,37259839)}{((24 + 1,53) \times 0,62740161) + ((77,83179 + 1,53) \times 0,37259839)} = 0.033632$$

Nilai downtime paling rendah terjadi pada saat $t_p = 24$, oleh karena itu Age Replacement komponen Chuck adalah 24. Berikut adalah rekap hasil perhitungan Age Replacement masing-masing komponen. Dapat dilihat pada Tabel 4.16 merupakan tabel waktu penggantian pencegahan komponen.

Berikut adalah hasil rekap perhitungan keandalan pada setiap komponen. Hasil yang diambil adalah keandalan yang paling mendekati 60% sesuai standar (SII) untuk pemeliharaan komponen.

Tabel 11. Interval Pemeliharaan

No.	Nama Komponen	Hari Ke	% Keandalan
1	Dinamo	54	0.6064
2	Chuck	24	0.6274
3	Tool post	25	0.6255
4	Feed shaft	25	0.6255
5	Carriage	25	0.6255
6	Tail stock	27	0.6179

Berikut adalah tabel 11. yang merupakan tabel interval pemeliharaan yaitu yang menjelaskan mengenai rata – rata pemeliharaan.

Usulan biaya pemeliharaan mesin Bubut

Sesudah mendapatkan waktu penggantian pencegahan untuk masing-masing komponen, maka dilakukan perhitungan biaya pemeliharaan yang diakibatkan dari penjadwalan penggantian pencegahan komponen tersebut. Berikut adalah perincian perhitungan biaya pemeliharaannya.

Untuk mencari biaya kehilangan produksi dilakukan dengan perkalian antara biaya kehilangan produksi per jam dengan waktu perbaikan komponen. Dalam satu jam menghasilkan 1 unit alat pertanian, harga jual alat pertanian adalah Rp.230.000. maka dapat diketahui bahwa biaya kehilangan produksi sebesar (1 unit x Rp.230.000), maka hasilnya Rp.230.000. kemudian nilai tersebut dikalikan dengan waktu perbaikan, maka didapatkan hasil biaya kehilangan produksi.

Sedangkan untuk mencari biaya operator menganggur yaitu dengan cara mengalikan biaya tenaga kerja per jam dengan waktu perbaikan. Dalam kasus ini, biaya tenaga kerja yang digunakan adalah Rp.2.600.000/192 jam = Rp.13.541,67. Jumlah jam kerja didapatkan didapatkan dari (8 jam kerja x 6 hari x 4 minggu).

Dibawah ini merupakan tabel biaya preventive maintenance tiap komponen mesin Bubut

Tabel 12. Biaya Preventive Maintenance Komponen

Komponen	Biaya (Rp)
Dinamo	30.000
Chuck	35.000

Komponen	Biaya (Rp)
Tool post	30.000
Fead shaft	30.000
Carriage	35.000
Tail stock	30.000

Berikut adalah tabel 12. yang merupakan tabel total biaya *Preventive Maintenance* semua komponen.

Untuk mencari biaya pemeliharaan menggunakan rumus sebagai berikut :

$$Cp = [(A+B) \times C] + D + E \dots \dots \dots (16)$$

Keterangan :

- Cp = Biaya satu siklus preventif
- A = Biaya operator mengganggu/jam
- B = Biaya kehilangan produksi/jam
- C = Waktu penggantian komponen
- D = Harga komponen / unit (Rp)
- E = Biaya preventive maintenance

Dari analisa biaya pemeliharaan dan waktu preventive maintenance maka dapat ditentukan total biaya preventive maintenance yang dapat dicari dengan persamaan sebagai berikut :

$$Tc = \frac{Cp \times R(T)}{T} \dots \dots \dots (17)$$

Dimana :

- Tc/siklus = Total cost (jam)
- Cp = Biaya preventive replacement
- R(tp) = Nilai keandalan
- T = Waktu penggantian pencegahan

Contoh untuk komponen Dinamo memiliki harga komponen sebesar Rp.600.000 dan biaya preventive maintenance untuk komponen Dinamo sebesar Rp.30.000 seperti pada Tabel 12. sedangkan waktu perbaikan komponen Dinamo adalah 0,80 jam. Waktu kerusakan yang digunakan adalah hasil MTTR yang terdapat pada Tabel 9. Maka nilai Cp dan Tc didapatkan dari :

$$\begin{aligned}
 Cp &= ((\text{Biaya Kehilangan Produksi} + \text{Biaya Operator Mengganggu}) \times \text{Waktu Perbaikan}) + \text{Biaya Penggantian Komponen} + \text{Biaya Preventive Maintenance Komponen} \\
 &= ((\text{Rp.230.000} + \text{Rp. 13.541,67}) \times 3.17 \text{ jam}) + (\text{Rp.600.000}) + (\text{Rp.30.000}) \\
 &= \text{Rp.772.027,09 jam} + \text{Rp.630.000} \\
 &= \text{Rp. 1.402.027,0939 Jam Rp} \\
 Tc \text{ per siklus} &= ((Cp \times R(T)) / T \\
 &= (\text{Rp. 1.402.027,0939 jam Rp} \times 0,6064) / 54 \text{ hari} \\
 &= \text{Rp.850.049,024667 jam Rp} / 54 \text{ hari} \\
 &= \text{Rp.15.741,648604944 jam /hari} \\
 Tc \text{ per 6 bulan} &= (4392 \text{ jam} / tp) \times Tc \text{ per siklus} \\
 &= (4392 \text{ jam} / 54 \text{ hari}) \times \text{Rp. 15.744,244995203} \\
 &= \text{Rp. 1.279.790.46 Jam/hari}
 \end{aligned}$$

Nilai R (T) pada saat terjadi penggantian komponen adalah 1. Sedangkan T adalah waktu dimana komponen mengalami penggantian.

Pada Tabel 13. merupakan hasil rekap nilai biaya preventive maintenance berbasis reliability.

Tabel 13. Rekap Nilai Biaya Preventive Berbasis Reliability

Komponen	Cp	R(T)	T	Tc per siklus	Tc per 6 bulan
Dinamo	Rp 1.401.215	0,6064	54	Rp 15.735,1286	Rp 1.279.790,46
Chuck	Rp 908.431	0,6274	24	Rp 23.747,9497	Rp 4.345.874,798

Komponen	Cp	R(T)	T	Tc per siklus	Tc per 6 bulan
Tool post	Rp 885.903	0,6255	25	Rp 22.165,2875	Rp 3.893.997,708
Fead shaft	Rp 925.201	0,6255	25	Rp 23.148,5388	Rp 4.066.735,288
Carriage	Rp 801.788	0,6064	25	Rp 19.448,1744	Rp 3.416.655,286
Tail stock	Rp 975.201	0,6179	27	Rp 22.317,6644	Rp 3.630.340,072
		Total			Rp 20.633.393,61

Dari hasil usulan penjadwalan Preventive Maintenance, maka dapat dilihat bahwa untuk melakukan pemeliharaan dengan berbasis reliability, maka biaya pemeliharaannya sebesar Rp. 20.633.393,61 Per 6 bulan.

UCAPAN TERIMA KASIH

Disampaikan kepada pihak-pihak yang telah membantu terutama UD.Rahmad Teknik sebagai objek penelitian.

KESIMPULAN

1. Dari hasil penelitian didapatkan hasil perhitungan tingkat keandalan suatu komponen yaitu pada komponen Dinamo memiliki tingkat keandalan di dapat sebesar 60,64%, yang terjadi di hari ke 54, pada komponen Chuck memiliki tingkat keandalan di dapat sebesar 62,74%, yang terjadi di hari ke 24, pada komponen Tool Post memiliki tingkat keandalan di dapat sebesar 62,55%, yang terjadi di hari ke 25, pada komponen Fead Shaft, memiliki tingkat keandalan di dapat sebesar 62,55%, yang terjadi di hari 25, pada komponen Carriage memiliki tingkat keandalan di dapat sebesar 60,64%, yang terjadi di hari ke 25, pada komponen Tail Stock, memiliki tingkat keandalan didapat sebesar 61,79%, yang terjadi di hari 27.
2. Dari hasil perhitungan, didapatkan hasil bahwa total biaya pemeliharaan sebelum dilakukan preventive dengan reliability adalah Rp. 21.140.000, dan biaya pemeliharaan sesudah dilakukan preventive dengan reliability di dapat sebesar Rp. 20.633.393,61 per 6 bulan. Dan diketahui bahwa terdapat selisih antara hasil perhitungan untuk biaya sebelum dan sesudah preventive maintenance sebesar Rp.506.606,39. Dari hasil selisih tersebut diketahui bahwa perhitungan sesudah preventive maintenance dapat mengurangi biaya pengeluaran UD.Rahmad Teknik dari pada sebelum dilakukan perhitungan preventive maintenance.

DAFTAR PUSTAKA

- [1] Patrick, Facilitating health behaviour change and its maintenance, 2001.
- [2] W. Widiasih dan N. Aziza, "PERHITUNGAN BIAYA PENGGANTIAN KOMPONEN DENGAN MEMPERTIMBANGKAN PENJADWALAN PERAWATAN PADA MESIN BUCKET RAW MATERIAL," *Tekmapro: Journal of Industrial Engineering and Management*, vol. 14, no. 2, pp. 68-76, 2019.
- [3] A. Corder, "Teknik Manajemen Pemeliharaan," Jakarta, 1988.
- [4] S. Assauri, "Manajemen Pemasaran," Jakarta, 2008.
- [5] A. Ayhari, Manajemen Produksi Perencanaan Sistem Produksi, Yogyakarta: BPFE, 2002.
- [6] I. Soesetyo dan L. B. Yenny, "Penjadwalan Predictive Maintenance dan Biaya Perawatan Mesin Pellet di PT. Charoen Pokphand Indonesia-Sepanjang," *Jurnal Tirta*, vol. 2, no. PP, p. Surabaya, 2014.

- [7] A. M. dan A. As'ad, R., "Reliability centered maintenance actions prioritization using fuzzy inference systems," *Journal of Quality in Maintenance Engineering*, vol. 22, no. 4, pp. 433-452, 2016.
- [8] F. Atmaji, "Optimasi Jadwal Perawatan Pencegahan pada Mesin Tenun Unit Satu Di PT. KSM," *Jurnal Rekayasa Sistem & Industri*, vol. 2, no. 2, pp. 7-11, 2015.
- [9] D. Smith, "Reliability Maintainability and Risk 8e," *Reliability Maintainability and Risk 8e*, vol. 4, no. 2, pp. 10-16, 2011.
- [10] F. kurniawan, Teknik dan aplikasi Manajemen perawatan indutry, yogyakarta: Graha ilmu, 2013.
- [11] P. Simanungkalit, R. Yasra dan B. W. Widodo, "Perencanaan Sistem Perawatan Alat Angkat Kapasitas 5 Ton Dengan Metode Preventive Maintenance (Studi Kasus PT. Trikarya Alam)," *PROFISIENSI*, vol. 4, no. 1, pp. 47-57, 2016.
- [12] M. Ating Sudradjat, Pedoman Praktis Manajemen Perawatan Mesin Industri, 2011.