

Analisis Sistem Penjadwalan Perawatan Mesin Penggiling Kedelai pada UMKM Tahu Wijaya

Anggia Arista^{1*}, Syah Fery Zaki S², Zefri Azharman³

¹Program Studi Teknik Industri, Fakultas Teknik dan Komputer, Universitas Putera Batam, Batam, Indonesia

²PT Patria Maritim Perkasa, Batam, Indonesia

³Program Studi Teknik Industri, Fakultas Teknik, Universitas Universal, Batam, Indonesia

E-mail: anggiaarista4@gmail.com*

Abstract

Tahu Wijaya, a micro, small, and medium enterprise (MSME), relies on soybean grinding machines as the main equipment in its production process. However, the high frequency of machine failures results in recurring downtime, thereby disrupting production continuity. This study aims to determine an optimal maintenance schedule for the soybean grinding machines to minimize downtime and improve production efficiency. The method used in this study is Reliability Centered Maintenance (RCM), beginning with the collection of primary data through observation, interviews, and questionnaires, along with secondary data from machine downtime records. Risk analysis of machine failures was conducted using the Failure Mode and Effect Analysis (FMEA) method to obtain the Risk Priority Number (RPN) for each machine component. The results showed that the grinding stone was the component with the highest RPN of 256, followed by the motor with 168 and the adjustment bolt with 150. Additionally, the calculations of Mean Time to Failure (MTTF) and Mean Time to Repair (MTTR) yielded values of 22.55 hours and 1.5 hours, respectively. Based on these analyses, the ideal preventive maintenance interval was established before the machine reached 244 operating hours. This study concludes that the application of the RCM method is effective in producing a data-driven machine maintenance schedule that reduces potential downtime, thereby supporting smooth and continuous production at Tahu Wijaya MSME.

Keywords: Reliability Centered Maintenance, Downtime, Soybean Grinding Machine

Abstrak

UMKM Tahu Wijaya merupakan salah satu usaha yang bergantung pada mesin penggiling kedelai sebagai peralatan utama dalam proses produksinya. Namun, tingginya frekuensi kerusakan mesin mengakibatkan terjadinya downtime yang berulang sehingga mengganggu kelancaran produksi. Penelitian ini bertujuan untuk menentukan penjadwalan perawatan mesin penggiling kedelai yang optimal guna meminimalkan downtime dan meningkatkan efisiensi produksi. Metode yang digunakan dalam penelitian ini adalah Reliability Centered Maintenance (RCM), yang diawali dengan pengumpulan data primer melalui observasi, wawancara, dan kuesioner, serta data sekunder berupa catatan downtime mesin. Analisis risiko kerusakan dilakukan menggunakan metode Failure Mode and Effect Analysis (FMEA) untuk mendapatkan nilai Risk Priority Number (RPN) pada setiap komponen mesin. Hasil penelitian menunjukkan bahwa batu gerinda adalah komponen dengan RPN tertinggi sebesar 256, diikuti oleh motor dengan RPN 168 dan baut pengatur sebesar 150. Selain itu, perhitungan Mean Time to Failure (MTTF) dan Mean Time to Repair (MTTR) menghasilkan nilai masing-masing sebesar 22,55 jam dan 1,5 jam. Berdasarkan hasil analisis tersebut, interval perawatan preventif yang ideal ditetapkan sebelum mesin mencapai 244 jam waktu operasi. Penelitian ini menyimpulkan bahwa penerapan metode RCM efektif dalam menghasilkan jadwal perawatan mesin yang berbasis data dan mampu mengurangi potensi downtime, sehingga mendukung kelancaran dan kesinambungan proses produksi pada UMKM Tahu Wijaya.

Kata kunci: Reliability Centered Maintenance, Downtime, Mesin Penggiling Kedelai

1. Pendahuluan

Dalam industri manufaktur, mesin merupakan elemen vital yang digunakan untuk menunjang proses produksi. Keandalan mesin menjadi faktor penting dalam menjaga kontinuitas produksi dan efisiensi operasional [1]. Oleh karena itu, kegiatan perawatan (*maintenance*) berperan signifikan untuk memperpanjang umur pakai peralatan, mencegah kerusakan mendadak, serta meminimalkan risiko downtime. Perawatan sendiri merupakan sebuah proses berkelanjutan yang harus dirancang dengan mempertimbangkan dinamika sosial, ekonomi, dan kemajuan teknologi.

Penjadwalan merupakan strategi penting dalam pengelolaan waktu dan sumber daya yang bertujuan untuk meningkatkan efisiensi kerja dan produktivitas organisasi. Penjadwalan yang efektif melibatkan koordinasi yang baik antar bagian dalam perusahaan sehingga kegiatan operasional dapat berjalan lebih optimal [2]. Selain itu, penjadwalan yang tepat tidak hanya meningkatkan kinerja sistem secara keseluruhan, tetapi juga mampu beradaptasi pada kondisi terbatas, seperti pada situasi pandemi, guna memastikan kelancaran proses kerja [3]. Penjadwalan adalah kegiatan perencanaan yang menentukan kapan dan di mana setiap operasi harus dilakukan sebagai bagian dari upaya keseluruhan dengan sumber daya yang terbatas.

Penjadwalan dapat didefinisikan sebagai pengalokasian sumber daya untuk mengerjakan sekumpulan tugas dalam jangka waktu tertentu dengan dua arti penting sebagai berikut [4]: Penjadwalan merupakan suatu fungsi pengambilan keputusan untuk membuat atau menentukan jadwal. Penjadwalan merupakan suatu teori yang berisi sekumpulan prinsip dasar, model, teknik, dan kesimpulan logis dalam proses pengambilan.

Rencana penjadwalan mesin adalah pengambilan keputusan mengenai koordinasi kegiatan dan sumber daya agar dapat menyelesaikan serangkaian kegiatan tepat waktu dan dengan kualitas yang lebih baik dan diinginkan keputusan yang diambil selama perencanaan meliputi [5] : urutan kegiatan, waktu mulai dan berakhirnya kegiatan dan urutan pengoperasian kegiatan.

Dalam merencanakan perawatan suatu mesin mempunyai beberapa tujuan untuk memperoleh nilai yang lebih baik atas hasil perawatan yang diharapkan. Beberapa tujuan penjadwalan perawatan mesin [5] yaitu: Meningkatkan waktu pemrosesan secara keseluruhan dengan meningkatkan konsumsi sumber daya atau menurunkan latensi, mengurangi jumlah persediaan setengah jadi atau aktivitas yang menunggu dalam antrian dan mengurangi

penundaan dan meminimalkan biaya untuk tugas dengan waktu penyelesaian terbatas.

Dukungan perencanaan kapasitas dan pengambilan keputusan mengenai jenis kapasitas yang dibutuhkan.

Perawatan merupakan kegiatan penunjang utama yang bertujuan untuk menjamin kelangsungan peranan (fungsi) sistem produksi (peralatan, mesin) dan menjamin dapat digunakan pada saat diperlukan dan sesuai situasi yang diinginkan. Perawatan adalah aktivitas pemeliharaan, perbaikan pengantian, pembersihan, penyetelan dan pemeriksaan terhadap objek yang dirawat [6].

Konsep ini bermula dari keinginan manusia akan kenyamanan dan keamanan terhadap benda-benda yang kita miliki agar dapat memenuhi kebutuhan kita, berfungsi dengan baik, dan awet selama kita membutuhkannya. Hal ini dapat dicapai antara lain dengan merencanakan dan menjadwalkan tindakan pemeliharaan dengan mempertimbangkan fungsi pendukung dan mematuhi kriteria minimalisasi biaya. Peran perawatan hanya menjadi nyata ketika suatu sistem mengalami masalah atau tidak dapat dioperasikan.

Reliability Centered Maintenance (RCM) merupakan suatu proses atau metode yang digunakan untuk menentukan kebutuhan maintenance suatu aset agar tetap bisa melakukan tugasnya. RCM mempunyai peranan penting dalam melakukan maintenance. Penekanan terbesar pada RCM adalah menyadari bahwa konskuensi atau resiko dari kegagalan adalah jauh lebih penting daripada karakteristik teknik itu sendiri [7].

Berdasarkan prinsipnya RCM memelihara fungsional sistem memelihara agar fungsi sistem tersebut sesuai dengan harapan dengan fokus kepada fungsi sistem daripada suatu komponen tunggal, mendefinisikan kegagalan sebagai kondisi yang tidak memuaskan atau tidak memenuhi harapan, sebagai ukurannya adalah berjalannya fungsi sesuai standar performance yang ditetapkan serta memberikan hasil yang nyata dan jelas. Tugas yang dikerjakan harus dapat menurunkan jumlah kegagalan paling tidak menurunkan tingkat kerusakan akibat kegagalan.

Penelitian terdahulu menunjukkan bahwa penggunaan metode perawatan berbasis keandalan seperti *Reliability Centered Maintenance* (RCM) maupun Age Replacement terbukti efektif dalam merancang penjadwalan perawatan dan meningkatkan performa komponen mesin. Penelitian yang menggunakan metode preventive maintenance untuk menganalisis perhitungan keandalan komponen mesin bubuk. Mereka berhasil mengidentifikasi interval penggantian ideal untuk berbagai komponen kritis seperti dinamo dan chuck berdasarkan nilai keandalannya

[8]. Selanjutnya, penelitian yang menerapkan metode RCM pada mesin screw press dan berhasil menentukan interval perawatan untuk lima komponen kritis menggunakan pendekatan reliability function, sehingga meminimalisir downtime yang disebabkan oleh kegagalan komponen vital [9]. Studi lainnya yang juga menerapkan RCM dan FMEA untuk penjadwalan perawatan mesin grading, sehingga mampu mereduksi kegagalan pada komponen seperti ventosa dan palet esser serta merekomendasikan interval perawatan berbasis nilai MTTF dan tingkat keandalan tertentu [10]. Penerapan RCM efektif dalam menentukan tindakan perawatan yang prioritatis, seperti penanganan komponen Kamran yang memiliki nilai RPN tertinggi [11].

Meskipun berbagai penelitian tersebut menunjukkan efektivitas RCM pada konteks industri besar, penerapan metode ini pada sektor Usaha Mikro Kecil dan Menengah (UMKM), khususnya dalam proses produksi berbasis mesin konvensional, masih jarang dilakukan. UMKM Tahu Wijaya, yang berlokasi di Kavling Kebun Sayur, Kecamatan Sagulung, Batam, adalah salah satu usaha pengolahan kedelai yang memproduksi hingga 600 kg tahu per hari, memproses sekitar 18 ton kedelai per bulan. Proses produksi masih sangat bergantung pada dua unit mesin penggiling kedelai yang sering mengalami kerusakan. Berdasarkan catatan selama tiga bulan terakhir, mesin penggiling mengalami kerusakan sebanyak empat kali, dengan waktu perbaikan mencapai 2 jam hingga 1 hari. Perawatan selama ini dilakukan secara breakdown maintenance tanpa adanya sistem penjadwalan yang terstruktur, sehingga menyebabkan downtime yang menghambat proses produksi dan berdampak pada efektivitas serta efisiensi usaha.

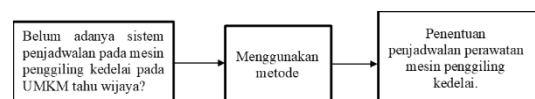
Kebaharuan dalam penelitian ini adalah sekalipun RCM telah banyak diterapkan pada industri manufaktur berskala besar, penerapan metode ini dalam konteks UMKM yang memiliki keterbatasan sumber daya dan menggunakan mesin konvensional merupakan pembaruan yang signifikan. Penelitian ini bertujuan untuk menganalisis sistem penjadwalan perawatan mesin penggiling kedelai di UMKM Tahu Wijaya menggunakan metode RCM untuk merancang jadwal perawatan preventif berbasis keandalan komponen mesin. Sehingga, dapat meningkatkan produktivitas dan menurunkan tingkat downtime mesin secara efektif.

2. Metodologi

Penelitian ini dilaksanakan pada salah satu Usaha Mikro, Kecil, dan Menengah (UMKM) yang bergerak dalam bidang produksi tahu, yaitu UMKM Tahu Wijaya, yang berlokasi di Kavling

Kebun Sayur, Kecamatan Sagulung, Batam. Subjek penelitian berupa dua unit mesin penggiling kedelai yang digunakan dalam proses produksi harian. Populasi dalam penelitian ini adalah kedua mesin penggiling tersebut, sehingga seluruh populasi dijadikan sebagai sampel dengan teknik sampling jenuh. Penelitian ini menggunakan variable kualitatif dan kuantitatif yaitu mesin penggiling kedelai dan penjadwalan perawatan mesin.

Pengumpulan data dilakukan melalui dua sumber, yaitu data primer dan data sekunder. Data primer diperoleh melalui wawancara dengan pemilik dan karyawan UMKM Tahu Wijaya, observasi langsung di lokasi penelitian, serta penyebaran kuesioner terkait kondisi penggunaan dan perawatan mesin. Sementara itu, data sekunder diperoleh dari catatan downtime mesin penggiling kedelai selama periode tertentu. Analisis data dalam penelitian ini menggunakan metode Reliability Centered Maintenance (RCM) yang dilakukan melalui beberapa tahapan. Tahap pertama adalah perhitungan data downtime mesin untuk mengetahui frekuensi dan durasi kerusakan. Tahap berikutnya adalah analisis menggunakan metode *Failure Mode and Effect Analysis* (FMEA) untuk menentukan nilai *Severity*, *Occurrence*, *Detection*, dan *Risk Priority Number* (RPN) dari masing-masing kerusakan. Selanjutnya, dilakukan perhitungan nilai *Time to Failure* (TTF) dan *Time to Repair* (TTR) berdasarkan data kerusakan dan perbaikan. Hasil analisis ini digunakan untuk menentukan interval perawatan mesin yang optimal guna mengurangi downtime. Pada tahap akhir, disusun usulan perbaikan berupa jadwal perawatan preventif berbasis keandalan mesin sesuai hasil perhitungan.



Gambar 1. Kerangka Konseptual

3. Hasil dan Pembahasan

3.1. Hasil

Pada penelitian ini data yang dikumpulkan berdasarkan hasil wawancara peneliti dengan pemilik UMKM Tahu Wijaya tentang data repair maintenance untuk mesin penggiling kedelai. Data repair maintenance untuk mesin bubut dapat dilihat pada Tabel 1. Permasalahan yang terjadi pada mesin penggiling kedelai adalah komponen-komponen pada mesin penggiling kedelai adalah sebagai berikut: hopper (tempat memasukkan kedelai), batu gerinda (atau silinder pengupas), motor, puli, sabuk (belt), dan rangka. Selain itu, ada juga komponen seperti rumah poros, baut pengatur, dan feeder yang ada di UMKM Tahu Wijaya berjumlah 2 mesin namun hanya satu

mesin penggiling yang sering mengalami kerusakan. Mesin penggiling kedelai yang dijadikan penelitian adalah satu mesin penggiling kedelai. Data downtime yang digunakan yaitu data 2 bulan yang dimulai dari bulan Maret 2025 sampai dengan April 2025. Proses produksi berlangsung dari hari Senin-Sabtu, dengan jam kerja 08.00-17.00 dengan 1 jam istirahat.

Tabel 1.
Data Repair Maintenance Mesin Penggiling Kedelai

No	Maintenance Repair
1	Hopper tidak dapat menampung kedelai sesuai takarannya
2	Batu gerinda tidak menggiling kedelai dengan halus
3	Motor yang tiba-tiba berhenti bergerak.
4	Puli tidak bertenaga
5	Sabuk (belt) sering putus
6	Rangka yang tidak kokoh
7	Rumah Poros yang gagal meneruskan putaran
8	Baut pengatur yang tidak berfungsi
9	Feeder tidak berfungsi

Sumber: Pengolahan data

Tabel 2.
Data Downtime Bulan Maret 2025 Mesin penggiling Kedelai 01

No	Tanggal	Mulai Repair	Selesai Repair	Total Downtime (Jam)	Jenis Kerusakan
1	02- Mar-25	12.30	13.30	1	Batu gerinda tidak menggiling kedelai dengan halus
2	04- Mar-25	11.00	12.00	1	Motor yang tiba-tiba berhenti bergerak.
3	06- Mar-25	11.15	12.15	1	Puli tidak bertenaga
4	08- Mar-25	10.30	11.00	0.5	Rumah Poros yang gagal meneruskan putaran
5	09- Mar-25	10.10	10.50	0.67	Baut pengatur yang tidak berfungsi
6	11- Mar-25	14.50	15.30	0.67	Puli tidak bertenaga
7	13- Mar-25	14.00	14.30	0.5	Rangka yang tidak kokoh
8	15- Mar-25	13.15	13.30	0.25	Sabuk (belt) sering putus
9	18- Mar-25	11.45	12.40	0.92	Batu gerinda tidak menggiling kedelai dengan halus
10	19- Mar-25	09.30	09.00	0.5	Rumah Poros yang gagal meneruskan putaran
11	21- Mar-25	13.30	14.30	1	Batu gerinda tidak menggiling kedelai dengan halus
12	23- Mar-25	10.00	11.00	1	Motor yang tiba-tiba berhenti bergerak
13	26- Mar-25	11.00	11.50	0.83	Rangka yang tidak kokoh
14	27- Mar-25	13.50	14.30	0.67	Motor yang tiba-tiba berhenti bergerak.
15	29- Mar-25	13.15	14.15	1	Baut pengatur yang tidak berfungsi
16	30- Mar-25	14.15	15.45	1.5	Batu gerinda tidak menggiling kedelai dengan halus
Total Downtime				13.01	

Sumber: Pengolahan data

Berdasarkan Tabel 2 jenis kerusakan tertinggi yang terjadi pada mesin penggiling kedelai adalah Batu gerinda tidak menggiling kedelai dengan halus, Motor yang tiba-tiba berhenti bergerak, Puli

tidak bertenaga dan Baut pengatur yang tidak berfungsi. Data perbaikan mesin penggiling kedelai yang telah dilakukan pengambilan data akan di simpulkan dengan menghitung mesin, dari

tanggal 2 April 2025 yaitu waktu selesai – waktu mulai = 13:30 – 12:30 = 1 jam.

Tabel 3.
Data Downtime Bulan April 2025 Mesin penggiling Kedelai 01

No	Tanggal	Mulai Repair	Selesai Repair	Total Downtime (Jam)	Jenis Kerusakan
1	02-Apr-25	09.30	10.30	1	Baut pengatur yang tidak berfungsi
2	03- Apr-25	10.00	11.00	1	Batu gerinda tidak menggiling kedelai dengan halus
3	05- Apr-25	12.20	13.10	0.83	Puli tidak bertenaga
4	07- Apr-25	09.00	11.00	2	Motor yang tiba-tiba berhenti bergerak.
5	10- Apr-25	13.30	14.30	1	Batu gerinda tidak menggiling kedelai dengan halus
6	11- Apr-25	13.00	13.30	0.5	Puli tidak bertenaga
7	12- Apr-25	15.00	15.40	0.67	Sabuk (belt) sering putus
8	14- Apr-25	10.25	11.20	0.92	Batu gerinda tidak menggiling kedelai dengan halus
9	17- Apr-25	11.00	11.50	0.83	Rumah Poros yang gagal meneruskan putaran
10	19- Apr-25	11.50	12.30	0.67	Hopper tidak dapat menampung kedelai sesuai takarannya
11	20- Apr-25	12.00	13.00	1	Batu gerinda tidak menggiling kedelai dengan halus
12	23- Apr-25	14.15	14.10	0.92	Motor yang tiba-tiba berhenti bergerak
13	25- Apr-25	15.10	15.40	0.5	Rangka yang tidak kokoh
14	27- Apr-25	10.30	11.25	0.92	Baut pengatur yang tidak berfungsi
15	28- Apr-25	11.00	11.35	0.58	Motor yang tiba-tiba berhenti bergerak.
16	30- Apr-25	09.30	10.20	0.83	Batu gerinda tidak menggiling kedelai dengan halus
Total Downtime				14.17	

Sumber: Pengolahan data

Berdasarkan Tabel 3 jenis kerusakan tertinggi yang terjadi pada mesin penggiling kedelai adalah Batu gerinda tidak menggiling kedelai dengan halus, Motor yang tiba-tiba berhenti bergerak, Puli tidak bertenaga dan Baut pengatur yang tidak berfungsi. Data perbaikan mesin penggiling kedelai yang telah dilakukan pengambilan data akan di simpulkan dengan menghitung mesin, dari tanggal 2 April 2025 yaitu waktu selesai – waktu mulai = 09:30 – 10:30 = 1 jam.

Berdasarkan tabel 2 dan Tabel 3 adalah data ringkasan grafis total waktu henti berdasarkan laporan maintenance. Bulan April merupakan periode dengan ringkasan waktu tertinggi yaitu 14,17 jam dan terendah adalah bulan Maret dengan total downtime 13,01 jam berdasarkan ringkasan downtime pada Maret– April 2025 total rekap downtime perbaikan maintenance yang sering

dikerjakan adalah adalah Batu gerinda tidak menggiling kedelai dengan halus sebanyak 9 kali, Motor yang tiba-tiba berhenti bergerak sebanyak 6 kali, Puli tidak bertenaga sebanyak 4 kali, Baut pengatur yang tidak berfungsi sebanyak 4 kali.

a. Penentuan nilai kerusakan mengenai FMEA

Penggunaan nilai klasifikasi untuk menentukan nilai kerusakan pada mesin bubut berdasarkan metode FMEA yaitu *saverity*, *occurance* dan *detection* yang *digunakan* untuk menghitung RPN dapat dilihat pada tabel berikut.

Tabel 4.
Failure Mode and Effect Analysis

Failure Mode and Effect Analysis

Model Mesin: LM01

Serial Number: Mesin Pertama

Maintenance Downtime Record (Maret-April)

Description	Saverity	Rank	Occurance	Rank	Detection	Rank	Skala	
							RPN	Prioritas
Hopper tidak dapat menampung kedelai sesuai takarannya	Moderat	4	Sedikit kecil	4	Tinggi	2	32	5
Batu gerinda tidak menggiling kedelai dengan halus	Tinggi	8	Kemungkinan besar	8	Tinggi	4	256	1
Motor yang tiba-tiba berhenti bergerak.	Tinggi	7	Kemungkinan sedang	6	Tinggi	4	168	2
Puli tidak bertenaga	Moderat	5	Sedikit kecil	4	Sedang	6	120	4
Sabuk (belt) sering putus	Rendah	3	Kemungkinan kecil	2	Sangat tinggi	2	12	7
Rangka yang tidak kokoh	Kecil/Minor	3	Peluang kecil	1	Tinggi	3	9	8
Rumah Poros yang gagal meneruskan putaran	Kecil/Minor	3	Kemungkinan kecil	2	Tinggi	5	30	6
Baut pengatur yang tidak berfungsi	Moderat	6	Kemungkinan sedang	5	Tinggi	5	150	3
Feeder tidak berfungsi	Kecil/Minor	3	Peluang kecil	2	Tinggi	2	12	7

Sumber: Pengolahan data

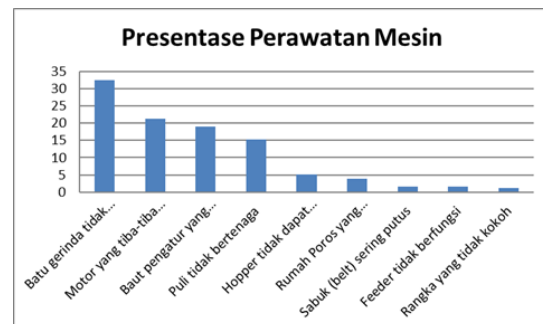
Berdasarkan Tabel 4 Batu gerinda tidak menggiling kedelai dengan halus adalah merupakan kerusakan yang terjadi pada mesin penggiling kedelai dengan skala prioritas tertinggi dengan RPN 256. Motor yang tiba-tiba berhenti bergerak adalah masalah yang memiliki nilai RPN 168. Baut pengatur yang tidak berfungsi bisa menjadi masalah yang sering muncul jika tidak ada perawatan mesin atau masalah kecil dapat menjadi waste dengan nilai RPN 150.

Tabel 5.
Presentase Perawatan Mesin

Description	RPN	Persentase
Batu gerinda tidak menggiling kedelai dengan halus	256	32.45 %
Motor yang tiba-tiba berhenti bergerak.	168	21.28%
Baut pengatur yang tidak berfungsi	150	19.01%
Puli tidak bertenaga	120	15.21%
Hopper tidak dapat menampung kedelai sesuai takarannya	32	5.06%
Rumah Poros yang gagal meneruskan putaran	30	3.80%

Sabuk (belt) sering putus	12	1.52%
Feeder tidak berfungsi	12	1,52%
Rangka yang tidak kokoh	9	1.14%

Sumber: Pengolahan data



Gambar 2. Presentase Perawatan Mesin

Pada Tabel 5 dan Gambar 2 menunjukkan bahwa komponen dengan tingkat risiko kerusakan tertinggi adalah batu gerinda dengan RPN 256 (32,45%), diikuti oleh motor (21,28%) dan baut pengatur (19,01%). Ketiga komponen ini menjadi prioritas utama dalam perawatan karena paling sering menyebabkan gangguan operasional. Komponen lainnya, seperti puli, hopper, dan

sabuk, memiliki persentase risiko lebih rendah, sehingga perawatannya dapat dijadwalkan secara berkala namun tidak seintens komponen utama. Oleh karena itu, fokus perawatan preventif perlu diarahkan terutama pada batu gerinda, motor, dan

baut pengatur untuk mengurangi downtime dan meningkatkan efisiensi mesin penggiling kedelai di UMKM Tahu Wijaya.

Tabel 6.
Hasil Perhitungan TTF dan TTR Mesin 01

No	Date	Early Hours of Damage	Final Hours of Damage	TTR (Hours)	End of work hours-final of breakdown	Early hours of damage-early hours of work	Difference days of damage with the next damage (Hours)	TTF (Hours)
1	02- Mar-25	12.30	13.30	1	-	-	-	-
2	18- Mar-25	11.45	12.40	0.92	3.5	3.75	112	119.25
3	21- Mar-25	13.30	14.30	1	4	4.5	24	32.5
4	30- Mar-25	14.15	15.45	1.5	1.5	5.25	56	62.75
5	03- Apr-25	10.00	11.00	1	0.25	2	32	34.25
6	10- Apr-25	13.30	14.30	1	5	4.5	48	57.5
7	14- Apr-25	10.25	11.20	0.92	1.5	2.42	24	27.92
8	20- Apr-25	12.00	13.00	1	4.67	4	40	48.67
9	30- Apr-25	09.30	10.20	0.83	4	1.5	72	77.5

Sumber: Pengolahan data

Waktu perbaikan kerusakan adalah waktu mulai terjadinya kerusakan, saat diperbaiki, dan saat kerusakan terjadi kembali.

Perhitungan Waktu Kerusakan (TTF) Mesin bubut 01

Hitung waktu kegagalan perbaikan mesin bubut pertama pada bulan Maret sampai April 2025:

- Pada tanggal 2 Maret 2025, kerusakan berakhir pada 13:30, jadi perbedaan waktu antara 13:30 dan 17:00 adalah 3 jam. Jika kegagalan terakhir terjadi sebelum pukul 12:00, waktu istirahat akan dikurangi satu jam.
- Pada tanggal 18 Maret 2025 kerusakan pertama terjadi pada pukul 11:45, sehingga selisih waktu antara pukul 11:45 dan 08:00 adalah 3,75 jam. Jika kerusakan terjadi setelah jam 12 siang, maka istirahat akan dikurangi selama 1 jam.
- Mulai tanggal 2 Maret 2025 sampai dengan 18 Maret 2025 dihitung 14 hari kerja (tidak termasuk hari libur), atau 14 hari x 8 jam kerja/hari = 112 jam.

Jadi hasil TTF adalah $3,5 + 3,75 + 112 = 119,25$ jam.

Perhitungan Parameter Time to Failure (TTF)

Perhitungan penyesuaian kuadrat terkecil kemudian dilakukan perhitungan parameternya.

Perhitungan parameter TTF dengan distribusi dapat dilakukan dengan perhitungan dibawah ini: Distribusi *Weibull* dapat dilakukan dengan menggunakan perhitungan manual dan *indeks offit* dapat dihitung dengan mengetahui kecocokan kurva kuadrat dari mesin penggiling kedelai. Hitungan manual dapat dilihat seperti dibawah ini.

$$xi = \ln(Ti) \quad (1)$$

$$xi = \ln(119,25) = 4,78$$

$$F(Ti) = \frac{1-0,3}{n+0,4} \quad (2)$$

$$F(Ti) = \frac{1-0,3}{8+0,4} = 0,08 \quad (3)$$

$$yi = \ln \left[-\ln \left[\frac{1}{1-F(Ti)} \right] \right] \quad (3)$$

$$yi = \ln \left[-\ln \frac{1}{1-0,08} \right] = -2,45$$

$$r = \frac{n \sum xi yi - \sum xi \sum yi}{(n \sum x^2 - (\sum xi)^2)(n \sum y^2 - (\sum yi)^2)} \quad (4)$$

$$r = \frac{8(-54,24) - (31,54)(-3,12)}{\sqrt{(8(126,02) - 31,54^2)(8(13,54) - (-3,12)^2)}}$$

$$r = -9,23$$

Tabel 7.
Hasil Perhitung TTF mesin kedelai

I	Ti	Xi=ln Ti	F(ti)	yi	Xi*yi	Xi^2	Yi^2
1	119.25	4.78	0.08	-2.45	-53.01	22.85	6
2	32.5	3.48	0.2	-1.5	-5.22	12.11	2.25
3	62.75	4.14	0.32	-0.95	-3.93	17.14	0.9
4	34.25	3.53	0.44	-0.55	-1.94	12.46	0.3
5	57.5	4.05	0.56	-0.2	-0.81	16.4	0.04
6	27.92	3.33	0.68	0.13	0.43	11.09	0.02
7	48.67	3.88	0.79	0.44	1.71	15.05	0.19
8	77.5	4.35	0.92	1.96	8.53	18.92	3.84
Total	460.34	31.54		-3.12	-54.24	126.02	13.54
<i>Index of fit</i>						-9.23	

Sumber: Pengolahan data

Perhitungan pada Mesin penggiling kedelai

Perhitungan a, b, parameter bentuk (α), dan parameter skala (β)

$$b = \frac{n \sum xiyi - \sum xi \sum yi}{(n \sum x^2 - \sum(xi)^2)} \tag{4}$$

$$b = \frac{(8)(-54,24) - (31,54)(-3,12)}{(8)(126,02) - 31,54^2} = -25,05$$

$$a = \bar{y} - b\bar{x} \tag{5}$$

$$a = 0,39 - (-25,05)(3,94) = 99,08$$

$$\beta = e^{-(a/b)} \tag{6}$$

$$\beta = e^{-(99,08)/-25,05} = 51,93$$

Perhitungan Parameter Time to Failure (TTR)

Perhitungan penyesuaian kuadrat terkecil kemudian dilakukan perhitungan parameternya. Perhitungan parameter TTR dengan distribusi dapat dilakukan dengan perhitungan dibawah ini: Distribusi *Weibull* dapat dilakukan dengan menggunakan perhitungan manual dan *indeks offfit* dapat dihitung dengan mengetahui kecocokan kurva kuadrat dari mesin penggiling kedelai. Hitungan manual dapat dilihat seperti dibawah ini.

$$r = \frac{n \sum xiyi - \sum xi \sum yi}{(n \sum x^2 - \sum(xi)^2) (n \sum yi^2 - (\sum yi)^2)}$$

$$r = \frac{9(0,0032) - (0,42)(-4,625)}{\sqrt{(9(0,21) - 0,42^2)(9(12,02) - (-4,625)^2)}} = 0,16$$

Tabel 8.
Hasil Perhitungan TTR Mesin Kedelai

I	Ti	Xi=ln ti	F(ti)	yi	Xi*yi	Xi^2	Yi^2
1	1	0	0.07	-2.52	0	0	6.35
2	0.92	-0.08	0.18	-1.6	0.128	0.0064	2.56
3	1	0	0.29	-1.08	0	0	1.17
4	1.5	0.4	0.39	-0.71	-0.284	0.16	0.5
5	1	0	0.5	-0.37	0	0	0.14
6	1	0	0.6	-0.08	0	0	0.0064
7	0.92	-0.08	0.71	0.215	-0.0172	0.0064	0.046
8	1	0	0.82	0.54	0	0	0.29
9	0.83	0.18	0.93	0.98	0.1764	0.0324	0.96
Total	9.17	0.42		-4.625	0.0032	0.21	12.02
<i>Index of fit</i>						0.16	

Sumber: Pengolahan data

Perhitungan pada Mesin penggiling kedelai
Perhitungan a, b, parameter bentuk (α), dan parameter skala (β).

$$b = \frac{n \sum xiyi - \sum xi \sum yi}{(n \sum x^2 - \sum xi)^2} = \frac{(9)(0,0032) - (0,42)(-4,625)}{(9)(0,21) - 0,42^2} = -1,15$$

$$a = \bar{y} - b\bar{x} = 0,51 - (-1,15)(0,047) = 0,56$$

$$\beta = e^{-(a/b)} = e^{-(-0,2)/-0,26} = 1,63$$

Perhitungan Mean Time to Failure (MTTF) dan Mean to Repair (MTTR)

Dari hasil perhitungan parameter TTF dan TTR maka dilanjutkan dengan menghitung Mean Time to Failure (MTTF) dan Mean to Repair (MTTR) pada mesin penggiling kedelai menggunakan distribusi weibull dibawah ini.

Perhitungan Mean Time to Failure (MTTF):

$$MTTF = \beta \Gamma \left(1 + \frac{1}{a} \right) \quad (7)$$

$$MTTF = 51,93 (0,43) \left(1 + \frac{1}{99,08} \right)$$

$$MTTF = 22,55 \text{ Jam}$$

Perhitungan Mean to Repair (MTTR):

$$MTTR = \beta \Gamma \left(1 + \frac{1}{a} \right) \quad (8)$$

$$MTTR = 1,63 (0,33) \left(1 + \frac{1}{0,56} \right)$$

$$MTTR = 1,5 \text{ Jam}$$

Penentuan Interval Perawatan Mesin

Waktu kerja rata-rata/bulan:

Hari kerja rata-rata tiap bulan = 26

Jumlah kerja satu hari = 8 Jam

Jam kerja satu bulan = 26 x 8 = 208 jam

Kegagalan Total:

Kegagalan Total selama 2 bulan = 19

Waktu Perbaikan rata-rata:

$$\frac{1}{\mu} = \frac{1,5}{208} = 138 \text{ Jam}$$

Rata-rata pengecekan 2 bulan = 9,23

$$\frac{1}{i} = \frac{\text{Rata-rata pengecekan 2 bulan}}{\text{Jam kerja rata-rata}} = \frac{9,23}{208} = 22,53 \text{ Jam}$$

Kegagalan:

$$k = \frac{\text{Total kegagalan selama 2 bulan}}{2} = \frac{9}{2} = 4,5$$

Jumlah pengecekan ideal:

$$n = \sqrt{\frac{kxi}{\mu}} = \sqrt{\frac{4,5 \times 22,53}{138}} = 0,85$$

Waktu yang diperlukan untuk perawatan mesin:

$$+i = \frac{\text{Jam kerja rata-rata/bulan}}{n} = \frac{208}{0,85} = 244 \text{ jam}$$

Berdasarkan hasil perhitungan perawatan mesin penggiling kedelai sebelum terjadinya kerusakan sudah di lakukan perawatan ketika pemakaian mesin tersebut sudah mencapai 244 jam.

3.2. Pembahasan

Hasil penelitian ini menunjukkan bahwa mesin penggiling kedelai pada UMKM Tahu Wijaya mengalami berbagai kerusakan selama periode Maret hingga April 2025. Kerusakan paling dominan terjadi pada batu gerinda sebanyak 9 kali, diikuti oleh motor (6 kali) serta puli dan baut pengatur (masing-masing 4 kali). Total downtime pada bulan April sebesar 14,17 jam mencerminkan peningkatan intensitas kerusakan dibandingkan bulan Maret yang mencapai 13,01 jam. Data ini mencerminkan bahwa proses produksi berisiko terganggu apabila tidak dilakukan penjadwalan perawatan yang tepat pada mesin penggiling kedelai. Temuan ini sejalan dengan hasil penelitian, yang menegaskan bahwa tingginya frekuensi kerusakan mesin produksi dapat diminimalkan melalui penjadwalan perawatan yang sistematis berbasis perhitungan risiko menggunakan FMEA.

Analisis menggunakan metode FMEA menunjukkan bahwa batu gerinda memiliki nilai RPN tertinggi sebesar 256, diikuti motor (168) dan baut pengatur (150). Hal ini mengindikasikan bahwa ketiga komponen tersebut harus menjadi prioritas utama dalam merancang jadwal perawatan preventif. Batu gerinda, sebagai komponen dengan RPN tertinggi dan persentase kerusakan terbesar (32,45%), memerlukan perhatian khusus dalam sistem penjadwalan perawatan. Hal ini diperkuat oleh temuan Paprocka et al. (2020), yang menunjukkan bahwa komponen dengan nilai RPN tertinggi merupakan titik fokus utama dalam penentuan strategi pemeliharaan berbasis keandalan untuk mengurangi risiko kegagalan yang signifikan dalam sistem produksi.

Melalui perhitungan Mean Time to Failure (MTTF) sebesar 22,55 jam dan Mean Time to Repair (MTTR) sebesar 1,5 jam menggunakan distribusi Weibull, diperoleh dasar perhitungan untuk menentukan interval perawatan mesin.

Berdasarkan nilai-nilai ini, interval perawatan ideal ditetapkan sebelum mesin mencapai total 244 jam waktu operasi untuk mencegah kerusakan yang lebih sering atau fatal. Dengan demikian, pendekatan *Reliability Centered Maintenance* (RCM) berhasil digunakan untuk mengidentifikasi komponen kritis, menghitung frekuensi dan durasi kerusakan, serta merancang jadwal perawatan preventif secara kuantitatif, penelitian yang dilakukan oleh Armanda et, al dengan judul Perencanaan Perawatan Mesin dengan Metode Reliability Centered Maintenance (RCM) pada PT. XYZ dimana metode RCM digunakan untuk mengevaluasi komponen mesin standing pouch, dimana dengan hasil menunjukkan bahwa komponen bearing, camp dan griper, hasil menunjukkan bahwa komponen bearing terjadi pada waktu 700.08 jam sehingga perlu dilakukan waktu perbaikan setiap 4,23 jam setelah komponen tersebut beroperasi. Komponen camp terjadi kerusakan pada waktu 1359,84 jam dan interval perbaikan pada setiap 5,37 jam, komponen griper kerusakan terjadi tiap 1174,32 jam dan diperlukan interval perbaikan setiap 4,67jam.

4. Simpulan

Analisis menggunakan metode FMEA menunjukkan bahwa batu gerinda memiliki nilai RPN tertinggi sebesar 256, diikuti motor 168 dan baut pengatur 150. Hal ini mengindikasikan bahwa ketiga komponen tersebut harus menjadi prioritas utama dalam merancang jadwal perawatan preventif. Batu gerinda, sebagai komponen dengan RPN tertinggi dan persentase kerusakan terbesar 32,45%, memerlukan perhatian khusus dalam sistem penjadwalan perawatan. Perawatan mesin penggiling kedelai dapat dilakukan sebelum terjadi kerusakan adalah ketika pemakaian mesin tersebut sudah mencapai 244 jam, walaupun mesin tersebut masih dalam kategori baik, namun untuk mencegah kerusakan yang fatal seperti batu gerinda tidak menggiling kedelai dengan halus yang dapat mengakibatkan proses produksi terganggu.

Daftar Pustaka

- [1] R. Soesilo, A. D. Valentin, and A. Ramadhani, *Proses Manufaktur Modern: Memahami Proses dan Metode Produksi*. MEGA PRESS NUSANTARA, 2024.
- [2] L. Suryani, "Strategies For Optimizing Efficiency And Productivity In Scheduling Company Activities," *Int. J. Econ. Educ. Entrep.*, vol. 4, no. 1, pp. 140–147, Apr. 2024, doi: 10.53067/ije3.v4i1.243.
- [3] F. Corral, E. Forcael, and R. Linfati, "Workforce scheduling efficiency assessment in construction projects through a multi-objective optimization model in the COVID-19 context," *Heliyon*, vol. 9, no. 6, p. e16745, Jun. 2023, doi: 10.1016/j.heliyon.2023.e16745.
- [4] M. Gustiawan and N. Affandi, "Perencanaan Ulang Penjadwalan Perawatan Mesin Extr Uder Menggunakan Metode Reliability Centered Maintenance Di Pt Staedter Indonesia," *J. Ilm. Tek. dan Manaj. Ind.*, vol. 1, no. 2, pp. 255–270, Dec. 2021, doi: 10.46306/tgc.v1i2.20.
- [5] T. Anggara, P. Pratikto, and A. A. Sonief, "Penjadwalan Perawatan dengan Metode Campbell Dudel Smith (CDS) untuk Meningkatkan Produksi Mesin Recycle Waste Tembakau," *J. Rekayasa Mesin*, vol. 11, no. 1, pp. 105–115, May 2020, doi: 10.21776/ub.jrm.2020.011.01.12.
- [6] C. T. N. Siregar, P. Kindangen, and I. D. Palandeng, "Evaluasi Pemeliharaan Mesin dan Peralatan Produksi PT. Multi Nabati Sulawesi (MNS) Kota Bitung," *J. EMBA J. Ris. Ekon. Manajemen, Bisnis dan Akunt.*, vol. 10, no. 3, p. 428, Jul. 2022, doi: 10.35794/embra.v10i3.42362.
- [7] A. Setiawan and Y. M. K. Aritonang, "Penerapan Metode Reliability Centered Maintenance (RCM) untuk Menentukan Strategi Perawatan Fasilitas Produksi Kain," *J. Telemat.*, vol. 8, no. 1, p. 8, Jun. 2013, doi: 10.61769/telematika.v8i1.64.
- [8] M. R. Akbar, Suparto, and W. Widiasih, "Analisis Perawatan Mesin Bubut dengan Metode Preventive Maintenance Guna Menghindari Kerusakan Secara Mendadak dan Untuk Menghitung Biaya Perawatan.," *J. SENOPATI*, vol. 4, no. 1, pp. 32–45, 2022.
- [9] F. Pohan, I. Saputra, and R. Tua, "Scheduling Preventive Maintenance to Determine Maintenance Actions on Screw Press Machine," *J. Ris. Ilmu Tek.*, vol. 1, no. 1, pp. 1–12, May 2023, doi: 10.59976/jurit.v1i1.4.
- [10] S. Umam and W. Widiasih, "Penjadwalan Perawatan Mesin Grading Plant II di PT Keramik Diamond Industries Gresik dengan Metode RCM," *J. Tekst. J. Keilmuan dan Apl. Bid. Tekst. dan Manaj. Ind.*, vol. 7, no. 1, pp. 47–58, Jun. 2024, doi: 10.59432/jute.v7i1.91.
- [11] A. A. Bukhori, A. Herlambang, and T.

- Rezaldy, “Analisa Penjadwalan Perawatan Mesin Produksi Dengan Metode Reliability Centered Maitenance (RCM) Pada PT. Rubber Hock Lie,” *SAFARI J. Pengabd. Masy. Indones.*, vol. 2, no. 4, pp. 119–131, Oct. 2022, doi: 10.56910/safari.v2i4.454.
- [12] I. Paprocka, W. M. Kempa, and G. Ćwikła, “Predictive Maintenance Scheduling with Failure Rate Described by Truncated Normal Distribution,” *Sensors*, vol. 20, no. 23, p. 6787, Nov. 2020, doi: 10.3390/s20236787.