

**ANALISIS PENJADWALAN *PREVENTIVE MAINTENANCE* MESIN KNEADER PADA
PROSES PRODUKSI RUBBER FENDER
(Studi Kasus : PT. SEKAR WANGI GROUP, Sidoarjo)**

Muhammad Riki*¹⁾, Hery Murnawan*²⁾
**^{1,2)} Jurusan Teknik Industri, Prodi Fakultas Teknik Industri,
Universitas 17 Agustus 1945 Surabaya, Jl Semolowaru 45, Surabaya**
***e-mail:* 1411900051@surel.untag-sby.ac.id , murnawan_hery@yahoo.com**

ABSTRAK

PT.Sekar Wangi Group adalah perusahaan manufaktur yang mengkhususkan diri dalam produksi produk karet. PT Sekar Wangi Group berkantor pusat di Jl. Ketapang - Suko No.34, Dusun Suko, Kabupaten Sidoarjo, Jawa Timur. Produk yang diproduksi oleh PT. Sekar Wangi Group adalah rubber fenders, elastic impact pads dan rubber rollers. Seluruh aktivitas di perusahaan menggunakan peralatan mesin yang berjalan nonstop selama jam kerja, yang dapat mengurangi efisiensi mesin, sehingga terkadang menimbulkan masalah pada mesin. Akibatnya, upaya dapat dilakukan untuk menghindari kerusakan atau kerusakan mesin dengan menjadwalkan perawatan mesin, dan perawatan rutin dapat dilakukan pada mesin dengan mengadopsi pendekatan perawatan preventif. Tujuan penggunaan metode ini adalah untuk memperpanjang umur mesin dan menghindari downtime, dengan melakukan perawatan mesin secara rutin dan berkala akan membantu meningkatkan produksi dan mencegah kerusakan mesin. Hasil yang didapatkan adalah biaya perawatan mesin dengan menggunakan *preventive maintenance* menghasilkan total biaya perawatan yang lebih kecil yaitu sebesar Rp.7.100.000,- pertahun di bandingkan dengan biaya perawatan *breakdown* sebelumnya yang mencapai Rp.12.070.741,- total pengeluaran biaya lebih kecil jika menerapkan *preventive maintenance* sehingga metode ini tepat digunakan oleh perusahaan.

Kata kunci: *Preventive Maintenance*, Penjadwalan *Breakdown*, *Downtime*

ABSTRACT

PT. Sekar Wangi Group is a manufacturing company specializing in the production of rubber products. PT Sekar Wangi Group is headquartered on Jl. Ketapang - Suko No.34, Suko Hamlet, Sidoarjo Regency, East Java. Products manufactured by PT. Sekar Wangi Group is rubber fenders, elastic impact pads and rubber rollers. All activities in the company use machine tools that run non-stop during working hours, which can reduce the efficiency of the machine, thus sometimes causing problems with the machine. As a result, efforts can be made to avoid breakdowns or breakdowns of the machine by scheduling machine maintenance, and regular maintenance can be performed on the machine by adopting a preventive maintenance approach. The purpose of using this method is to extend engine life and avoid downtime, by carrying out regular and periodic machine maintenance will help increase production and prevent machine damage. The result obtained is that the cost of machine maintenance using preventive maintenance results in a smaller total maintenance cost of Rp.7.100.000,- per year compared to the previous breakdown maintenance costs which reached Rp.12.070.741, - the total cost expenditure is smaller if implementing preventive maintenance so that this method is appropriately used by the company.

Keywords: *Preventive Maintenance*, *Breakdown Scheduling*, *Downtime*

1. PENDAHULUAN

Latar Belakang

Kemajuan zaman dan teknologi saat ini telah menimbulkan persaingan bisnis yang kuat antar perusahaan, sehingga banyak diantara perusahaan tersebut saling bersaing untuk meningkatkan tingkat produktivitas guna mencapai target pasar dan meningkatkan keuntungan perusahaan. Contoh dampak permintaan pasar yang berlipat ganda adalah bahwa memaksimalkan kapasitas mesin produksi dalam jangka waktu tertentu dapat menyebabkan penurunan efisiensi mesin produksi, yang semuanya dapat menurunkan tingkat efisiensi produksi. dari perusahaan.

PT.Sekar Wangi Group merupakan perusahaan manufaktur yang bergerak di bidang produksi karet, salah satu produk yang dihasilkan perusahaan adalah Rubber fender. Perusahaan ini dijalankan oleh Bapak Soeprpto yang mendirikan pada tahun 1997, dan pada tahun 2015 perusahaan ditingkatkan dan diperluas menjadi PT. Perusahaan Sekar Wangi.

Tahapan proses produksi rubber fender di PT.Sekar Wangi Group adalah pencampuran bahan dasar seperti karet mentah, kaolin, kalsium, dan Bracklin. Yaitu pencampuran pada mesin kneaders, kemudian pencampuran bahan kimia seperti antioksidan, belerang, aktivator. Dicampur dengan open mixer, bahan ditempatkan pada rubber mould yang telah ditentukan, kemudian di press di hydraulic press dengan tekanan yang telah ditentukan.

PT.Sekar Wangi Group memiliki sejumlah mesin besar untuk produksi, antara lain mesin kneaders, hydraulic press dan bubut. kneaders adalah sejenis mesin yang digunakan untuk mencampur beberapa bahan menjadi bahan dasar untuk tahap selanjutnya. Mesin pengaduk terbuka digunakan untuk melunakkan karet sol dan kemudian mencampurnya dengan bahan kimia lainnya. Mesin bubut digunakan untuk menghaluskan produk yang telah diproduksi agar sesuai dengan yang diharapkan. Mesin press hidrolik digunakan untuk memadatkan bahan dengan tekanan tertentu sehingga produk menjadi padat.

2. Landasan Teori

Keandalan Komponen

Pertimbangkan $R(t)$ keandalan komponen yang rentan mengalami perawatan korektif atau mengalami ke kebijakan pemeliharaan preventif tetapi belum Menjalani intervensi pemeliharaan pada waktu t , di mana t adalah waktu pengoperasian atau waktu komponen siap untuk Mulai dalam kondisi siaga panas. Biarkan $T_m(i)$ menjadi tanggal yang dijadwalkan untuk pemeliharaan ith intervensi komponen m dan $T_m(ult)$ menjadi tanggal Intervensi pemeliharaan terakhir direalisasikan sampai waktu t . Jadi, ult adalah persis jumlah intervensi pemeliharaan yang dialami sampai waktu t . Jadi, ult adalah persis jumlah intervensi pemeliharaan yang dialami sampai waktu t . Oleh karena itu, Eq. (1) memasukkan hipotesis tersebut dalam Model tradisional: (Lapa et al., 2006)

1. Keandalan Sistem (Reliability System):

Jika Anda ingin menghitung keandalan suatu sistem yang terdiri dari komponen-komponen yang bekerja secara paralel, rumus berikut dapat digunakan:

$$R_{sistem} = 1 - \prod_{i=1}^n (1 - R_i)$$

Dalam rumus ini

- R_{sistem} adalah keandalan sistem secara keseluruhan.
- R_i adalah keandalan masing-masing komponen dalam sistem.
- n adalah jumlah total komponen dalam sistem

Rumus ini mengasumsikan bahwa komponen-komponen tersebut bekerja secara independen dan memiliki tingkat keandalan yang diketahui.

2. Keandalan Komponen (Reliability Component):

Jika Anda ingin menghitung keandalan suatu komponen

tunggal, rumus berikut dapat digunakan:

$$R_{komponen} = \frac{T_{rata-rata}}{T_{rata-rata} + T_{gagal}}$$

Dalam rumus ini

- $R_{komponen}$ adalah keandalan komponen tunggal
- $T_{rata-rata}$ adalah waktu rata-rata antara kegagalan komponen
- T_{gagal} adalah waktu total komponen selama periode pengamatan

Rumus ini mengasumsikan bahwa kegagalan komponen mengikuti pola waktu yang terdistribusi secara acak.

Mean Time between Failures (MTBF)

MTBF adalah waktu rata-rata antara malfungsi yang terjadi pada kendaraan atau salah satu bagiannya yang dapat diperbaiki dan tidak dapat diperbaiki. Dengan demikian, semakin tinggi nilai rata-rata ini, semakin besar ketersediaan kendaraan, yang menunjukkan efisiensi tinggi dari staf pemeliharaan. MTBF dapat ditemukan sebagai berikut:

$$\begin{aligned} \text{MTBF} &= E(T) = \int_0^{\infty} t f(t) dt \\ &= \int_0^{\infty} R(t) dt \end{aligned}$$

di mana t mewakili waktu kegagalan, $f(t)$ adalah fungsi kerapatan probabilitas untuk waktu kegagalan, dan $R(t)$ merupakan fungsi keandalan.

Mean Time to Repair (MTTR)

MTTR adalah waktu rata-rata yang diperlukan untuk memperbaiki kendaraan setelah kerusakan. Nilai yang lebih tinggi dari rata-rata ini menunjukkan rendahnya ketersediaan kendaraan dan rendahnya efisiensi staf pemeliharaan.

Failure Rate (h(t))

Tingkat kegagalan adalah probabilitas mempertahankan pengoperasian kendaraan tertentu sampai kegagalan terjadi. Konsep tingkat kegagalan digunakan untuk

membedakan antara berbagai distribusi, dan itu disebut "tingkat bahaya" dalam studi keandalan

$$h(t) = \frac{f(t)}{R(t)}$$

Availability

Waktu rata-rata antara kegagalan memainkan peran utama dalam penyelidikan keandalan. Ini memiliki kontribusi signifikan terhadap penjadwalan pemeliharaan dan prediksi biaya Ketersediaan adalah rasio antara waktu rata-rata antara kesalahan mean time between failures (MTBF) terhadap total (waktu rata-rata antara kesalahan ditambah waktu perbaikan rata-rata) (Mohammed et al., 2020)

$$\text{Availability} = \frac{\text{MTBF}}{\text{MTBF} + \text{MTTR}}$$

Biaya perbaikan/penggantian

Jika mesin i diperbaiki pada periode j , M_c , adalah biaya perbaikan untuk Mesin i . Jika komponen/subsistem dalam mesin i adalah diganti pada periode j , R_c , adalah biaya penggantian yaitu pembelian komponen/subsistem baru.

$$\begin{aligned} \text{HPP} &= B. \text{Bahanbaku} + B. \text{Pemesinan} \\ &\quad + B. \text{TenagaKerja} \\ &\quad + B. \text{Overhead} \end{aligned}$$

Hasil perhitungan jumlah produk dan jumlah mesin (fasilitas manufaktur) yang termasuk dalam MPPC dapat digunakan untuk melakukan perbaikan di dalam proses, Metode ABC dilakukan oleh mesin (fasilitas produksi) dengan nilai non diskrit yang akan digabungkan dengan fasilitas lainnya, sehingga nantinya Kegiatan tersebut merupakan gabungan dari beberapa kegiatan.

Biaya downtime yang direncanakan

Untuk sistem produksi, ketika mesin i diperbaiki atau Diganti pada periode J , itu dianggap tidak berfungsi (downtime) yang, pada gilirannya, mempengaruhi tingkat produksi serta Total biaya. Biaya downtime yang direncanakan dapat dihitung sebagai:

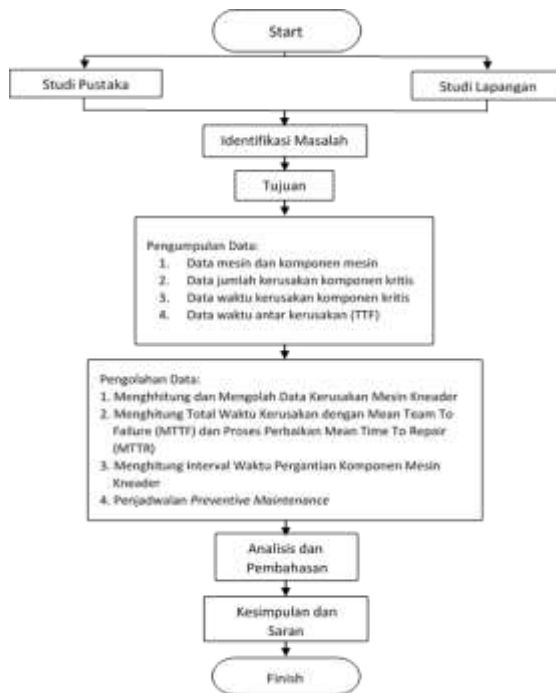
$$Sc_{i,j} = \sum_{i=1}^m \sum_{j=1}^T D_i(M_{i,j} \times tm_i + R_{i,j} \times tr_i)$$

for $i = 1, 2, \dots, m; j = 1, 2, \dots, T$

D_i : biaya downtime untuk mesin i (\$/jam).

Dari perhitungan sebelumnya dari setiap item biaya, total Biaya perawatan untuk sistem seri-paralel, diperlukan untuk diminimalkan, termasuk biaya kegagalan yang tidak direncanakan + biaya pemeliharaan + biaya penggantian + biaya downtime yang direncanakan.

3. METODOLOGI PENELITIAN



Tahapan Penelitian

Berikut adalah proses dan langkah-langkah penelitian ini mulai dari penelitian lapangan, kajian literatur, pendefinisian masalah, pengumpulan data, pengolahan data, analisis pembahasan dan terakhir pemaparan kesimpulan dan saran.

1. Studi lapangan

Penelitian ini penulis lakukan dengan survey langsung ke lokasi untuk mengetahui permasalahan perusahaan. Dan juga mewawancarai kepala bengkel untuk

membantu mengidentifikasi kemacetan yang terkait dengan mesin Kneader.

2. Tinjauan Sastra

Dengan metode analisis yang sesuai dan hasil yang diperoleh, penulis menggunakan literature review sebagai kajian teori berdasarkan kajian yang sedang dikaji.

3. Identifikasi masalah

Jika ada masalah dalam penelitian, maka perlu dilakukan identifikasi masalah. Untuk dapat menentukan metode mana yang harus digunakan dan didukung dengan studi literatur untuk mengidentifikasi masalah yang sama.

Pengumpulan Data

1. Pengumpulan Data

Hasil pengumpulan data berupa penelitian, observasi, dan wawancara dengan karyawan perusahaan. Data yang dibutuhkan untuk penelitian ini adalah.

a) Data Primer

Data primer merupakan data hasil observasi atau pengamatan langsung pada perusahaan yang bersangkutan atau unit pembuatan mesin pengaduk. Peneliti melakukan wawancara tentang status kerusakan, perbaikan, perawatan, pengoperasian mesin dan penyebab kerusakan.

b) Data Sekunder

Data sekunder merupakan hasil dari dokumen perusahaan yakni berupa data data *downtime* mesin pada saat penggantian dan waktu perbaikan komponen antar kerusakan (*breakdown*).

Pengolahan Data

Tahapan awal yaitu dengan mengetahui komponen yang rusak menentukan metode pengolahan data, Membuat laporan penelitisn, kemudian melakukan pengolahan data dengan membuat penjadwalan perawatan setelah itu melakukan uji distribusi keandalan dengan uji uji Kolmogorov-Smirnov

2. Analisis dan Pembahasan

Dalam menganalisis dan pembahasan yang perlu di analisis adlah waktu antar kerusakan, Data waktu pergantian komponen mesin, Menghitung jumlah rata –rata waktu pergantian, Memebuat penjadwalan perawatan, Melakukan uji distribusi keandalan mesin dengan *Kolmogorov-Smirnov*, menganalisis dengan diagram parto

Analisis Data

Identifikasi komponen kritis mesin produksi

Tabel 4.1 Mesin produksi

Nama Mesin	Tipe	Tahun	Jumlah
Kneader	KD-75-150D	2015	1
Open Mill	XK-250	2007	2
Pres Hidrolic	SIKU L	2013	2
Bubut	LZ V3000	1991	1

Dari data yang telah ada dari keempat mesin tersebut mesin yang akan di teliti adalah mesin Kneader mesin tersebut yang merupakan mesin kritis yang berkerja secara terus – menerus selama jam kerja tanpa berhenti, selain umur mesin yang sudah tua, mesin ini juga sering mengalami kerusakan. Mesin yang digunakan dalam proses pencampuran bahan dasar karet ini hanya berjumlah 1 unit saja. Maka dari itu perlu adanya perawatan berkala agar dapat menurunkan tingkat kerusakan pada mesin saat mesin beroperasi.

Tabel 4.2 Frekuensi Kerusakan Mesin Periode Januari 2022-Januari 2023

No.	Jenis Mesin	Frekuensi Kerusakan
1	Kneader KD-75-150D	11
2	Open Mill XK-250	4
3	Pres Hidrolic	5
4	Bubut LZ V3000	4

Dari data downtime terlihat bahwa mesin yang paling banyak mengalami kerusakan dalam setahun adalah mesin Kneader. Kemudian akan dilakukan perhitungan keandalan komponen untuk menentukan jadwal periode berikutnya.

Tabel 4.3 Data *Downtime* Akibat Komponen Periode Januari 2022-Januari 2023

Komponen	<i>Downtime</i> (Menit)
<i>Seal Pressure</i>	1527
<i>Water Coller</i>	393
<i>Electrik Valve</i>	267
<i>Bearing Gaer Box</i>	249

Tabel 4.7 Harga Komponen Mesin Ring spinning

Komponen	Jumlah pergatian komponen	Harga (Rp)	Total Biaya
<i>Seal Pressure</i>	6	265.000	1.590.000
<i>Water Coller</i>	2	300.000	600.000
<i>Electric Valve</i>	2	205.000	410.000
<i>Bearing Gaer Box</i>	1	254.000	254.000

Kerusakan Seal Pressure

Tabel 4.7 Data Kerusakan Komponen Seal Pressure

No.	Tanggal	Komponen	Sub Komponen	Waktu Downtime (TTH)	Jarak Waktu Kerusakan (TTF)
1.	3/2/2022	Seal Pressure	pengelasan pada seal pipa	5	526.5
2	19/03/2022	Seal Pressure	Seal pada piston	3.5	
3	4/6/2022	Seal Pressure	terkikisnya batang silinder rod	3.5	516
4	29/09/2022	Seal Pressure	pengelasan pada seal pipa	5	802.5
5	8/12/2022	Seal Pressure	Seal pada piston	3	477
6	23/01/2023	Seal Pressure	pengelasan pada seal pipa	5	313

Diketahui:

Tanggal kerusakan sekarang
= 19 Maret 2022

Tanggal kerusakan sebelumnya
= 03 Januari 2022

Jam operasi dalam 1 hari (t)
= 8 Jam

Tanggal 03/01/2022 19/03/2022
= 65 hari x 8 jam = 520 jam

Jam mulai kerja – Jam penggantian
= 08.00 – 13.30 = 6:30 jam

TTF kerusakan Mesin 24/02/2022
= 520 jam + 6.30 jam = 526.5 Jam

Rata - rata MTTF = total jam operasi / jumlah total kegagalan

$$\tilde{x} = \frac{\text{total jam operasi}}{\text{jumlah total kegagalan}} \dots\dots\dots 12$$

$$\frac{526.5 + 516 + 802.5 + 477 + 313}{6} = 439 \text{ jam}$$

Perhitungan Reliability (Keandalan)

Perhitungan keandalan mesin kritis sebelum dan sesudah adanya tindakan perawatan adalah sebagai berikut:

Komponen Seal Pressure

Diketahui:

Waktu Pengoprasian = 8 Jam / Hari

Jumlah Kerusakan = 6 Kali Kerusakan

Waktu rata-rata Kerusakan = 439

Total Waktu Tersedia = 8 + (6 x 439) = 2642

$$\text{Tingkat Keandalan} = \frac{8}{2.642} = 330,25 \text{ jam}$$

Komponen Seal Pressure sebelum Preventive Maintenance

1. Biaya tetap

Pajak forklif = Rp. 2.000.000,-/th

Biaya tetap / perbulan = Rp. 2.000.000./12
= Rp. 166.666/bulan
= Biaya tetap /Jam
= Rp. 231,-/jam

2. Biaya Variabel

Biaya BBM

Kebutuhan BBM dalam 1 hari = 50 liter

Kebutuhan BBM dalam 1 jam = 50/8
= 6,25 liter

Biaya BBM dalam 1 jam
= 6,25 x 6.800,- = Rp.42.500,-

3. Biaya kehilangan produksi

Kehilangan Produksi dalam waktu rata rata kerusakan

$$= \frac{4 \text{ Jam}}{15 \text{ Menit}} = 16 \text{ Lapis bahan}$$

= 16 x Rp. 200.000,-

= Rp. 3.200.000,-

Biaya Kehilangan Operasi

= Biaya Tetap + Biaya Variabel
= Rp. 231,- + Rp. 42.500,-

= Rp. 42.731,- per jam

Total Biaya = Rp.3.200.000,- + Rp.42.731,
= Rp. 3.242.731,-

4. Biaya siklus failure dan siklus preventive
Berikut ini adalah perhitungan biaya siklus failure (cf) dan biaya siklus preventive (cp) Seal pressure.

$$wsf = Tf = MTTR = \frac{5+3.5+3.5+5+3+5}{6} = 4 \text{ jam}$$

- wsp (Waktu Pemeriksaan) = $T_p = 3$ jam
- $cf = ((\text{biaya teknisi per jam} + \text{biaya kehilangan produksi per jam}) \times wsf) + \text{Total pembelian komponen}$
 $cf = ((Rp\ 20.000,- + Rp\ 42.731,-) \times 4.1) + Rp\ 1.590.000,-$
 $cf = (Rp\ 62.731,- \times 4) + Rp\ 1.590.000,-$
- $f = Rp\ 250.924,- + Rp\ 1.590.000,-$
- $cf = Rp\ 1.840.924,-$
- $cp = (\text{biaya teknisi per jam} \times wsp) + \text{biaya pembelian komponen}$
- $cp = (Rp\ 20.000,- \times 3) + Rp\ 265.000,-$
- $cp = Rp\ 60.000,- + Rp\ 265.000,-$
- $cp = Rp\ 325.000,-$

5. Biaya sebelum preventive maintenance
Berikut ini adalah perhitungan total biaya sebelum dan sesudah preventive maintenance komponen Seal Pressure.

- Data Cf (cost of failure) dan data Cp (cost preventive)
- Cf (Cost Failure) = Biaya Kehilangan Produksi + biaya Kehilangan
- Produksi = Rp. 3.242.731,- + Rp 1.840.924,- + Rp. 325.000,- = Rp. 5.408.655,-

Komponen Seal Pressure sesudah Preventive Maintenance

Preventive Replacement Cost = Biaya Tenaga Kerja + Biaya komponen

- a. Preventive Replacement Cost untuk 1 kali penggantian :
- $$= (Rp\ 20.000,- \times 3) + Rp\ 265.000,-$$
- $$= Rp\ 60.000,- + Rp\ 265.000,-$$
- $$= Rp\ 316.000,-$$

- b. Jumlah Penggantian

Jumlah operasi mesin periode tahun 2024

= 8 kali penggantian dalam 12 bulan

- c. Biaya perawatan usulan :

= (Rp. 60.000,- + Rp. 265.000,-) x 8 Kali Penggantian

= Rp. 316.000,- x 8

= Rp 2.528.000,-

Tabel 4.12 Rekapitulasi total biaya sebelum dan sesudah tindakan preventive maintenance

Komponen	Biaya Perawatan	
	Sebelum Preventive Maintenance	Sesudah Preventive Maintenance
Seal Pressure	Rp. 5.408.655,-	Rp 2.528.000,-
Water Coller	Rp. 3.557.197,-	Rp 2.040.000,-
Electric Valve	Rp. 2.874.556,-	Rp 1.590.000,-
Bearing Gear Box	Rp. 2.303.333,-	Rp 942.000,-

Kesimpulan

Dari total waktu downtime mesin Kneader pada perusahaan yang masih terbilang sangat tinggi sehingga perlu adanya penjadwalan perawatan untuk mesin Kneader dikarenakan sering terjadinya breakdown. Berikut adalah ulasan hasil dari kesimpulan dan perhitungan:

1. Untuk meminimalkan kerusakan mesin secara tiba-tiba maka dengan menggunakan sistem pemeliharaan preventif supaya dapat digunakan untuk menemukannya suatu Tingkat keandalan yang sebelumnya telah menunjukkan gejala kerusakan sebelum Alat-alat atau komponen mesin itu mengalami kendala rusakan parah. Itu bisa dilakukan dengan Perencanaan dan penjadwalan kegiatan pemeliharaan, perencanaan kegiatan pemeliharaan.

2. Tidak semua unit mesin disertakan dalam pemrograman Pemeliharaan preventif melalui pemeriksaan dan pemeliharaan secara keseluruhan, jika merawat seluruh mesin secara keseluruhan hal tersebut akan bisa menimbulkan biaya yang cukup tinggi. oleh sebab itu mesin yang masuk dalam program pencegahan Perawatan hanya unit mesin yang paling banyak mengalami kerusakan terutama pada mesin Kneader pada komponen Seal Pressure.

Penjadwalan maintenance pada mesin Kneader dilakukan secara rutin sesuai dengan jadwal yang sudah di tentukan untuk mengurangi terjadinya breakdown. Maintenance di lakukan pada pukul 16:00, dimana mesin sudah berhenti bekerja. Usulan Perawatan pada periode yang akan datang meliputi pengecekan seluruh komponen dengan jumlah hasil perhitungan biaya pengeluaran terdiri dari:

- a) Seal Pressure dengan biaya sebelum Preventive Maintenance Rp. 5.408.655 dan Seal Pressure dengan biaya sesudah preventive maintenance Rp 2.528.000,- / tahun

Saran

1. Sebaiknya perusahaan harus memiliki sistem pemeliharaan preventif seperti pada ulasan diatas untuk meningkatkan reliability dan availability serta menghemat biaya perawatan mesin.
2. Semua pihak yang terlibat dalam produksi harus memastikan kepatuhan kebersihan fasilitas produksi dan area dimana mesin berada, karena performa mesin sepertinya lebih baik bila dalam kondisi baik bersih dan baik untuk meningkatkan moral operasional Gunakan dan pertahankan kondisi mesin yang secara langsung akan Meningkatkan produktivitas.
3. Disarankan untuk mengembangkan cara kerja sistem pemeliharaan preventif hal Ini termasuk metode/proses perawatan yang akan dilakukan dan masalahnya apa yang harus dihindari di tempat kerja.

4. Karyawan perusahaan harus mendapatkan pelatihan operator sehingga mereka para operator dapat mrngoperasikan fasilitas produksi dengan benar. dan harus mengerti cara merawat dan memperbaiki peralatan dengan benar dan tepat.

DAFTAR PUSTAKA

- Al-Duais, F. S., Mohamed, A. B. A., Jawa, T. M., & Sayed-Ahmed, N. (2022). Optimal Periods of Conducting Preventive Maintenance to Reduce Expected Downtime and Its Impact on Improving Reliability. *Computational Intelligence and Neuroscience*, 2022. <https://doi.org/10.1155/2022/7105526>
- Alimian, M., Saidi-Mehrabad, M., & Jabbarzadeh, A. (2019). A robust integrated production and preventive maintenance planning model for multi-state systems with uncertain demand and common cause failures. *Journal of Manufacturing Systems*, 50(2), 263–277. <https://doi.org/10.1016/j.jmsy.2018.12.001>
- Huang, J., Chang, Q., & Arinez, J. (2020). Deep reinforcement learning based preventive maintenance policy for serial production lines. *Expert Systems with Applications*, 160, 113701. <https://doi.org/10.1016/j.eswa.2020.113701>
- Industri, T. (2017). *Analisis Interval Waktu Penggantian Komponen dan Biaya Perawatan Impact Wrench di PT United Indo Surabaya Nissan – Datsun Basuki Rahmat. 1.*
- Kamel, G., Aly, M. F., Mohib, A., & Afefy, I. H. (2020). Optimization of a multilevel integrated preventive maintenance scheduling mathematical model using genetic algorithm. *International Journal of Management Science and Engineering Management*, 15(4), 247–257. <https://doi.org/10.1080/17509653.2020.1726834>
- Lapa, C. M. F., Pereira, C. M. N. A., & De Barros, M. P. (2006). A model for preventive maintenance planning by

- genetic algorithms based in cost and reliability. *Reliability Engineering and System Safety*, 91(2), 233–240. <https://doi.org/10.1016/j.ress.2005.01.004>
- Liu, Y., Li, Y., Huang, H. Z., Zuo, M. J., & Sun, Z. (2010). Optimal preventive maintenance policy under fuzzy Bayesian reliability assessment environments. *IIE Transactions (Institute of Industrial Engineers)*, 42(10), 734–745. <https://doi.org/10.1080/07408170903539611>
- Mohammed, A., Ghaitan, A., Al-Saleh, M., & Al-Ofi, K. (2020). Reliability-based preventive maintenance strategy of truck unloading systems. *Applied Sciences (Switzerland)*, 10(19), 1–17. <https://doi.org/10.3390/app10196957>
- Murnawan, H., & Wati, P. E. D. K. (2018). Perancangan Ulang Fasilitas Dan Ruang Produksi Untuk Meningkatkan Output Produksi. *Jurnal Teknik Industri*, 19(2), 157–165. <https://doi.org/10.22219/jtiumm.vol19.no2.157-165>
- Ngadiyono, Y. (2010). Pemeliharaan Mekanik Industri. *Pendidikan Profesi Guru Jurusan Teknik Mesin*, 1–112.
- Oktaviani, D. S., & Murnawan, D. H. (2022). Penentuan Rute Distribusi Pengiriman Es Balok Guna Meminimasi Biaya Pengiriman di PT Moya Kasri Wira Jatim.
- Purnama, J., Putra, Y. A., & Kalamollah, M. (2015). Metode Age Replacement Digunakan Untuk Menentukan Interval Waktu Perawatan Mesin Pada Armada Bus. *Seminar Nasional Sains Dan Teknologi Terapan III 2015 Institut Teknologi Adhi Tama Surabaya ISBN*, 115–126.
- Sulistyo, A. B., & Mutiawati, S. H. (2021). Usulan Jadwal Preventive Maintenance Komponen Ban pada Truk Tronton 20.000 KL Menggunakan Metode Age Replacement. *Jurnal INTECH Teknik Industri Universitas Serang Raya*, 7(2), 137–146. <https://doi.org/10.30656/intech.v7i2.3891>
- Yang, H., Li, W., & Wang, B. (2021). Joint optimization of preventive maintenance and production scheduling for multi-state production systems based on reinforcement learning. *Reliability Engineering and System Safety*, 214(April 2020), 107713. <https://doi.org/10.1016/j.ress.2021.107713>
- Zhang, Z., Tang, Q., Han, D., & Qian, X. (2021). An enhanced multi-objective JAYA algorithm for U-shaped assembly line balancing considering preventive maintenance scenarios. *International Journal of Production Research*, 59(20), 6146–6165. <https://doi.org/10.1080/00207543.2020.1804639>