



PENJADWALAN PERAWATAN MENGGUNAKAN METODE *RELIABILITY CENTERED MAINTENANCE* PADA MESIN EXTRUDER DI PT. X

Muchamad Dwi Arianto, Andarmadi Jati Abdhi Wasesa

Teknik Industri, Universitas PGRI Adi Buana Surabaya, Indonesia

Email: muchamad.dwi.arianto.02.10.2000@gmail.com

Abstrak

Tujuan penelitian ini adalah untuk menurunkan total *downtime* pada mesin Extruder melalui penerapan metode *Reliability Centered Maintenance* (RCM) dan *Failure Mode and Effects Analysis* (FMEA) untuk mengetahui jenis-jenis kegagalan, dampak kegagalan, dan menetapkan komponen kritis. Melalui *Logic Tree Analysis* (LTA), dilakukan pengkategorian mode kerusakan dan pemilihan tindakan atau *task selection* yang sesuai. Kemudian, dilakukannya perhitungan *Total Minimum Downtime* (TMD) untuk menentukan interval perawatan optimal bagi komponen kritis. Penelitian ini menggunakan data riwayat perawatan selama 6 bulan di PT. X, sebuah perusahaan manufaktur yang memproduksi pakan kucing. Analisa FMEA mengidentifikasi 3 komponen dengan nilai *Risk Priority Number* (RPN) tertinggi adalah 150 pada komponen Dinamo, 280 pada komponen *Steam*, dan 210 pada komponen Mata Pisau. Melalui analisa RCM, komponen Dinamo termasuk dalam kategori B (*Outage Problem*) dengan rekomendasi tindakan yang diambil adalah *Condition Directed* (CD) dengan interval 12 hari. Komponen *Steam* termasuk dalam kategori C (*Economic Problem*) dengan rekomendasi tindakan yang diambil adalah *Time Directed* (TD) dengan interval 3 hari. komponen Mata Pisau termasuk dalam kategori C (*Economic Problem*) dengan rekomendasi tindakan yang diambil adalah *Time Directed* (TD) dengan interval 4 hari.

Kata kunci: Penjadwalan Perawatan, RCM, FMEA, dan TMD.

Copyright © (2022) Seminar Hasil Riset dan Pengabdian ke 4

PENDAHULUAN

Perusahaan dalam memproduksi barang sangat bergantung pada mesin yang digunakannya. Oleh sebab itu, untuk menjamin mesin dapat dioperasikan secara optimal, maka diperlukannya suatu sistem perawatan pada mesin tersebut. Pada awalnya, perawatan pada mesin menggunakan sistem *breakdown maintenance*, dimana perawatan dilakukan setelah timbul kerusakan (Kurnianto et al., 2023). Namun, sekarang ini perawatan pada mesin mengalami perkembangan dengan menggunakan sistem *preventive maintenance* yang berfokus

pada perawatan terjadwal secara terus-menerus untuk meningkatkan efisiensi dan umur mesin (Alfanando, 2020).

PT. X merupakan salah satu perusahaan yang bergerak dibidang produksi pakan kucing. Semakin meningkatnya permintaan pasar akan pakan hewan peliharaan khususnya kucing, maka PT. X perlu meningkatkan keandalan pada mesin-mesin produksi yang dimilikinya dengan cara melakukan tindakan perawatan secara terjadwal. Khususnya pada mesin Extruder, karena mesin Extruder ini memiliki peran yang sangat penting dalam memproduksi pakan kucing, yaitu untuk menentukan kualitas dari bentuk, ukuran, dan ketebalan pakan. Pada PT. X sebelumnya masih menerapkan sistem perawatan *corrective maintenance*, yaitu melakukan perawatan ketika terjadi kerusakan atau gangguan pada mesin. Oleh karena itu sering terjadinya *downtime* dan mengakibatkan perusahaan berpotensi mengalami kerugian karena tidak efisiennya tingkat produksi sehingga produksi yang sudah ditarget mengalami penurunan. Maka dari itu, peran perawatan secara preventif sangatlah penting untuk diterapkan pada PT. X. Tindakan perawatan ini bertujuan untuk memulihkan sistem ke dalam kondisi dimana sistem tersebut dapat kembali menjalankan fungsinya (Sugiarto et al., 2023).

Berdasarkan permasalahan di atas, perlu dilakukannya analisis terhadap perawatan pada mesin Extruder. Salah satu metode yang tepat yaitu dengan menggunakan metode *Reliability Centered Maintenance* (RCM). Adapun tujuan metode *Reliability Centered Maintenance* (RCM) (Kurniawan & Kholik, 2022) yaitu, menentukan tujuan aktivitas perawatan untuk memastikan sebuah mesin dapat berfungsi secara terus menerus dalam penggunaan secara normal. Untuk melakukan analisis rencana perawatan mesin dengan menggunakan metode *Reliability Centered Maintenance* (RCM), diperlukannya beberapa langkah, yaitu membuat *Functional Block Diagram* (FBD), membuat *Failure Mode and Effect Analysis* (FMEA), membuat *Logic Tree Analysis* (LTA), pemilihan tindakan perawatan (*task selection road map*) yang akan dilakukan dan perhitungan *Total Minimum Downtime* (TMD) (Simanungkalit et al., 2023). Penggunaan metode *Reliability Centered Maintenance* (RCM) ini diharapkan dapat membantu perusahaan untuk mengetahui penyebab kerusakan dan akibatnya, sehingga perusahaan dapat segera melakukan tindakan yang dapat mencegah terjadinya kerusakan pada mesin tersebut.

METODE

***Reliability Centered Maintenance* (RCM)**

Reliability Centered Maintenance (RCM) adalah suatu pendekatan yang digunakan untuk menentukan tindakan yang diperlukan agar setiap aset fisik tetap dapat menjalankan fungsi yang diinginkan oleh penggunanya dalam konteks operasionalnya (Suryana, 2021). *Reliability*

Centered Maintenance (RCM) merupakan suatu proses yang diterapkan untuk menentukan langkah-langkah yang diperlukan guna memastikan bahwa semua aset fisik dapat terus menjalankan fungsi yang diinginkan oleh penggunanya dalam kondisi operasional saat ini (Faizal, 2020).

Menurut (Raharja et al., 2021) untuk mencapai hasil yang optimal dalam penerapan metode *Reliability Centered Maintenance* (RCM) harus dipahami terlebih dahulu tahap-tahap dalam pengolahan data yang meliputi:

1. Menentukan subsistem dan komponen kritis.
2. Menjelaskan kegagalan fungsi komponen dari tiap-tiap subsistem.
3. Membuat alur fungsi subsistem dengan *Functional Flow Block Diagram* (FFBD).
4. Menentukan modus kerusakan, penyebab kerusakan dan dampak kerusakan yang ditimbulkan dengan menggunakan *Failure Mode and Effect Analysis* (FMEA).
5. Menentukan prioritas jenis kerusakan berdasarkan nilai *Risk Priority Number* (RPN).
6. Analisa kategori komponen yang ditentukan dengan *Logic Tree Analisis* (LTA) untuk melihat kategori kerusakan pada komponen mesin Extruder.
7. Rekomendasi tindakan perawatan (*action plan*).

Failure Mode and Effect Analysis (FMEA)

Failure Mode and Effect Analysis (FMEA) adalah metode yang bertujuan untuk mengevaluasi desain sistem dengan mempertimbangkan berbagai mode kerusakan pada komponen-komponen sistem serta menganalisa dampaknya terhadap keandalan sistem secara keseluruhan (Shinta et al., 2021). *Failure Mode and Effect Analysis* (FMEA) dilakukan untuk menentukan tingkat kejadian kerusakan, keparahan, dan tingkat deteksi kerusakan yang harus menjadi prioritas perbaikan berdasarkan nilai *Risk Priority Number* (RPN). Nilai *Risk Priority Number* (RPN) merupakan hasil dari tiga variabel yaitu tingkat kerusakan (*severity*), frekuensi kejadian (*occurrence*), dan deteksi kerusakan (*detection*), yang bersama-sama menunjukkan tingkat risiko dan mengarahkan tindakan perbaikan (Dringu & Timur, 2021).

Perhitungan Total Minimum Downtime

Perhitungan *Total Minimum Downtime* (TMD) memiliki tujuan untuk menentukan penggantian atau perawatan secara optimal berdasarkan interval waktu (Wibowo et al., 2020). Diantara perawatan secara preventif dengan menggunakan kriteria *minimum downtime* per-komponen adalah sebagai berikut:

$$D(x) = \frac{H(x) Tf + Tp}{x + Tp}$$

Keterangan:

$D(x)$: Total *Minimum Downtime*

$H(x)$: Frekuensi kerusakan dalam interval waktu x

Tf : Waktu yang diperlukan untuk memperbaiki kerusakan

Tp : Waktu untuk melakukan perawatan preventif

Dengan meminimalkan total *downtime*, diperoleh jadwal perawatan komponen yang optimal berdasarkan waktu.

HASIL DAN PEMBAHASAN

A. Pengumpulan Data

Laporan perawatan mesin serta frekuensi kerusakan komponen pada mesin Extruder selama periode November 2023 hingga April 2024 disajikan dalam tabel 1.

Tabel 1. Data Kerusakan Komponen Mesin Extruder

| Subsistem | Komponen | Keterangan | Penyebab Kerusakan | Frekuensi Kerusakan |
|-----------------------|-----------------------|--|--|---------------------|
| Bin (<i>Hopper</i>) | <i>Batching Scale</i> | Ketidakkuratan pembacaan | Kalibrasi yang buruk atau tidak tepat waktu | 5 |
| | Kompresor Angin | aktuator pneumatik macet | Katup pengatur tekanan udara rusak | 7 |
| Motor Penggerak | Dinamo | Arus berlebih (<i>over current</i>) | Kondisi operasi yang menyebabkan Dinamo menarik arus yang lebih besar dari kapasitas normalnya (<i>rated capacity</i>) | 26 |
| | <i>Bearing</i> | Macet, bunyi berisik | Kemasukan debu, <i>bearing</i> berkarat | 4 |
| <i>Conditioner</i> | <i>Water Pump</i> | Pipa air bocor | Tekanan air terlalu tinggi | 11 |
| | <i>Steam</i> | Kepadatan pakan kucing tidak stabil | Setelan suhu tidak stabil, umur pakai terlampaui | 63 |
| | <i>Mixing</i> | Pencampuran pakan kucing kurang merata | Keausan atau kerusakan pada baling-baling | 1 |
| <i>Barrel</i> | <i>Screw</i> | Panas berlebih (<i>overheating</i>) | Terlalu banyak gesekan internal dalam <i>Barrel</i> | 2 |
| Pemotongan | Cetakan | Bentuk pakan kucing bervariasi | Lubang cetakan tersumbat material kering | 12 |
| | Mata Pisau | Potongan pakan kucing tidak sesuai | Pisau tumpul, jarang diasah | 51 |

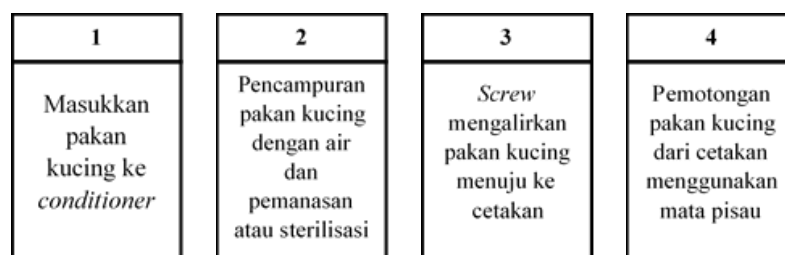
Pada tabel 1. terlihat bahwa terdapat lima subsistem kritis pada mesin Extruder, yaitu Bin (*Hopper*), Motor Penggerak, *Conditioner*, *Barrel* dan Pemotongan.

B. Pengolahan Data

1. Fungsi Subsistem dan *Functional Flow Block Diagram* (FFBD)

Mesin Extruder pakan kucing adalah perangkat khusus yang digunakan dalam industri pembuatan pakan hewan, khususnya pakan kucing dalam bentuk pelet atau butiran. Mesin ini bekerja dengan cara memasukkan bahan-bahan baku seperti *Fish Meal*, *Cassava*, *Crab Shell Meal*, dan bahan tambahan lainnya ke dalam ruang pengolahan. Proses ekstrusi kemudian melibatkan pemanasan dan tekanan yang tinggi untuk mencampur dan memproses bahan-bahan tersebut menjadi campuran yang homogen. Selanjutnya, campuran ini didorong melalui cetakan dengan bentuk yang diinginkan, menghasilkan pelet atau butiran pakan kucing yang konsisten secara ukuran dan tekstur. Terdapat 5 subsistem pada mesin Extruder, yaitu:

- a. Bin (*Hopper*) berfungsi sebagai wadah untuk menampung bahan baku atau pakan kucing sebelum dimasukkan ke dalam mesin Extruder.
- b. Motor Penggerak berfungsi untuk memutar baling-baling *mixing* sehingga pakan kucing dapat tercampur merata dan juga memutar *screw* supaya pakan kucing terdorong menuju cetakan.
- c. *Conditioner* berfungsi sebagai tempat proses pencampuran dan pengadukan pakan kucing dengan air juga sebagai pemanasan atau sterilisasi.
- d. *Barrel* berfungsi untuk meningkatkan tekanan pada pakan kucing yang diberikan oleh *screw* yang berputar sehingga pakan kucing dapat didorong menuju cetakan.
- e. Pemotongan berfungsi sebagai tempat untuk mencetak dan memotong pakan kucing agar bentuk dan ukuran sesuai dengan standar yang ditentukan.



Gambar 1. *Functional Flow Block Diagram* (FFBD) Sistem Extruder

2. Failure Mode and Effect Analysis (FMEA)

Tabel 2. Failure Mode and Effect Analysis (FMEA)

| Komponen | Failure Mode | O | Failure Causes | D | Failure Effect | S | Upaya Penanggulangan | RPN |
|-----------------------|---------------------------------------|---|--|---|--|---|--|-----|
| <i>Batching Scale</i> | Ketidakakuratan pembacaan | 3 | Kalibrasi yang buruk atau tidak tepat waktu | 3 | Ketidakakuratan dalam pengukuran bahan dapat menghasilkan produk akhir yang tidak sesuai standar | 4 | Lakukan pengaturan awal pada <i>batching scale</i> untuk memastikan keakuratan pada saat penimbangan | 36 |
| Kompresor Angin | Aktuator pneumatik macet | 4 | Katup pengatur tekanan udara rusak | 3 | Pintu <i>batching scale</i> tidak dapat tertutup rapat | 4 | Jika kerusakan terlalu parah atau tidak dapat diperbaiki, ganti katup dengan yang baru sesuai dengan spesifikasi yang diperlukan | 48 |
| Dinamo | Arus berlebih (<i>over current</i>) | 6 | Kondisi operasi yang menyebabkan dinamo menarik arus yang lebih besar dari kapasitas normalnya (<i>rated capacity</i>) | 5 | <i>Screw</i> tidak bisa berputar sehingga pakan kucing tidak bisa terdorong ke arah cetakan | 5 | Meningkatkan pengawasan terhadap dinamo secara ketat | 150 |
| <i>Bearing</i> | Macet, bunyi berisik | 3 | Kemasukan debu, <i>bearing</i> berkarat | 2 | Putaran motor penggerak tidak dapat maksimal | 4 | Lakukan pemberian pelumas secara rutin | 24 |
| <i>Water Pump</i> | Pipa air bocor | 4 | Tekanan air terlalu tinggi | 4 | Kehilangan air dan tekanan, serta potensi kerusakan pada komponen lain karena kebocoran | 4 | Pastikan pompa memiliki ventilasi yang cukup dan tidak bekerja melebihi kapasitasnya | 64 |
| <i>Steam</i> | Kepadatan pakan kucing tidak stabil | 8 | Setelan suhu tidak stabil, umur pakai terlampaui | 5 | Banyaknya produk cacat pada produksi pakan kucing | 7 | Pastikan pengontrol suhu berfungsi dengan baik dan dikalibrasi dengan benar | 280 |

| Komponen | Failure Mode | O | Failure Causes | D | Failure Effect | S | Upaya Penanggulangan | RPN |
|------------|---------------------------------------|---|---|---|--|---|---|-----|
| Mixing | Campuran pakan kucing kurang merata | 2 | Keausan atau kerusakan pada baling-baling | 2 | Produk yang tidak merata atau tidak konsisten, yang bisa menyebabkan penurunan kualitas atau kerusakan pada produk | 3 | Lakukan inspeksi visual secara rutin untuk mendeteksi tanda-tanda awal keausan atau kerusakan pada baling-baling, seperti retakan atau keausan pada permukaan | 12 |
| Screw | Panas berlebih (<i>overheating</i>) | 2 | Terlalu banyak gesekan internal dalam <i>Barrel</i> | 2 | Keausan permukaan <i>Screw</i> , kerusakan ulir, dan potensi patahnya <i>Screw</i> | 2 | Gunakan pelumas yang sesuai untuk jenis material <i>Screw</i> dan kondisi operasi | 8 |
| Cetakan | Bentuk pakan kucing bervariasi | 5 | Lubang cetakan tersumbat material kering | 4 | Banyaknya produk cacat akibat bentuk yang tidak sesuai ketentuan | 4 | Membersihkan lubang cetakan secara rutin | 80 |
| Mata Pisau | Potongan pakan kucing tidak sesuai | 7 | Pisau tumpul, jarang diasah | 5 | Banyaknya produk cacat yang potongannya tidak sesuai | 6 | Melakukan perawatan preventif secara berkala | 210 |

Nilai *Risk Priority Number* (RPN) ini didapatkan dari hasil perkalian antara *Severity*, *Occurrence*, dan *Detection*. Penentuan angka-angka tersebut dilakukan secara subjektif melalui pengisian kuesioner oleh mekanik mesin Extruder. Dalam tabel tersebut, terdapat tiga komponen memiliki nilai *Risk Priority Number* (RPN) tertinggi adalah 150 pada komponen Dinamo, 280 pada komponen *Steam*, dan 210 pada komponen Mata Pisau. Oleh karena itu, selanjutnya difokuskan pada tiga komponen tersebut.

3. *Logic Tree Analisis* (LTA) dan *Action Plan*

Logic Tree Analisis (LTA) bertujuan untuk memprioritaskan setiap mode kerusakan dan meninjau fungsi serta kegagalan fungsi dengan menjawab pertanyaan-pertanyaan yang telah disediakan dalam *Logic Tree Analisis* (LTA) ini.

Tabel 3. *Logic Tree Analisis (LTA) dan Action Plan*

| Subsistem | Komponen | RPN | LTA Category | Failure Causes | Action Plan |
|-------------|------------|-----|--------------|---|-------------|
| Motor | Dinamo | 64 | B | Kondisi operasi yang menyebabkan motor menarik arus yang lebih besar dari kapasitas normalnya (rated capacity). | CD |
| Conditioner | Steam | 280 | C | Setelan suhu, umur pakai terlampaui | TD |
| Pemotongan | Mata Pisau | 108 | C | Pisau tumpul, jarang diasah | TD |

Tahap ini merupakan tahapan di mana dalam Tabel 3. dipilih tindakan *Reliability Centered Maintenance (RCM)* untuk komponen kritis dalam mesin Ekstruder, yaitu:

- a. Komponen Dinamo dikategorikan sebagai kategori B (*Outage Problem*), yang berarti komponen ini dapat menyebabkan kerusakan pada seluruh atau sebagian sistem. Tindakan yang diambil adalah *Condition Directed (CD)*, yang bertujuan untuk mendeteksi kerusakan dengan memeriksa peralatan. Jika dalam pemeriksaan ditemukan gejala kerusakan, langkah selanjutnya adalah melakukan perbaikan atau penggantian komponen yang rusak.
- b. Komponen *Steam* masuk dalam kategori C (*Economic Problem*), yang berarti komponen ini dapat menyebabkan kerusakan pada seluruh atau sebagian sistem dan menyebabkan kerugian bagi perusahaan karena fungsi komponennya berkurang. Tindakan yang diambil adalah *Time Directed (TD)*, yaitu suatu langkah pencegahan langsung terhadap sumber kerusakan peralatan yang didasarkan pada waktu atau umur komponen.
- c. komponen Mata Pisau juga dikategorikan sebagai kategori C (*Economic Problem*), dengan implikasi serupa, di mana komponen dapat menyebabkan kerusakan sistem sebagian atau seluruhnya dan mengakibatkan kerugian perusahaan akibat penurunan fungsi komponen. Tindakan yang diambil adalah *Time Directed (TD)*, yaitu suatu langkah pencegahan langsung terhadap sumber kerusakan peralatan, berdasarkan waktu atau umur komponen.

4. Perhitungan Total *Minimum Downtime*

Total *Minimum Downtime (TMD)* ditetapkan sebagai periode waktu penjadwalan perawatan dengan *downtime* terkecil. Waktu yang dibutuhkan untuk

mengganti komponen yang rusak dilambangkan sebagai Tf , sementara waktu yang dibutuhkan untuk penggantian komponen berdasarkan tindakan pencegahan dilambangkan sebagai Tp . Nilai Tf dan Tp untuk setiap komponen kritis diperoleh dari hasil perhitungan *Mean Time to Repaire* (MTTR).

Tabel 4. Parameter Distribusi dan Lama Perbaikan

| Komponen | Parameter | Tf | Tp |
|------------|------------------------------------|------|------|
| Dinamo | $\mu = 203,5 \quad \sigma = 14,8$ | 3,39 | 3,39 |
| Steam | $\mu = 37,95 \quad \sigma = 15,63$ | 0,63 | 0,63 |
| Mata Pisau | $\mu = 55,82 \quad \sigma = 6,3$ | 0,93 | 0,93 |

Berdasarkan informasi yang terdapat dalam tabel 4, selanjutnya dilakukan perhitungan total *minimum downtime* sebagai interval perawatan untuk komponen kritis guna mengetahui *downtime* paling minimal dari interval perawatan yang optimum untuk setiap komponen.

Tabel 5. Rekapitulasi Interval Perawatan

| Komponen | x | $f(x)$ | $H(x)$ | $D(x)$ |
|------------|----|-------------|-------------|-------------|
| Dinamo | 12 | 0,249278415 | 0,430927223 | 0,476899522 |
| Steam | 3 | 0,000389316 | 0,000389760 | 0,040155785 |
| Mata Pisau | 4 | 0,065553871 | 0,080264191 | 0,08358819 |

Berdasarkan tabel diatas, terlihat bahwa interval perawatan atau penjadwalan perawatan yang optimal untuk komponen Dinamo adalah setiap 12 hari, komponen *Steam* setiap 3 hari, dan komponen Mata Pisau setiap 4 hari. Tujuan dari penjadwalan perawatan ini adalah untuk memastikan bahwa mesin tetap dalam kondisi siap pakai atau dioperasikan sehingga proses produksi dapat berjalan dengan lancar.

KESIMPULAN

Berdasarkan dari hasil penelitian ini, dapat disimpulkan sebagai berikut:

1. Berdasarkan hasil pengolahan data dengan metode *Failure Mode and Effect Analysis* (FMEA), ditemukan terdapat 5 subsistem dan 10 komponen yang mengalami kerusakan dan berefek pada proses oprasional mesin Extruder. Terdapat 3 komponen dengan risiko

- kerusakan tertinggi atau yang memiliki nilai *Risk Priority Number* (RPN) tertinggi, yaitu Dinamo dengan nilai RPN 150, *Steam* dengan nilai RPN 280, dan Mata Pisau dengan nilai RPN 210.
2. Rekomendasi tindakan yang sesuai melalui metode *Logic Tree Analysis* (LTA) dan *Task Selection* adalah sebagai berikut:
 - a. Komponen Dinamo termasuk dalam kategori B (*Outage problem*) dengan tindakan yang dipilih yaitu *Condition Directed* (CD).
 - b. Komponen *Steam* termasuk dalam kategori C (*Economic Problem*) dengan tindakan yang dipilih yaitu *Time Directed* (TD).
 - c. Komponen Mata Pisau termasuk dalam kategori C (*Economic Problem*) dengan tindakan yang dipilih yaitu *Time Directed* (TD).
 3. Berdasarkan hasil perhitungan MTTR dan MTTF untuk menentukan interval perawatan komponen kritis, didapatkan hasil sebagai berikut:
 - a. Komponen Dinamo, hasil perhitungan MTTR adalah 203,5 Menit, dan hasil perhitungan MTTF adalah 8436,5 Menit.
 - b. Komponen *Steam*, hasil perhitungan MTTR adalah 37,95 Menit, dan hasil perhitungan MTTF adalah 3527,76 Menit.
 - c. Komponen Mata Pisau, hasil perhitungan MTTR adalah 55,82 Menit, dan hasil perhitungan MTTF adalah 4348,88 Menit.
 4. Setelah menyelesaikan semua langkah-langkah pada metode *Reliability Centered Maintenance* (RCM), kami berhasil menentukan jadwal perawatan yang optimal untuk mesin Extruder dengan mempertimbangkan Total *Minimum Downtime* terhadap 3 komponen kritis, yaitu:
 - a. Komponen Dinamo setiap 12 hari.
 - b. Komponen *Steam* setiap 3 hari.
 - c. Komponen Mata Pisau setiap 4 hari.

DAFTAR PUSTAKA

- Alfanando, M. (2020). Analisis Keandalan Instrumentasi *Back Pressure Vessel* Menggunakan Metode *Reliability Centered Maintenance* Di POM PT. Kencana Sawit Indonesia.
- Dringu, K., & Timur, J. (2021). Jurnal SENOPATI. 82–91.
- Faizal, M. (2020). Implementasi *Reliability Centered Maintenance* pada Proses Peleburan Polimer Keramik Di PT . Ferro Indonesia Maintenance (RCM) *On Polymer Melting*. Jurnal Industri Insrtitut Teknologi Sepuluh November.
- Kurnianto, J., Rarindo, H., Astuti, F. A. F., & Nugroho, P. W. (2023). Kegiatan Perawatan Ketel Uap Pipa Air Tipe SZL 10000 di PT . Pamolite Adhesive Industri dengan Metode RCM

Maintenance Activities Of The SZL 10000 Water Pipe Steam Bottle At PT. 3(1), 31–35.

- Kurniawan, R. A., & Kholik, H. M. (2022). Usulan Perawatan Mesin Stitching dengan Metode *Reliability Centered Maintenance*. *Jurnal Teknik Industri*, 16(2), 83.
- Raharja, I. P., Suardika, I. B., & Galuh W, H. (2021). Analisis Sistem Perawatan Mesin Bubut Menggunakan Metode RCM (*Reliability Centered Maintenance*) di CV. Jaya Perkasa Teknik. *Industri Inovatif : Jurnal Teknik Industri*, 11(1), 39–48.
- Shinta, H. D. W., Yanti, R., & Qurtubi. (2021). Analisis Perawatan Mesin Dengan Metode Reliability Centered Maintenance(RCM) Terhadapmesinair Jet Loom(AJL). *Seminar Dan Konferensi Nasional IDEC* , 3(1), 26–27.
- Simanungkalit, R. M., Suliawati, S., & Hernawati, T. (2023). Analisis Penerapan Sistem Perawatan dengan Menggunakan Metode *Reliability Centered Maintenance* (RCM) pada Cement Mill *Type Tube Mill* di PT Cemindo Gemilang Medan. *Blend Sains Jurnal Teknik*, 2(1), 72–83.
- Sugiarso, T. A., Teknik, F., Pembangunan, U., Veteran, N., & Timur, J. (2023). *Jurnal 2. Analisa Pemeliharaan Mesin Printer dengan RCM dan LCC Sugiharto*. 3(2).
- Suryana, W. (2021). Analisis Pemeliharaan Mesin Produksi dengan Metode RCM (*Reliability Centered Maintenance*) pada PT. Eluan Mahkota Kabupaten Rokan Hulu. *Jurnal Teknik Industri*, 1–48.
- Wibowo, H., Sidiq, A., & Ariyanto, A. (2020). Penjadwalan Perawatan Komponen Kritis dengan Pendekatan *Reliability Centered Maintenance* (RCM) pada Perusahaan Karet. *Jurnal Ilmiah Teknik Industri*, 6(2), 79–87.