

## PERAWATAN DAN PENJADWALAN MESIN CUTTING-SAWING MENGUNAKAN METODE RCM

<sup>1</sup> Yohanes Stefanus Kusuma Santosa, <sup>2\*</sup> Rian Prasetyo

<sup>1,2</sup> Program Studi Teknik Industri, Universitas Veteran Bangun Nusantara, Jl. Letjend Sujono  
Humardani No. 1, Sukoharjo, Jawa Tengah

e-mail: <sup>1</sup> yohanesstefanus61@gmail.com , <sup>2\*</sup> rnprasetyo286@gmail.com

### ABSTRAK

*PT. XYZ adalah sebuah perusahaan manufaktur yang bergerak dalam produksi karung plastik jenis Polypropylene Woven Bag. Perusahaan ini mengadopsi sistem produksi berdasarkan pesanan (make to order). Penelitian ini bertujuan untuk melakukan analisis kerusakan yang terjadi di mesin cutting-sewing dan membuat penjadwalan rutin. Metode yang digunakan dalam penelitian ini adalah RCM (Reliability Centered Maintenance). Berdasarkan analisa menggunakan RCM terdapat nilai dari mean time to repair (MTTR) 0,53 Jam. Komponen mesin cutting-sewing akan mengalami kerusakan sebanyak 0,000147 kerusakan perjam. Sedangkan nilai dari mean time between failure (MTBF) pada Mesin Cutting-sewing sebesar 53,625 jam. Dan Availabilty pada mesin Cutting-sewing menunjukkan angka 1.1 Ketersediaan mesin yang berarti suatu mesin dapat memproduksi lebih sering dan memerlukan lebih sedikit waktu untuk perawatan dan perbaikan. Dilakukan penjadwalan perbaikan mesin agar dapat mengurangi risiko terjadinya kerusakan serius pada mesin selama berlangsungnya proses produksi. Karena total rata-rata kerusakan mesin yang terjadi adalah 54 Jam, maka waktu yang optimal dilakukan perbaikan mesin yaitu 3 hari sebelum mesin mengalami beberapa kerusakan komponen, mengingat mesin berjalan selama 24 jam tanpa henti.*

**Kata kunci:** Maintenance, Mesin Cutting-sewing, Perawatan dan penjadwalan, RCM, Reliability Centered

### Pendahuluan

*Cutting Sewing* adalah mesin memotong dan menjahit secara otomatis, Sangat sesuai untuk semua jenis tas anyaman laminasi atau non-laminasi. Alat ini digunakan untuk memotong dan menjahit secara bersamaan. Mesin ini menggabungkan pemotongan otomatis, pengumpanan, pelipatan, dan penjahitan otomatis, pemotongan benang, dan penerimaan material. Dengan kinerja yang handal, mesin ini dapat mengurangi intensitas tenaga kerja dan menghemat personel. Kecepatannya yang tinggi, pengoperasian yang mudah, dan pemeliharaan yang sederhana membuatnya menjadi peralatan yang sangat diinginkan oleh berbagai produsen.

PT. XYZ adalah sebuah perusahaan yang hampir semua tahapan produksinya menggunakan mesin. Kerusakan mesin di pabrik ini sering terjadi karena mesin selalu aktif selama hari kerja. Oleh karena itu, maintenance ini sangat penting untuk dilakukan. Hal tersebut dikarenakan jika mesin mengalami kegagalan yang tidak terduga, seluruh proses operasi pabrik akan terganggu, yang pada akhirnya akan menyebabkan penurunan produktivitas. (Alvira et al., 2015; Rizkia et al., 2015). Meskipun mesin yang mengalami kendala langsung ditangani oleh mekanik, namun waktu perbaikan tidak dapat ditentukan dengan pasti. Pada bulan Juni tahun 2023 mesin beroperasi selama 720 jam dan *downtime* selama 6 jam 20 menit. Mesin harus tetap jalan sehingga dapat mendapatkan hasil yang maksimal.

Dalam proses produksi, perawatan sangat penting bagi suatu perusahaan yang berhubungan dengan kelancaran atau kemacetan produksi (Hermawan & Sitepu, 2015; Muhaemin & Nugraha, 2022; Pasaribu et al., 2021). Tujuannya adalah agar produk dapat dibuat dan dikirim ke pelanggan tepat waktu, dan menjaga agar sumber daya kerja seperti mesin dan tenaga kerja tidak terganggu akibat kerusakan pada mesin selama proses

produksi. Hal ini bertujuan untuk mengurangi biaya yang terkait dengan kehilangan produksi atau bahkan menghilangkan biaya tersebut jika memungkinkan.

Reliability Centered Maintenance (RCM) merupakan metode pemeliharaan yang bertujuan untuk memastikan bahwa sistem dan peralatan beroperasi dengan andal serta dapat memenuhi fungsi yang diharapkan. Penggunaan RCM didasarkan pada kebutuhan untuk meningkatkan efisiensi dan efektivitas pemeliharaan dalam industri yang kompleks, di mana kegagalan peralatan dapat berdampak signifikan terhadap operasional dan biaya. Penelitian sebelumnya oleh Bhakti & Kromodihardjo, (2015); Purnomo et al., (2021); Rosihan et al., (2022); Siregar & Munthe, (2019); Theresia et al., (2023) menunjukkan bahwa RCM mampu mengurangi frekuensi kegagalan peralatan dan menurunkan biaya pemeliharaan dengan mengidentifikasi dan menerapkan tindakan pemeliharaan yang tepat berdasarkan analisis fungsi dan kegagalan potensial. Selain itu, studi yang dilakukan oleh Simanungkalit et al., (2023); Ismail & Pusakaningwati, (2023) menunjukkan bahwa RCM juga berkontribusi pada peningkatan keselamatan dan keandalan operasi, terutama di lingkup industri. Dengan fokus pada pengelolaan risiko kegagalan, metode ini menjadi pilihan yang tepat untuk diterapkan dalam lingkungan industri yang menuntut keandalan tinggi. Oleh karena itu, penelitian ini akan mengadopsi metode RCM untuk mengoptimalkan strategi pemeliharaan, dengan harapan dapat meningkatkan keandalan sistem dan mengurangi biaya operasional.

Penelitian ini bertujuan untuk perawatan dan penjadwalan pada mesin *cutting-sewing*. Ini adalah upaya untuk memperpanjang masa pakai aset, memastikan ketersediaan dan kesiapan operasional peralatan serta peralatan yang dipasang untuk kegiatan produksi. Selain itu juga membantu mengurangi pemakaian luar batas dan menjaga modal yang ditanamkan.

Berdasarkan latar belakang yang telah disebutkan tujuan penelitian ini adalah untuk perbaikan dan penjadwalan di PT. XYZ dengan metode RCM. Dengan menggunakan metode ini dapat meminimalkan kerusakan berat pada mesin selama proses produksi. Karena total rata-rata kerusakan mesin yang terjadi adalah 54 Jam.

### Metodologi Penelitian

Penelitian terhadap perawatan dan penjadwalan Perusahaan XYZ menggunakan metode pengumpulan data seperti observasi, dokumentasi, dan kepustakaan (literatur). Studi ini dilakukan secara langsung pada divisi *cutting-sewing*.

Data yang digunakan pada penelitian adalah jenis kerusakan pada mesin *cutting-sewing* terdapat 12 kerusakan. Dari data yang diperoleh, sebagai metode dan pendekatan terstruktur untuk membuat strategi pemeliharaan, RCM dipilih sebagai metode dalam penelitian ini. Tahapan analisis meliputi perhitungan *reliability* (keandalan), *availability* (ketersediaan), MTTR, dan MTBF.

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

RCM adalah metodologi dan pendekatan sistematis yang digunakan untuk membuat strategi pemeliharaan. RCM membutuhkan sejumlah langkah analisis. Langkah-langkah ini termasuk menemukan fungsi utama, menemukan kemungkinan kegagalan, dan memilih tindakan pemeliharaan yang tepat. Dalam RCM, analisis yang digunakan sebagai berikut:

##### 1. MTTR (*Mean time to Repair*)

MTTR adalah jumlah rata-rata waktu yang diperlukan untuk memperbaiki sistem dan mengembalikannya ke fungsionalitas penuh (Bahri & Satoto, 2023) (Syaripudin et al., 2022). Setelah perbaikan dimulai, perhitungan MTTR akan dilakukan hingga kondisi yang terganggu sepenuhnya dipulihkan, termasuk waktu pengujian yang diperlukan.

Dalam industri, MTTR tidak selalu berarti peningkatan. Selain itu, dapat berarti pemulihan, respons, atau penyelesaian. Berikut adalah cara menghitung MTTR:

$$MTTR = \frac{\text{Total waktu perbaikan/kerusakan}}{\text{Total jumlah kerusakan}} \dots\dots\dots(1)$$

2. MTBF (*Mean time Between failure*)

Waktu rata-rata antara kegagalan perangkat keras yang tidak dapat diperbaiki disebut sebagai MTBF (Faradila & Suryaman, 2021). MTBF menunjukkan keandalan sistem yang tidak dapat diperbaiki dan lamanya waktu yang diharapkan untuk berfungsi sebelum sistem gagal sepenuhnya.

Tujuannya adalah untuk memperpanjang umur aset karena MTBF adalah pengukur penting untuk keandalan perangkat keras yang tidak dapat diperbaiki. (Faradila & Suryaman, 2021). Waktu henti dan gangguan sering terjadi karena MTBF yang lebih pendek. Untuk menghitung MTBF, dapat menggunakan rumus tersebut:

$$MTBF = \frac{\text{Total jam operasi}}{\text{Jumlah total kerusakan}} \dots\dots\dots(2)$$

3. Reliability (Keandalan)

$$R(t) = e^{-\lambda t} \dots\dots\dots(3)$$

Keterangan:

R(t) = Keandalan pada waktu t

$\lambda$  = Laju kegagalan

4. Availability (Ketersediaan)

$$A = \frac{MTBF}{MTBF + MTTR} \dots\dots\dots(4)$$

Keterangan:

A = Ketersediaan

MTBF = Waktu rata-rata antara kegagalan

MTTR = Waktu rata-rata untuk memperbaiki

**Hasil dan Pembahasan**

Setelah mengetahui cara melakukan perawatan mesin, dibutuhkan data untuk dianalisis lebih lanjut, dengan mencari nilai rata-rata kerusakan (MTBF), dan rata-rata perbaikan (MTTR). TTR adalah waktu perbaikan hingga mesin dapat berfungsi kembali, sedangkan TBF adalah waktu antara kerusakan pertama dan kerusakan berikutnya. Dimana data perawatan komponen digunakan dalam hal ini, mesin *cutting-sewing*, karena komponen ini paling mudah rusak dibandingkan dengan komponen lainnya. Data *time to repair* (TTR), dan *time between failure* (TBF) mesin *cutting-sewing* dapat dilihat pada pada tabel 1.

Tabel 1. Data Perawatan Mesin Cutting-sewing

No.	Komponen	Tanggal	Waktu Mulai Rusak	Waktu Selesai diPerbaiki	TTR	TBF
1.	Mesin Jahit	04 Mei 2023	07:30	07:40	10 Menit	
2.	Cutter	06 Mei 2023	09:15	09:30	25 Menit	2.975 Menit
3.	Mesin Jahit	08 Mei 2023	03:45	04:45	60 Menit	2.895 Menit
4.	Cutter	10 Mei 2023	05:15	05:30	15 Menit	2.910 Menit
5.	Cutter	13 Mei 2023	08:35	08:50	15 Menit	4.505 Menit
6.	Karet Winder	16 Mei 2023	15:30	16:10	40 Menit	4.720 Menit
7.	Cutter	17 Mei 2023	13:00	14:00	60 Menit	1.250 Menit
8.	Cutter	20 Mei 2023	02:00	02:40	40 Menit	3.600 Menit
9.	Mesin Jahit	25 Mei 2023	01:00	01:25	25 Menit	7.100 Menit
10.	Karet Winder	25 Mei 2023	23:10	23:40	30 Menit	1.305 Menit
11.	Mesin Jahit	30 Mei 2023	01:30	01:50	20 Menit	5.870 Menit
12.	Karet Winder	31 Mei 2023	02:30	03:10	40 Menit	1.480 Menit
<b>TOTAL</b>					380 Menit	38.610 Menit

Setelah mengetahui waktu kerusakan dan perbaikan, langkah selanjutnya adalah menghitung nilai rata-rata waktu kerusakan dan perbaikan.

### 1. MTTR

Dari hasil data yang sudah didapat selama periode 06 Mei 2023 sampai dengan 31 Mei 2023, MTTR untuk mesin *Cutting-sewing*, dapat dihitung sebagai berikut:

$$\begin{aligned} \text{MTTR (Jam)} &= \frac{\text{Total waktu perbaikan/kerusakan}}{\text{Total jumlah kerusakan}} \\ &= \frac{6,333}{12} \\ &= 0,53 \text{ Jam} \end{aligned}$$

### 2. MTBF

Dari hasil data yang sudah didapat selama periode 06 Mei 2023 sampai dengan 31 Mei 2023, MTBF untuk mesin *Cutting-sewing* dapat dihitung sebagai berikut:

$$\begin{aligned} \text{MTBF (Jam)} &= \frac{\text{Total jam operasi}}{\text{Jumlah total kerusakan}} \\ &= \frac{643,5}{12} \\ &= 53,625 \text{ jam} \end{aligned}$$

### 3. Reliability (Keandalan)

Dari hasil data yang sudah didapat selama periode 06 Mei 2023 sampai dengan 31 Mei 2023 Reliability (Keandalan) untuk mesin *Cutting-sewing* dapat dihitung sebagai berikut

$$\begin{aligned} R(t) &= e^{-\lambda t} \\ t &= 24 \\ \lambda &= 12 \\ R(t) &= e^{-12 \cdot 24} \\ R(t) &= 0,000147 \end{aligned}$$

### 4. Availabilty (Ketersediaan)

Dari hasil data yang sudah didapat selama periode 06 Mei 2023 sampai dengan 31 Mei 2023 Availabilty (Ketersediaan) untuk mesin *Cutting-sewing* dapat dihitung sebagai berikut:

$$\begin{aligned} A &= \frac{\text{MTBF}}{\text{MTBF} - \text{MTTR}} \\ A &= \frac{53,625}{53,625 - 0,53} \\ A &= 1,1 \end{aligned}$$

Setelah mengetahui hasil dari waktu kerusakan, dan waktu perbaikan selanjutnya merekap hasil dari waktu kerusakan, dan waktu perbaikan. Hasil waktu kerusakan, dan waktu perbaikan dapat dilihat pada tabel 2.

Tabel 2. Data waktu kerusakan, dan waktu perbaikan

No	Komponen	MTTR	MTBF	Reliability	Availabilty
1.	Mesin Jahit	0,53 Jam	53,625 jam	0,000147/jam	1,1
2.	Cutter				
3.	Karet Winder				

Hasil dari pengolahan data pada tabel 2, diperoleh interval waktu optimal pemeriksaan mesin *Cutting-sewing* pada tanggal 06 Mei 2023 sampai dengan 31 Mei 2023 dengan nilai *mean time to repair* (MTTR) 0,53 Jam. Nilai MTTR di mesin *Cutting-sewing* perusahaan mendapatkan manfaat dari hasil yang lebih kecil. Semakin lama waktu yang dihabiskan untuk perbaikan, semakin lama downtime mesin *Cutting-sewing*, yang mengakibatkan penurunan produktivitas.

Laju kerusakan  $R(t) = 0,000147$  kerusakan / jam. Jadi komponen mesin *cutting-sewing* akan mengalami kerusakan sebanyak 0,000147 kerusakan per jam. Sedangkan nilai *mean time between failure* (MTBF) pada Mesin *Cutting-sewing* sebesar 53,625 jam. Artinya waktu rata-rata diantara kerusakan (MTBF) atau ekspektasi rata-rata mesin hidup (*life mean*) sebesar 53,625 jam. Hal ini berarti bahwa mesin akan mengalami kerusakan untuk komponen mesin *Cutting-sewing* setelah rata-rata beroperasi selama

53,625 jam. Ini menunjukkan umur komponen mesin *Cutting-sewing*. Nilai MTBF pada mesin *Cutting-sewing* menunjukkan hasil yang besar artinya waktu kerusakan, dan gangguan pada mesin *Cutting-sewing* tidak sering terjadi, dan apabila hasil MTBF yang kecil atau rendah menunjukkan waktu kerusakan, dan gangguan pada mesin tersebut sering terjadi.

Durasi *repair* yang lama bisa disebabkan oleh berbagai hal, salah satunya ketidaksiediaan *sparepart* atau *request sparepart* melewati proses panjang atau lama, kurangnya pelatihan kerja pada mekanik sehingga menyebabkan lamanya perbaikan. Setelah mengetahui hasil dari MTTR, dan MTBF faktor-faktor penyebab permasalahan yang terjadi pada mesin *Cutting-sewing* dapat dilihat pada tabel 3.

Tabel 3. Bagian mesin *Cutting-sewing* Yang Sering Mengalami Kerusakan

No.	Komponen Mesin	Kendala Part
1.	Mesin Jahit	mesin jahit tersumbat oleh benang, pulley mesin jahit lepas, tidak menganyam, mesin jahit putus-putus dan harus ganti jarum.
2.	Cutter	pegas pengait lepas, tumpul atau tidak memotong, baut pegas patah.
3.	Karet Winder	karet putus, lepas dan mulai longgar atau tidak terlalu mengikat.

Availability (ketersediaan) merupakan waktu yang tepat dimana mesin dapat berfungsi. Nilai persentase ketersediaan adalah perbandingan antara jam kerja sebenarnya dan jam kerja yang direncanakan. Perhitungan ini membutuhkan nilai dari jam kerja sebenarnya, jam kerja yang direncanakan, dan jam kerja yang ditunda. Ketersediaan mesin mengukur proporsi waktu suatu mesin benar-benar beroperasi dibandingkan dengan waktu yang seharusnya beroperasi. Availability pada mesin *Cutting-sewing* menunjukkan angka 1.1 Ketersediaan mesin yang berarti suatu mesin dapat berproduksi lebih sering dan memerlukan lebih sedikit waktu untuk perawatan dan perbaikan.

#### Penjadwalan Perbaikan Mesin

Setelah mengetahui hasil di atas kemudian dilakukan penjadwalan perbaikan mesin agar dapat menghindari atau meminimalisir kemungkinan terjadinya kerusakan berat pada mesin selama proses produksi berjalan. Karena total rata-rata kerusakan mesin yang terjadi adalah 54 Jam, maka waktu yang optimal dilakukan perbaikan mesin yaitu 3 hari sebelum mesin mengalami beberapa kerusakan komponen, mengingat mesin berjalan selama 24 jam tanpa henti. Penjadwalan perbaikan mesin dapat dilihat pada tabel 4.

Tabel 4. Penjadwalan perbaikan mesin setiap bulan

Hari	Tanggal					
Senin		3	10	17	24	31
Selasa		4	11	18	25	
Rabu		5	12	19	26	
Kamis		6	13	20	27	
Jumat		7	14	21	28	
Sabtu	1	8	15	22	29	
Minggu	2	9	16	23	30	

Keterangan:

Blok merah = Hari perbaikan mesin

#### Kesimpulan

Berdasarkan data yang sudah di bahas terdapat MTTR 0,53 Jam. Komponen mesin *cutting-sewing* akan mengalami kerusakan sebanyak 0,000147 kerusakan perjam. Nilai MTBF pada Mesin *cutting-sewing* sebesar 53,625 jam. Mesin akan mengalami kerusakan komponen setelah rata-rata beroperasi selama 53,625 jam dan ini menunjukkan umur komponen mesin *Cutting-sewing*. Karena total rata-rata kerusakan mesin yang terjadi adalah 54 jam, maka waktu yang optimal dilakukan perbaikan mesin yaitu 3 hari sebelum

mesin mengalami beberapa kerusakan komponen, mengingat mesin berjalan selama 24 jam tanpa henti.

Berdasarkan penelitian yang telah dilakukan, penelitian selanjutnya terkait analisis biaya-efektivitas strategi RCM dapat dilakukan dengan membandingkan biaya perawatan (*sparepart*, tenaga kerja, *downtime*) dan manfaatnya (peningkatan produktivitas, pengurangan kerusakan) melalui pendekatan Cost-Benefit Analysis untuk mengevaluasi efektivitas metode ini.

#### **Daftar Pustaka**

- Alvira, D., Helianty, Y., & Prassetiyo, H. (2015). Usulan Peningkatan Overall Equipment Effectiveness (OEE) Pada Mesin Tapping Manual Dengan Meminimumkan Six Big Losses. *Jurnal Itenas Bandung*, 03(03), 240–251.
- Bahri, S., & Satoto, H. F. (2023). Analisis Efektivitas Preventive Maintenance Pada Automatic Nail Machine di CV. Tiga Bhakti. *Jurnal Ilmiah Teknik Dan Manajemen Industri*, 3(1), 485–500. <https://doi.org/10.46306/tgc.v3i1>
- Bhakti, R., & Kromodihardjo, S. (2015). Perancangan Sistem Pemeliharaan Menggunakan Metode Reliability Centered Maintenance (RCM) Pada Pulverizer (Studi Kasus: PLTU Paiton Unit 3). *JURNAL TEKNIK ITS*, 6(1), 155–160.
- Faradila, D., & Suryaman, S. (2021). Pengaruh Kompensasi, Budaya Organisasi dan Komitmen Organisasi Terhadap Turnover Intention pada Karyawan PT. Krakatau Poschem Dongshu Chemical. *Jurnal Inovasi Dan Kreativitas (JIKA)*, 1(1), 1–7. <https://doi.org/10.30656/jika.v1i1.3282>
- Hermawan, I., & Sitepu, W. J. (2015). Tinjauan Perawatan Mesin Mixing Pada Ud Roti Mawi. *Jurnal Teknovasi*, 02(1), 117–128.
- Ismail, O., & Pusakaningwati, A. (2023). Manajemen Perawatan Panel Distribution Control Dengan Metode Reliability Centered Maintenance (RCM) di PT. Tung Cia Tekhnology Indonesia. *JCI Jurnal Cakrawala Ilmiah*, 2(12). <http://bajangjournal.com/index.php/JCI>
- Muhaemin, G., & Nugraha, A. E. (2022). Penerapan Total Productive Maintenance (TPM) Pada Perawatan Mesin Cutter di PT. XYZ. *Jurnal Ilmiah Wahana Pendidikan*, 8(9), 205–219. <https://doi.org/10.5281/zenodo.6645451>
- Pasaribu, M. I., Ritonga, A. A., Irwan, A., Studi, P., & Mesin, T. (2021). Analisis Perawatan (Maintenance) Mesin Screw Press Di Pabrik Kelapa Sawit Dengan Metode Failure Mode And Effect Analysis (Fmea) Di PT. XYZ. *JITEKH*, 9(2), 104–110.
- Purnomo, J., Affandi, N., Rahmatullah, A., Manajemen, J., & Bina Bangsa, U. (2021). Analisis Penerapan Perawatan Motor Konveyor Mesin Xray Dengan Menggunakan Metode Reliability Centered Maintenance (RCM) Pada PT. Tristan Engineering. *Jurnal Ilmiah Teknik Dan Manajemen Industri Jurnal Taguchi*, 1(2), 134–270. <https://doi.org/10.46306/tgc.v1i2>
- Rizkia, I., Adiarto, H., & Yuniati, Y. (2015). Penerapan Metode Overall Equipment Effectiveness (Oee) Dan Failure Mode And Effect Analysis (Fmea) Dalam Mengukur Kinerja Mesin Produksi Winding Nt-880n Untuk Meminimasi Six Big Losses \*. *Jurnal Online Institut Teknologi Nasional*, 3(04), 273–284.

- Rosihan, R. I., Sastra, F. A., Montororing, Y. D. R., & Widyantoro, M. (2022). Analisa Perawatan Mesin Inflation dengan Metode Reliability Centered Maintenance. *Jurnal Mekanova : Mekanikal, Inovasi Dan Teknologi*, 8(2), 225.
- 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. <https://doi.org/10.56211/blendsains.v2i1.199>
- Siregar, N., & Munthe, S. (2019). Analisa Perawatan Mesin Digester dengan Metode Reliability Centered Maintenance pada PTPN II Pagar Merbau. *JIME (Journal of Industrial and Manufacture Engineering)*, 3(2), 87–94. <http://ojs.uma.ac.id/index.php/jime>
- Syaripudin, M., Budiharjo, & Ayu Rostikawati, D. (2022). Usulan Perawatan Mesin Bending 90 Dengan Pendekatan Preventive Maintenance Berdasar Metode Keandalan Dan Fmea Di Pt. Rinnai Indonesia-Cikupa. *Jurnal Ilmiah Teknik Dan Manajemen Industri Jurnal Taguchi*, 2(2), 175–184. <https://doi.org/10.46306/tgc.v2i2>
- Theresia, L., Ranti, G., & Widianty, Y. (2023). Implementasi Lean Reliability Centered Maintenance (RCM) untuk Meningkatkan Keandalan Mesin: Studi Kasus PT Pelita Cengkareng Paper. *Jurnal IPTEK*, 7(2), 13–20.