

Analisis *Preventive Maintenance* pada Mesin *Injection Molding* dengan Metode *Mean Time Between Failure* dan *Mean Time to Repair* di PT. XZY

Abdul Wahid Arohman^{1*}, Muhamad Agus², Solahhudin³, Desy Agustin⁴

^{1,4}Teknologi Rekayasa Otomotif, Politeknik STMI Jakarta, Jakarta Pusat

^{2,3}Teknik Industri Otomotif, Politeknik STMI Jakarta, Jakarta Pusat

*Koresponden email: abdulwahid184@gmail.com

Diterima: 16 November 2023

Disetujui: 21 November 2023

Abstract

A series of predictable preventive activities to overcome machine failure during operation is very important because it produces good and stable spare parts. This research was carried out with the aim of preventing machine damage due to short circuits that occur in injection molding machines used for the sudden production of automotive component spare parts. The research was carried out using the Mean Time Between Failure (MTBF) and Mean Time To Repair (MTTR) approaches to calculate the time between the machine breaking down and the time it was repaired. The MTBF calculation results in this research were 72.9 hours or less than 4 days the engine would experience damage or every 72.9 hours the engine would experience damage again. The MTTR value obtained is 2 hours, where in 2 hours the work to overcome the damage can be done.

Keywords: *injection molding, MTBF, MTTR, preventive maintenance*

Abstrak

Serangkaian aktivitas pencegahan secara terprediksi untuk mengatasi kegagalan mesin pada saat pengoperasian sangatlah penting karena untuk menghasilkan suatu *spare part* yang bagus dan stabil. Penelitian ini dilakukan bertujuan untuk mencegah kerusakan mesin akibat arus pendek yang terjadi pada mesin *injection molding* yang digunakan untuk produksi *spare part* komponen otomotif yang sifatnya mendadak. Penelitian dilakukan dengan metode pendekatan *Mean Time Between Failure* (MTBF) dan *Mean Time To Repair* (MTTR) untuk menghitung waktu antara mesin ketika *breakdown* dan waktu *repair*. Hasil perhitungan MTBF pada penelitian ini sebesar 72,9 jam atau kurang dari 4 hari mesin akan mengalami kerusakan atau setiap 72,9 jam mesin akan Kembali mengalami kerusakan. Pada nilai MTTR diperoleh sebesar 2 jam yang mana dalam 2 jam pekerjaan dalam mengatasi kerusakan dapat dilakukan.

Kata Kunci: *injection molding, MTBF, MTTR, preventive maintenance*

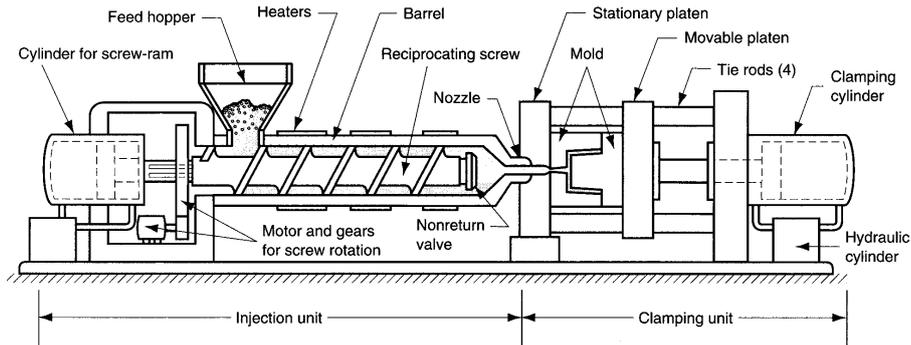
1. Pendahuluan

Revolusi industri menuntut industri modern untuk terus melakukan pengembangan agar dapat bersaing dan mempertahankan eksistensi. Salah satu industri yang sedang mengalami perkembangan yang sangat pesat salah satunya adalah industri otomotif yang harus bekerja secara efektif dan efisien [1]. Inovasi berkembang seiring dengan kemajuan teknologi yang telah ditemukan baik itu kendaraan listrik maupun kendaraan konvensional. Beberapa *spare part* bervariasi juga dihasilkan oleh beberapa perusahaan untuk mendorong kemajuan dari perkembangan otomotif, diantaranya adalah *spare part* yang diproduksi menggunakan material polimer seperti plastic. Proses produksi *spare part* dari material polimer atau plastik dapat dilakukan menggunakan mesin *injection molding* [2].

Mesin *injection molding* sangatlah umum digunakan dalam industri pengolahan plastik dan biasa digunakan untuk pekerjaan yang terus menerus dalam waktu lama ketika melakukan produksi [3], [4]. *Injection molding* digunakan untuk mencetak sebuah part dari material berupa biji plastik yang dilelehkan menggunakan pemanas sesuai dengan titik leleh material yang digunakan, kemudian didinginkan dan dicetak pada ruangan yang disebut mold (cetakan) [5]. Serangkaian aktivitas pencegahan secara terprediksi untuk mengatasi kegagalan mesin pada saat pengoperasian sangatlah penting karena untuk menghasilkan suatu *spare part* yang bagus dan stabil. Berbagai part yang sering mengalami kerusakan sering ditemukan pada bagian hidrolis yang mengalami kebocoran, kelistrikan yang mengalami arus pendek, dan mekanik yang menghasilkan suara kebisingan [6]. Mesin *injection molding* sering mengalami kerusakan salah satunya diakibatkan oleh karena terjadinya kenaikan suhu yang tidak normal yang ditimbulkan oleh

kelistrikan pada bagian pemanas atau *heater* [7]. Komponen dan skema mesin injection molding dapat dilihat pada **gambar 1**.

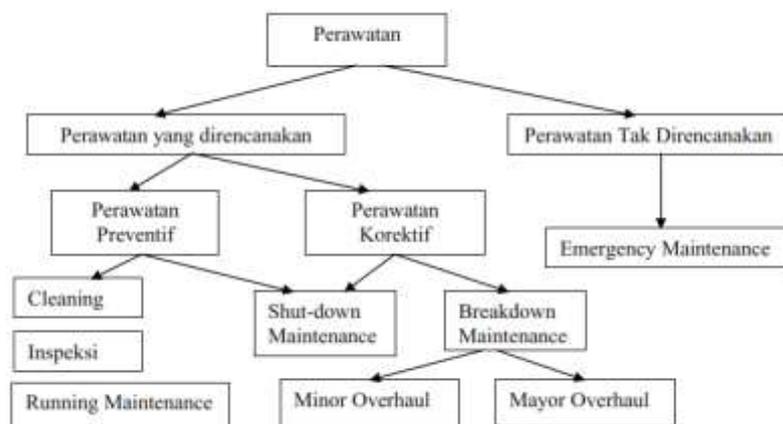
Prinsip dari perawatan adalah menjaga tingkat konsistensi dalam mengoptimalkan produksi dengan kesiapan fasilitas tanpa mengesampingkan keselamatan kerja [8]. Saat ini, terdapat berbagai jenis metode perawatan mesin yang telah dikembangkan. Perawatan mesin dapat dilakukan apabila terjadi sebuah kegagalan yang dapat berdampak pada semua peralatan dan proses produksi menjadi terganggu [1]. Perawatan di suatu industri merupakan salah satu faktor yang penting dalam mendukung suatu proses produksi yang memiliki daya saing di pasar [9]. Seorang *engineer* harus mampu mengatasi pemeliharaan dan menentukan sistem pemeliharaan yang tepat guna meminimalisir mesin mengalami *brakedown* dan biaya perawatan. *Breakdown Maintenance* dapat diartikan sebagai suatu perawatan yang dilakukan Ketika mesin yang digunakan telah rusak, perawatan ini bisa dilakukan dengan cara perbaikan atau mengganti komponen mesin [10].



Gambar 1. Skema dan komponen mesin *injection molding*
Sumber: fundamental of modern engineering [11]

Penggunaan mesin *injection machine* yang digunakan secara kontinu maka usaha untuk menjaga kesiapan mesin agar tetap terjaga dibutuhkan perencanaan perawatan. Secara umum klasifikasi pemeliharaan dapat dilihat pada **Gambar 2**. Tindakan preventif dan korektif adalah dua komponen mendasar dari pemeliharaan terencana. Pemeliharaan darurat adalah jenis pemeliharaan tidak terjadwal yang dilakukan ketika tindakan segera diperlukan untuk mencegah konsekuensi yang mengerikan, seperti kehilangan hasil, kerusakan peralatan yang signifikan, atau ancaman terhadap keselamatan pekerja [12].

Landasan dasar perawatan dan suatu teknik yang dipakai mengembangkan perawatan pencegahan (*preventive maintenance*) yang terjadwal [13]. Hal ini dilandaskan pada prinsip keandalan dari peralatan dan struktur dari kinerja yang akan dicapai. *Preventive maintenance* merupakan kegiatan pemeliharaan dan perawatan yang dilakukan untuk mencegah timbulnya kerusakan yang tidak terduga yang dapat menyebabkan fasilitas produksi mengalami kerusakan ketika digunakan dalam proses produksi [14]. *Preventive maintenance* ini sangat penting karena kegunaannya yang sangat efektif di dalam menghadapi fasilitas-fasilitas produksi yang termasuk ke dalam golongan kritikal. Kegiatan pemeliharaan preventif meliputi pemeriksaan sebagian atau keseluruhan peralatan, *overhaul* periode tertentu, penggantian oli, pelumasan dan sebagainya [15].



Gambar 2. Skema jenis-jenis perawatan
Sumber: Manajemen Perawatan Mesin [12].

Melalui pemeliharaan yang terjadwal, kerusakan pada fasilitas dan peralatan dapat diprediksi. *Predictive ability* akan mempermudah proses pemeliharaan, sehingga potensi kerugian akibat berhentinya proses produksi dapat ditekan seminimal mungkin [16]. Hal ini bisa diwujudkan dengan menjalankan perawatan serta pemeliharaan secara terjadwal dan mengikuti prosedur penggunaan yang tepat. Dengan cara ini, hasil produksi dapat ditingkatkan dalam produktivitas dan efisiensi, sehingga mencapai tujuan perusahaan dengan sukses. Salah satu pendekatan yang dapat digunakan untuk mengetahui kapan mesin akan mengalami *breakdown* adalah dengan menggunakan pendekatan *Mean Time Between Failure* (MTBF) dan *Mean Time To Repair* (MTTR) [17], [18]. MTBF digunakan sebagai acuan dasar Ketika hendak melakukan perancangan produk berdasarkan pengalaman dari eksperimen sebelumnya. Sedangkan MTTR digunakan untuk mencari rerata waktu komponen untuk dilakukan perbaikan atau perawatan [19].

PT. XZY ini merupakan suatu industri yang menghasilkan produk berupa *spare part* komponen otomotif yang terbuat dari material plastik hasil proses *injection molding* baik roda dua maupun roda empat seperti *rear cover body, floor L & R, grip handle, box battery, inner lamp, dan cover radiator*. Mesin *injection molding* Accel 130T yang bekerja secara terus menerus pada PT. XZY ini mengalami kerusakan pada bulan Desember 2022 sampai Februari 2023 pada bagian *heater nozzle* akibat arus pendek yang sering terjadi. Kerusakan pada suhu eror akibat arus pendek ini membuat kinerja dari *heater* menurun sehingga produksi menjadi terganggu akibat harus dilakukan perbaikan. Arus pendek yang terjadi ini diakibatkan oleh lelehan material yang menempel pada bagian luar *heater* (dapat dilihat pada **Gambar 3**). Data catatan produk yang cacat produksi akibat kerusakan pada *heater nozzle* sebanyak 10,86% di bulan Desember, Januari 14,14%, dan Februari 18,67% yang mana melebihi ambang toleransi dari perusahaan yakni 2%.



Gambar 3. Heater Nozzle terkena lelehan material

Sumber: Dokumen Pribadi

Berbagai penelitian tentang *preventif maintenance* telah dilakukan oleh beberapa peneliti seperti Nuprihatin, dkk 2019 [20] mengidentifikasi bahwa penurunan efektifitas mesin WP-ATB08 Line 7 di industri makanan dipengaruhi oleh *breakdown* mesin sebesar 11,6% dan waktu perbaikan dihitung MTBF dan MTTR diperoleh sebesar 2317 menit dan 289 menit (secara berturut-turut), dengan indikasi mesin akan mengalami *breakdown* sebanyak 53 kali dalam setahun. Ada pula Heru winarno, 2015 [21] melakukan penelitian penyebab dan akibat yang ditimbulkan oleh *breakdown* mesin forklift 2.5 ton dan 7 ton, dengan hasil perhitungan nilai MTBR sebesar 92,44 menit pada forklift 2.4 ton dan 508 menit pada 7 ton dapat dikatakan bahwa forklift 2.5 kurang reliabel karena jarak *breakdown* berikutnya sekitar 6 bulan, sedangkan MTTR pada forklift 2.5 ton sebesar 21,33 menit menunjukkan hasilnya kurang baik karena tingginya prediksi *breakdown* dan pada forklift 7 ton menghasilkan perhitungan baik yakni akan mengalami *breakdown* pada 6 bulan lagi.

Penelitian ini dilakukan bertujuan untuk mencegah kerusakan mesin akibat arus pendek yang terjadi pada mesin *injection molding* yang digunakan untuk produksi *spare part* komponen otomotif yang sifatnya mendadak. Manfaat yang diharapkan mampu meningkatkan kapasitas produksi dan mengurangi waktu berhenti operasi alat setelah dilakukan analisa penelitian dan memberikan rekomendasi kepada Perusahaan untuk melakukan *preventive maintenance* sesuai dengan hasil dari penelitian.

2. Metode Penelitian

Metode penelitian ini meliputi seluruh aktivitas yang dilakukan oleh peneliti dalam upaya perbaikan atas masalah yang diperoleh pada objek penelitian. Data yang digunakan adalah data primer yang diperoleh

dengan cara melakukan observasi langsung di lapangan serta perhitungan semua aktivitas kerja di PT XZY. Penelitian ini dilakukan pada rentang waktu Desember 2022 sampa Februari 2023 di PT XZY denga memilih salah satu mesin injection molding Accel 130T.

Pendekatan yang dilakukan yakni menggunakan metode pendekatan *Mean Time Between Failure* (MTBF) dan *Mean Time To Repair* (MTTR) untuk menghitung waktu antara mesin ketika *breakdown* dan waktu *repair*. Jumlah rata-rata yang berlalu antar mesin atau komponen yang rusak dikenal sebagai MTBF, untuk menghitungnya menggunakan perkalian waktu operasional keseluruhan mesin dan jumlah kerusakan [22].

$$MTBF = \frac{\text{Jumlah Produksi}}{\text{Frekuensi Breakdown}} \quad (1)$$

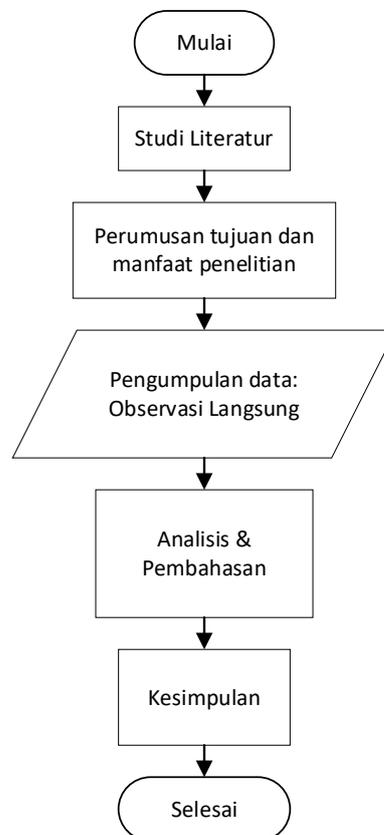
Sedangkan untuk MTTR adalah rerata waktu yang digunakan pada setiap kali perbaikan yang dibutuhkan oleh mesin atau komponen yang mengalami kerusakan. MTTR didefinisikan sebagai indicator skill dari mekanik *maintenance* saat menghadapi kerusakan pada mesin atau komponen, dapat dihitung dengan menggunakan total *breakdwontime* dibagi dengan frekuensi *breakdown*.

$$MTTR = \frac{\text{Breakdown Time}}{\text{Frekuensi Breakdown}} \quad (2)$$

Pada penentuan persentase kecacatan produk dari hasil produksi yang dihasilkan oleh mesin injection molding Accel 130T digunakan rumus berikut ini:

$$CL = \frac{\text{Total Jumlah Produksi Cacat}}{\text{Total Jumlah Produksi}} \times 100\% \quad (3)$$

Berdasarkan **Gambar 4** *flowchart* penelitian dimulai dengan melakukan studi literatur lalu dilanjutkan melakukan perumusan tujuan dan manfaat penelitian, kemudian dilanjutkan melakukan observasi secara langsung, setelah itu dilakukan analisis dan pembahasan dan ditarik kesimpulan dan saran.



Gambar 4. *Flowchart* Penelitian

3. Hasil dan Pembahasan

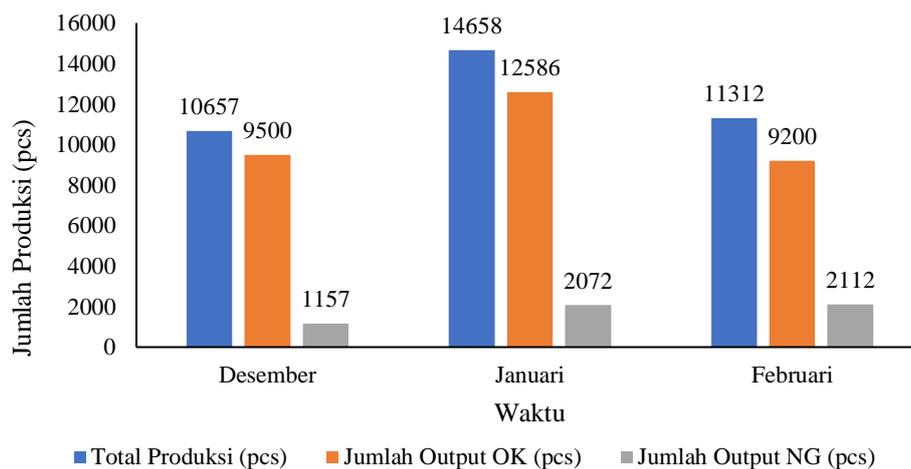
Pengolahan data yang diperoleh dapat digunakan untuk dilakukan analisis. Pada **Tabel 1** dapat dilihat bahwa hasil perhitungan frekuensi jumlah *brakedown* yang dialami pada mesin *injection molding* Accel 130T. Sebanyak 20 kali mesin mengalami *breakdown* karena efek dari *heater nozzle* yang terkena lelehan material.

Tabel 1. Riwayat kerusakan dan *downtime* Mesin Injection Molding Accel 130T

Parameter	<i>Down time</i>	Waktu Perbaikan (jam)	Jumlah <i>Downtime</i> (jam)	Waktu
Tidak bisa inject material	17	5	22	13 Des 2022
Material kering di ujung nozel	1	1	2	14 Des 2022
Temperature nozel tidak panas	1	1	2	5 Jan 2023
Tidak bisa inject material	12	4	16	10 Jan 2023
Temperature nozel tidak panas		1	1	10 Jan 2023
Heater barrel tidak panas		0.75	0.75	21 Jan 2023
Temperature nozel tidak panas	1	1	2	22 Jan 2023
Temperature nozel tidak panas	1	1	2	25 Jan 2023
Tidak bisa inject material	11	3.5	14.5	28 Jan 2023
Temperature nozel tidak panas	1	1	2	29 Jan 2023
Temperature nozel tidak panas	1	1	2	2 Feb 2023
Temperature nozel tidak panas	1	1	2	6 Feb 2023
Mesin berisik		4	4	6 Feb 2023
Mesin berisik		0	0	6 Feb 2023
Mesin inject material sendiri saat posisi mundur		6	6	7 Feb 2023
Temperature nozel tidak panas	1	1	2	8 Feb 2023
Karet pulley rusak	10	3	13	9 Feb 2023
Tidak bisa inject material	10	3	13	15 Feb 2023
Temperature nozel tidak panas		1	1	16 Feb 2023
Temperature nozel tidak panas		1	1	24 Feb 2023

Sumber: PT. XZY

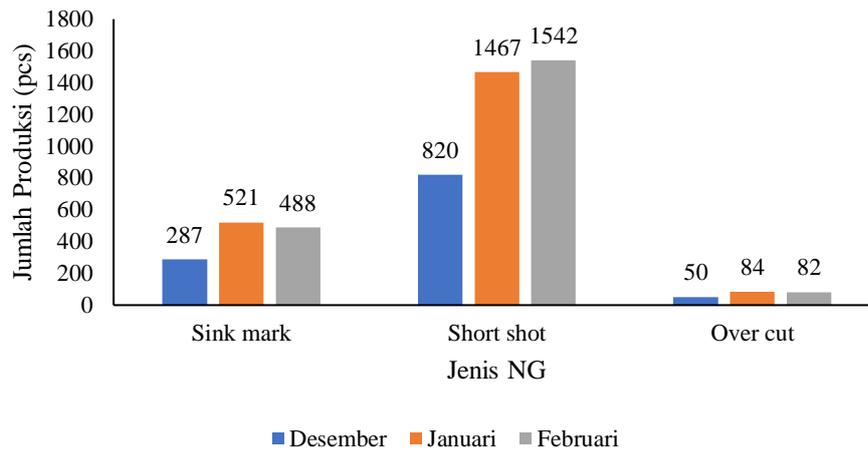
Pada **Gambar 5** dapat dilihat hasil produk pivot yang dihasilkan pada saat mesin beroperasi dalam keadaan *heater* eror pada Desember 2022 sampai Februari 2023, karena PT. XZY mengejar kebutuhan pelanggan tetap tersedia.



Gambar 5. Data Produksi Pivot

Sumber: PT. XZY

Sedangkan pada **Gambar 6** adalah data perolehan hasil jenis-jenis produk cacat (NG) seperti *short shot*, *shink mark*, dan *overcut*.



Gambar 6: Data Produksi Pivot
Sumber: PT. XZY

Sedangkan pada **Tabel 2** dapat dilihat detail presentasi dari kecacatan produk yang dihasilkan, dimana rata-rata produksi mengalami kecacatan sebesar 14,55%.

Tabel 2. Presentase jumlah kecacatan

Waktu	Total Produksi (pcs)	Jumlah Output NG (pcs)	Quality
Desember	10657	1157	10,86%
Januari	14658	2072	14,14%
Februari	11312	2112	18,67%
Rata-rata			14,55%

Sumber: PT. XZY

Pada pengolahan perhitungan MTBF dan MTTR berdasarkan data kerusakan dan perbaikan dari mesin injection molding Accel 130T di bulan Desember 2022 sampai Februari 2023. Menurut data yang diperoleh pada saat observasi, mesin injection molding Accel 130T rata-rata beroperasi selama 486/ bulan dan berdasarkan laporan terdapat 20 kerusakan selama 3 bulan seperti yang tertera pada **Tabel 1**, maka dari itu,

$$486 \text{ jam} \times 3 \text{ bulan} = 1458 \text{ jam}$$

Setelah itu dilakukan perhitungan untuk mencari nilai MTBF:

$$\text{MTBF} = \frac{1458 \text{ jam}}{20}$$

$$\text{MTBF} = 72,9 \text{ Jam}$$

Sedangkan nilai hasil perhitungan MTTR:

$$\text{MTTR} = \frac{40 \text{ jam}}{20}$$

$$\text{MTTR} = 2 \text{ Jam}$$

Berdasarkan perhitungan MTBF didapati bahwa rata-rata kerusakan terjadi setiap 72,9 jam atau empat hari mesin beroperasi. Sebelum rentang waktu 72,9 jam mesin beroperasi, operator atau engineer sebaiknya segera mempersiapkan untuk proses perawatan kembali. Pada hasil perhitungan MTTR didapatkan rata-rata waktu yang diperlukan untuk 1 kali perbaikan menghabiskan waktu 2 jam.

4. Kesimpulan

Mesin *injection molding* yang dituntut untuk bekerja secara kontiyu dan terus-menerus seringkali mengalami kerusakan secara tiba-tiba. Hal yang bisa dilakukan oleh *engineer maintenance* adalah dengan

menerapkan *preventive maintenance* supaya kerusakan yang tiba-tiba terjadi pada mesin saat beroperasi dapat diminimalisir. Sehingga penurunan jumlah produksi dan kualitas produksi yang tidak bagus dapat dihindari.

Salah satu cara melakukan *preventive maintenance* yakni dengan melakukan perhitungan MTBF dan MTTR untuk mengetahui kapan waktu mesin akan kembali mengalami masalah dan seberapa lama waktu yang dibutuhkan operator dalam mengatasi kerusakan tersebut. Hasil perhitungan MTBF pada penelitian ini sebesar 72,9 jam atau kurang dari 4 hari mesin akan mengalami kerusakan atau setiap 72,9 jam mesin akan Kembali mengalami kerusakan. Pada nilai MTTR diperoleh sebesar 2 jam yang mana dalam 2 jam pekerjaan dalam mengatasi kerusakan dapat dilakukan.

5. Referensi

- [1] Alsakina, Allysa, and Ade Momon. "Analisis Perawatan Mesin Injection dengan Metode RCM pada Perusahaan Manufaktur." *STRING (Satuan Tulisan Riset dan Inovasi Teknologi)* 8.1 (2023): 20-27.
- [2] S. Tjandra, "Analisis Reliabilitas Pada Sistem Produksi Lampu Depan Honda Supra di PT. XYZ," *Seminar Nasional Teknik Mesin*, 2012.
- [3] Irawan, Deni. *Pembuatan Cetakan Tekan Untuk Komponen Aksesoris Sepeda Motor Berbahan Plastik Untuk Penggunaan Mesin Cetak Injeksi*. Diss. 2018.
- [4] P. Nunes, E. Rocha, and J. P. Santos, "Using Intelligent Edge Devices for Predictive Maintenance on Injection Molds †," *Applied Sciences (Switzerland)*, vol. 13, no. 12, Jun. 2023, doi: 10.3390/app13127131.
- [5] Purba, Surya Ananda, and Muhammad Hasan Albana. "Pengaruh Temperatur Media Pendingin dan Circle Time terhadap Defect Crack Line pada Produk SP 04 Haemonetics." *Jurnal Integrasi* 9.1 (2017): 48-52.
- [6] V. Rousopoulou, A. Nizamis, T. Vafeiadis, D. Ioannidis, and D. Tzovaras, "Predictive Maintenance for Injection Molding Machines Enabled by Cognitive Analytics for Industry 4.0," *Front Artif Intell*, vol. 3, Nov. 2020, doi: 10.3389/frai.2020.578152.
- [7] Muttaqin, Aris Zainul, et al. "Pengaruh Holding Time Dan Mold Temperature Terhadap Cacat Warpage Pada Proses Komposit Al-Pp Dengan Injection Molding." *Stator: Jurnal Ilmiah Teknik Mesin* 5.2 (2022): 69-73.
- [8] A. H. Iswanto, *Manajemen Pemeliharaan Mesin-Mesin Produksi*. 2008.
- [9] A. Ardian and M. Pd, *Perawatan Dan Perbaikan Mesin Pendidikan Teknik Mesin Fakultas Teknik Universitas Negeri Yogyakarta*. 2017.
- [10] I. Zein, D. Mulyati, and I. Saputra, "Perencanaan Perawatan Mesin Kompresor Pada PT. Es Muda Perkasa Dengan Metode Reliability Centered Maintenance (RCM)," *Serambi Engineering*, vol. IV, no. 1, 2019.
- [11] Groover, Mikell P. *Fundamentals of modern manufacturing: materials, processes, and systems*. John Wiley & Sons, 2020.
- [12] Arsyad, Muhammad, and Ahmad Zubair Sultan. *Manajemen perawatan*. Deepublish, 2018.
- [13] Mulawarman, Ferdian Arif. "Perencanaan Perawatan Mesin Injection Molding Dengan Menggunakan Metode Realibility Centered Maintenance Di PT. Victory Plastic." *Jurnal Teknik mesin* 4.03 (2016).
- [14] I. N. Daulay, S. S. Nurutami, and D. D. Daniel, "Analisis Maintenance Reliability Terhadap MTBF (Mean Time Between Failures) Facilities Pada Industri Pulp & Paper," *Jurnal Ekonomi*, 2013.
- [15] N. D. Anggraeni, "Reliability Analysis to Determine Mean Time between Failures (MTBF) on Machinery," 2017.
- [16] O. Sunardi and I. Iskandar, "Jurnal Teslink : Teknik Sipil dan Lingkungan Analisis Efektivitas Mesin dengan Total Productive Maintenance (Studi Kasus pada Proses Mixing)," vol. 4, no. 2, pp. 98–106, 2022, doi: 10.52005/teslink.v115i1.xxx.
- [17] S. Khasanah and B. Panuntun, "Analisis Efisiensi Pekerjaan Pada Pemeliharaan Komponen Mesin Belt Conveyor Kritis Menggunakan Pendekatan Preventive Maintenance di PT Varia Usaha Beton Cabang Batang," *G-Tech: Jurnal Teknologi Terapan*, vol. 7, no. 2, pp. 563–569, Mar. 2023, doi: 10.33379/gtech.v7i2.2326.
- [18] P. A. Wicaksono and F. Ariska, "Lean Maintenance Pada Transmission Case Td Line Untuk Mereduksi Waste Guna Meningkatkan Efektivitas Dan Efisiensi Perawatan Mesin di PT Mitsubishi Krama Yudha Motors Manufacturing," 2020.
- [19] I. D. Pranowo, *Sistem dan Manajemen Pemeliharaan*. CV Budi Utama, 2019.

-
- [20] F. Nurprihatin, M. Angely, and H. Tannady, "Total Productive Maintenance Policy to Increase Effectiveness and Maintenance Performance Using Overall Equipment Effectiveness," *Journal of Applied Research on Industrial Engineering*, 2019.
- [21] Winarno, Heru, and Sampurna Yuda Negara. "Analisis Productive Maintenance di PT. Sankyu Indonesia International." *Jurnal INTECH Teknik Industri Universitas Serang Raya* 1.1 (2015): 24-32.
- [22] Kurnianto, Ario, Alfian Destha Joanda, and Muamar Al Ghifari. "Analisa Penerapan Preventive Maintenance pada Mesin Kompresor Sentrifugal dengan Menggunakan Metode Mean Time Between Failure dan Mean Time to Repair." *Jurnal Kajian Teknik Mesin* 8.1 (2023): 80-86.