

PENENTUAN INTERVAL WAKTU PERAWATAN MESIN INJECTION MOULDING MENGGUNAKAN METODE RCM DI PT “X”

Alfian Muhtadi¹ dan Etik Puspitasari²

*^{1,2} Teknik Mesin, Politeknik Negeri Malang
¹alfianmuhtadi@gmail.com ²etik.puspitasari@polinema.ac.id*

ABSTRACT

In the industrialized world, product is the main of a production process that forms a production process system. In order to a system of production process running continuesly, need a maintenance of the equipment and production machines. The machine maintenance is needed to minimize the damage of machine then the machine can be used for a long time. The purpose of the study is to calculate the reliability value in which the interval time of maintenance will be determined so that it can support the reliability of the tool. Method of the study uses the RCM (Reliability Centered Maintenance) to solve machine maintenance problems that often occur at PT “X”. RCM method has the advantage of defining a machine focused maintenance program and avoids unnecessary maintenance activities by specifying appropriate maintenance intervals. This study also presents qualitative data in the form of FMEA analysis (Failure Mode Effect Analysis) and quantitative data in the form of determining reliability values and determining maintenance time intervals which provide a solution for PT. “X”.The result of the study, reliability value of the MJM-JLB-HQ Injection Moulding Machine is 0.9183 at 12 hours, VICTOR Injection Moulding is 0.9243 at 4 hours, and the reliability value of MJM-JLB 198-HQ Mould is 0.5125 at 96 hours, VICTOR's Mould is 0.5063 at 72 hours. For the results of maintenance interval to keep the value of reliability not going down below 0.9 is 12 hours for MJM-JLB198-HQ Injection Molding Machines, then 4 hours for VICTOR Injection Moulding Machines. The result maintenance interval analysis of mould with reliability not going down below the value of 0.5 is 96 hours on MJM-JLB198-HQ Injection Moulding Machine, and 72 hours at VICTOR Injection Moulding Machine.

Keywords: failure time, maintenance interval, maintenance time, RCM, reliability.

1. PENDAHULUAN

Zaman sekarang perkembangan teknologi berjalan dengan cepat. Perkembangan tersebut dapat dirasakan pada berbagai aktivitas kehidupan, khususnya industri manufaktur. Dengan adanya perkembangan teknologi dapat menimbulkan perubahan dari suatu permesinan yang diperlukan serta output yang dihasilkan.

PT “X” ialah perusahaan yang berjalan dalam industri plastik. Solusi komprehensif PT “X” memenuhi berbagai kebutuhan dan keinginan pelanggan di bidang plastik. Mulai dari identifikasi kebutuhan, pemilihan mesin, *molding*, robot, dan label yang sesuai, penyediaan komponen hingga instalasi mesin, hingga layanan purna jual dengan spesifikasi yang paling tepat dan sejalan dengan perkembangan tuntutan industri.

Salah satu produksi plastik di PT “X” menggunakan mesin pencetak plastik yang berada di Bengkel Teknik Mesin Politeknik Negeri Malang. Fungsi dari mesin pencetak plastik tersebut adalah untuk mencetak plastik sesuai dengan kebutuhan pelanggan.

Mengingat pentingnya fungsi dari mesin pencetak plastik tersebut, diperlukan metode perawatan yang tepat untuk menjaga keandalan dari peralatan dan juga mengurangi *downtime* yang pada mesin pencetak plastik tersebut. Salah satu cara untuk menjaga keandalan peralatan dan mengurangi *downtime* tersebut adalah dengan menerapkan sistem perawatan tepat yakni dengan menerapkan metode perawatan *reliability centered maintenance* (RCM).

2. TINJAUAN PUSTAKA

Menurut Alhilman & Saedudin (2011) reliabilitas adalah suatu kemungkinan yang menunjukkan kemampuan suatu sistem atau komponen untuk melakukan Analisis, diperlukan perhitungan fungsi dalam kondisi yang ditetapkan untuk jangka waktu tertentu. Sedangkan *Reliability centered maintenance* (RCM) ialah kombinasi prosedur pemeliharaan dari *preventive maintenance* dan *corrective maintenance* yang berupa praktek dan strategi yang bermaksud memaksimalkan *lifetime* serta fungsi suatu peralatan (Ferdian, 2016). Dalam hal ini *reliability centered maintenance* dapat digunakan sebagai metode untuk menganalisis suatu peralatan dimana terdapat komponen atau alat mesin yang termasuk dalam kategori kritis, sehingga dari analisis tersebut didapat interval perawatan untuk mengurangi downtime (Susanto & Azwir, 2018).

Dalam konsep RCM lebih ditekankan pada mempertahankan nilai keandalan suatu alat. Menurut Kurniawan (2013) keandalan ialah pelaksanaan fungsi yang telah ditetapkan pada kondisi pengoperasian serta lingkungan tertentu melalui probabilitas yang ada dalam periode masa yang ditentukan. Dalam menentukan keandalan terdapat 2 parameter, yaitu :

1. *Mean Time Between Failure*

MTBF ialah rata-rata waktu sistem yang tanpa terjadi kegagalan pada periode waktu tertentu (Suhara dkk, 2012). MTBF dapat diperoleh dengan menggunakan persamaan sebagai berikut:

$$MTBF = \frac{\sum Uptime}{n} \quad \dots(1)$$

Keterangan:

Uptime = waktu optimal mesin

n = frekuensi kerusakan

2. Mean Time to Repair.

MTTR adalah rata-rata waktu dalam memperbaiki sistem ataupun komponen (Revitasari dkk, 2015). MTTR dapat diperoleh dengan menggunakan persamaan sebagai berikut:

$$MTTR = \frac{\sum t}{n} \quad \dots(2)$$

Keterangan:

t = waktu *downtime*

n = frekuensi kerusakan

Dalam perhitungan nilai keandalan terdapat 4 distribusi yang nantinya akan dipilih mana yang paling sesuai dengan kondisi alat, meliputi distribusi weibull, distribusi lognormal, distribusi eksponensial, distribusi normal (Al-alam, 2019). Dalam penelitian kali ini menggunakan Distribusi Weibull dan Distribusi Eksponensial.

1. Distribusi Weibull

Distribusi ini bersifat fleksibel karena memiliki peranan penting untuk keandalan. Menurut Suwandi (2019) pada distribusi weibull dapat digunakan dalam sistem, subsistem dan komponen yang telah rusak serta terjadi penurunan dalam keandalan pada distribusi probabilitasnya. Parameter yang digunakan pada distribusi ini ada 3, yakni location or time delay (γ), shape parameter or slope (β), dan scale parameter (η) [7].

$$R(t) = \exp\left[-\left(\frac{t-\gamma}{\eta}\right)^\beta\right] \quad \dots(3)$$

Keterangan:

Exp = 2,718

t = waktu terjadinya kerusakan

η = *characteristic life* (CL)

β = beta *shape factor* atau garis miring

γ = *time delay*

2. Distribusi Eksponensial

Distribusi eksponensial memiliki laju kegagalan yang stabil, atau probabilitas untuk mengalami kerusakan bukan bergantung umur alat. Parameter distribusi eksponensial ada 2, yakni t (fungsi waktu) serta γ (parameter lokasi) (Al-alam, 2019).

Persamaan keandalan distribusi eksponensial seperti berikut:

$$R(t) = e^{-\lambda(t-t_0)} \quad \dots(5)$$

Keterangan:

Exp = 2,718

t = Waktu ≥ 0

λ = Kecepatan rata-rata terjadinya kerusakan $\lambda > 0$

γ = Parameter lokasi

Pada analisa kualitatif digunakan analisa *failure mode and effect analysis*. FMEA ialah metode yang bermaksud sebagai evaluasi desain sistem melalui pertimbangan jenis mode kegagalan pada sistem yang meliputi komponen serta menganalisis pengaruhnya pada keandalan sistem. (Munawir & Yunanto, 2014). Pada penyusunan FMEA dibutuhkan elemen elemen pendukung, yaitu:

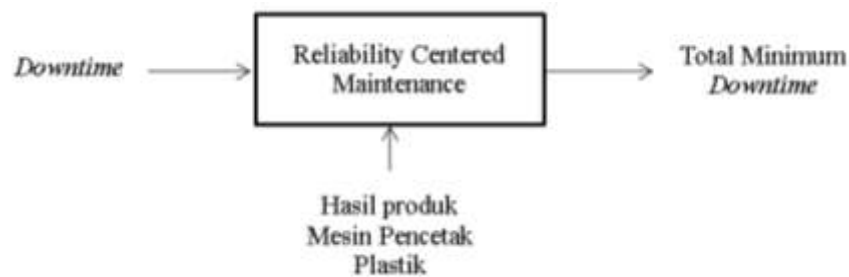
1. FMEA *number*
2. *Item*
3. FMEA *date*
4. *Potential failure mode*
5. *Potential effect of failure*
6. *Severity*
7. *Clasification*
8. *Potentil causes*
9. *Occurance*
10. *Current process control*
11. *Detection*
12. *Risk priority number*
13. *Recommended action*
14. *Responsility for the Remommended Action*

15. *Responsibility for the Remommended Action*

Nilai RPN memperlihatkan keseriusan pada *potential failure*, jika semakin tinggi nilai RPN memperlihatkan semakin bermasalah. Dalam melaksanakan perbaikan tidak ada acuan RPN. Secepat mungkin laksanakan perbaikan pada *potencial cause*, alat kontrol, serta efek yang diakibatkan (Ramadhan, 2018).

3. METODE PENELITIAN

Dalam proses penelitian dibutuhkan kerangka dasar penelitian yang terlihat dalam Gambar 1.



Gambar 1. Kerangka Konsep Penelitian

Metode pengambilan data yang dilakukan dalam penelitian ini yaitu :

- 1) Data primer
 - a) Wawancara
 - b) Observasi atau studi lapangan
- 2) Data sekunder
 - a) Mengumpulkan, melihat, dan mempelajari data perusahaan
 - b) Melakukan studi literatur yang berkaitan pada penelitian

Data yang diperlukan pada penelitian ini seperti berikut :

- 1) Data kualitatif
 - a) Data fungsi peralatan
 - b) Data kerusakan peralatan
 - c) Data penyebab kerusakan peralatan
 - d) Data efek kerusakan peralatan
- 2) Data kuantitatif
 - a) Data waktu antar kerusakan
 - b) Data waktu perbaikan

Dalam mengolah data metode yang digunakan yakni *reliability centered maintenance*. Pengolahan data meliputi data kualitatif dan kuantitatif, cara pengolahan data data tersebut adalah:

1) Data Kualitatif

- a) Melakukan wawancara secara dengan pihak terkait dan meninjau manual book untuk menentukan perencanaan
- b) Menggunakan metode *failure mode & effect analysis* (FMEA)

2) Data Kuantitatif

- a) Menentukan TTF (*Time to Failure*)
- b) Menentukan distribusi TTF menggunakan aplikasi weibull++6
 1. Penentuan distribusi TTF yang diperoleh dengan data *record* produksi setiap mesin dimasukkan dalam *sheet* yang ada pada *Software Reliasoft Weibull++6*
 2. Penentuan distribusi dapat diketahui melalui fitur *distribution wizard* pada *Software Reliasoft Weibull++6* dengan parameter uji *average goodness of fit (AVGOF)*, *average of plot fit (AVPLOT)* dan *likelihood function (LKV)*. Nilai paling kecil dalam setiap parameter tersebut menunjukkan nilai terbaik sebagai hasil uji distribusi.
 3. Penentuan peringkat distribusi.
 4. Menghitung analisis yang tepat sehingga diketahui nilai parameter yang digunakan
- c) Menentukan nilai keandalan
- d) Menentukan interval perawatan

Tempat dan Waktu Penelitian

Tempat dilakukan penelitian ini ialah PT. "X", Bengkel Teknik Mesin Polinema, Kecamatan Lowokwaru, Kota Malang, Provinsi Jawa Timur. Kemudian untuk waktunya mulai tanggal 1 Februari 2021 sampai dengan 1 Maret 2021 dengan waktu sesuai dengan jam kerja perusahaan yaitu mulai jam 07.00-16.00.

Variabel Penelitian

Dalam sebuah penelitian variabel adalah sebuah hal yang sangat penting untuk mengetahui perbedaan hasil penelitian dan untuk pengambilan data. Di dalam penelitian analisis sistem perawatan mesin pencetak plastik melalui RCM (*Reliability Centered*

Maintenance) di PT. “X” terdiri dari 3 variabel yakni variabel bebas, variabel terikat, serta variabel terkontrol.

Variabel Bebas

Variabel bebas pada kajian ini ialah *downtime* serta jam operasi mesin.

Variabel Tekontrol

Variabel terkontrol yang dimaksud adalah hasil produk dari mesin pencetak plastik.

Variabel Terikat

Variabel terikat pada kajian ini ialah nilai keandalan dan interval perawatan.

4. HASIL DAN PEMBAHASAN

Berdasarkan pada data record perbaikan dan kerusakan yang dimiliki perusahaan yang terkait, maka data downtime, waktu optimal dan frekuensi kerusakan mesin injection moulding MJM-JLB198-H.Q dan VICTOR terlihat dalam tabel 1 dan tabel 2.

Tabel 1. Data optimal, Frekuensi Kerusakan, dan Downtime mesin injection moulding MJM-JLB198-H.Q.

Data	Jumlah
Waktu optimal Januari 2018 – Juni 2018	2.404 Jam
Frekuensi kerusakan pada Januari 2018 – Juni 2018	17 Kali
Total <i>downtime</i> Januari 2018 – Juni 2018	38 Jam

Sumber: PT “X”

Dari data yang ada diatas, maka dapat dihitung MTBF dan MTTR dari *Injection Moulding* MJM-JLB198-H.Q, adapun cara perhitungannya adalah sebagai berikut:

Diketahui:

Waktu optimal mesin ($\sum T_{uptime}$) = 2.404 jam

Frekuensi kerusakan (n) = 17 kali

Downtime ($\sum t$) = 38 jam

Jawab:

$$MTBF = \frac{\sum T_{uptime}}{n}$$

$$MTBF = \frac{2404}{17} = 141,41 \text{ jam}$$

Selanjutnya menentukan MTTR dengan persamaan sebagai berikut:

$$MTTR = \frac{\sum t}{n}$$

$$MTTR = \frac{38}{17} = 2,24 \text{ jam}$$

Tabel 2. Data optimal, Frekuensi Kerusakan, dan Downtime mesin injection moulding VICTOR.

Data	Jumlah
Waktu optimal Januari 2018 – Juni 2018	2.384 Jam
Frekuensi kerusakan pada Januari 2018 – Juni 2018	21 Kali
Total <i>downtime</i> Januari 2018 – Juni 2018	42,5 Jam

Sumber: PT “X”

Dari data yang ada diatas, maka dapat dihitung MTBF dan MTTR dari *Injection Moulding* VICTOR, adapun cara perhitungannya adalah sebagai berikut:

Diketahui:

$$\text{Waktu optimal mesin (} \sum T \text{ uptime) } = 2.384 \text{ jam}$$

$$\text{Frekuensi kerusakan (} n \text{) } = 21 \text{ kali}$$

$$\text{Downtime (} \sum t \text{) } = 42,5 \text{ jam}$$

Jawab:

$$MTBF = \frac{\sum T \text{ uptime}}{n}$$

$$MTBF = \frac{2384}{21} = 113,52 \text{ jam}$$

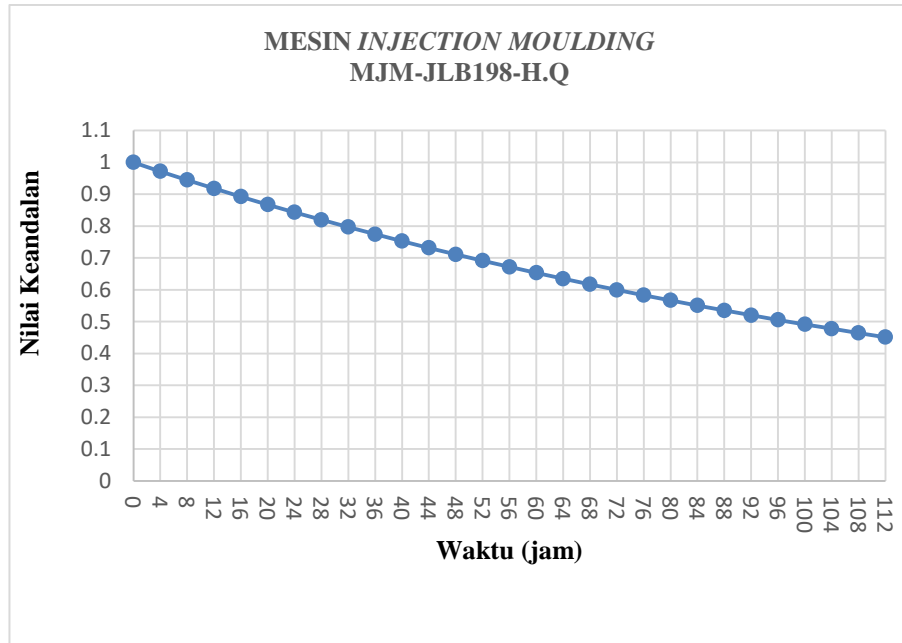
Selanjutnya menentukan MTTR dengan persamaan sebagai berikut:

$$MTTR = \frac{\sum t}{n}$$

$$MTTR = \frac{42,5}{21} = 2,02 \text{ jam}$$

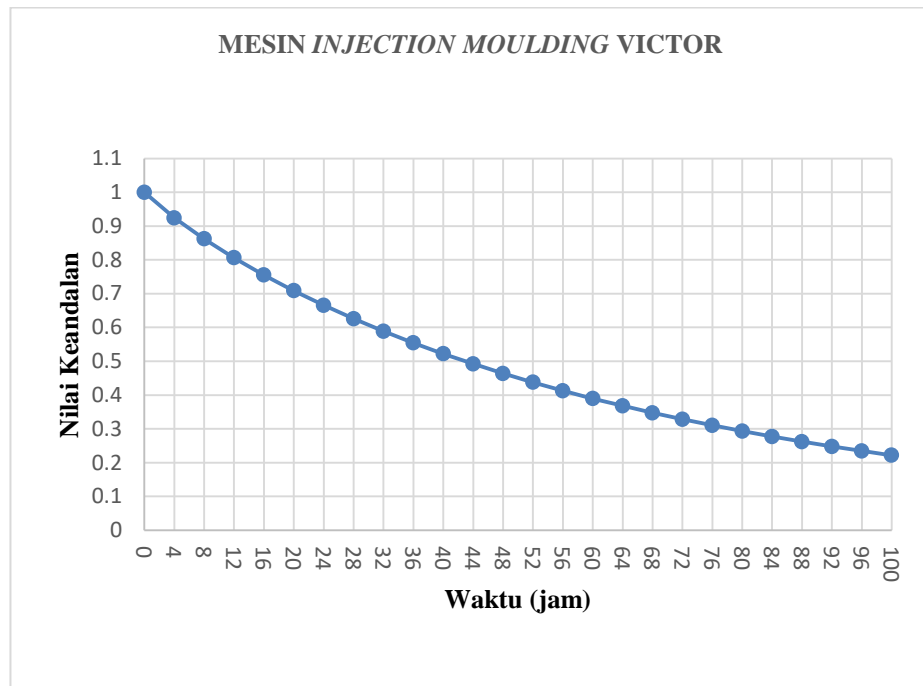
Kemudian pada penentuan distribusi untuk menghitung keandalan setiap mesin *injection moulding* menggunakan aplikasi *reliasoft weibull++ 6*. Didapatkan hasil bahwa mesin *injection moulding* MJM-JLB198-H.Q menggunakan distribusi eksponensial dan mesin *injection moulding* VICTOR menggunakan weibull.

Berikut adalah grafik nilai keandalan mesin *injection moulding* MJM-JLB198-H.Q dan mesin *injection moulding* VICTOR terlihat dalam Gambar 3.1 dan Gambar 3.2.



Gambar 2. Grafik Keandalan Mesin *Injection Moulding* MJM-JLB198-H.Q Terhadap Waktu Operasional

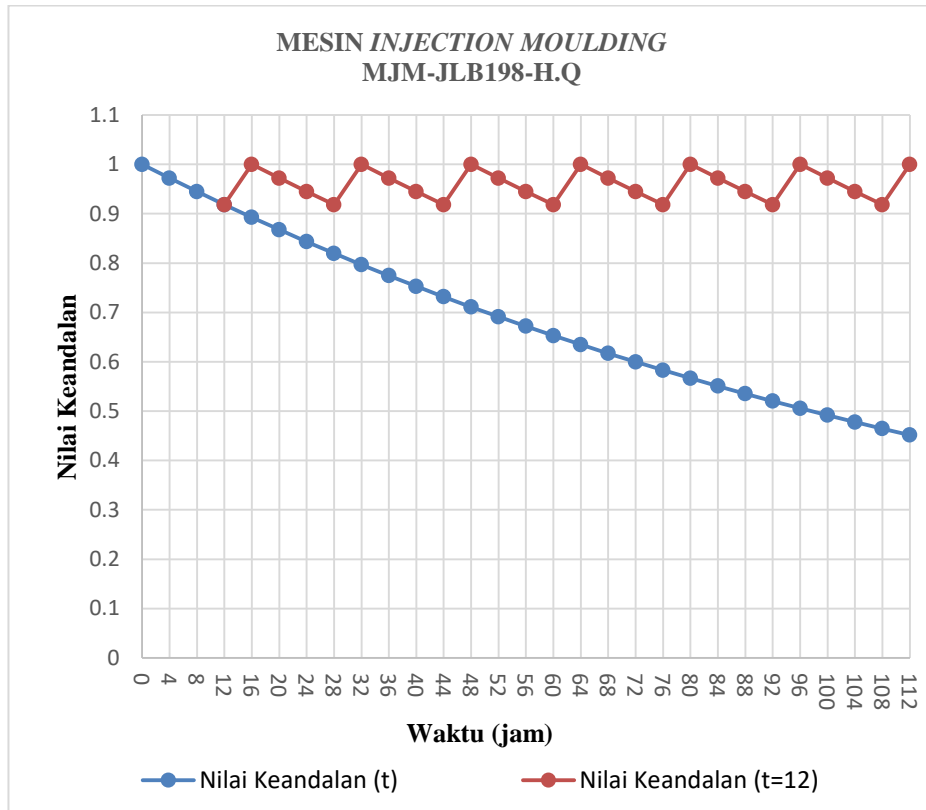
Jika dilihat dari grafik Gambar 3.1, maka dapat diketahui bahwa nilai keandalan mesin *injection moulding* MJM-JLB198-H.Q mencapai nilai 0,9 pada saat melewati 12 jam. Dari grafik di atas ditentukan untuk interval perawatan yang tepat pada mesin *injection moulding* MJM-JLB198-H.Q adalah setiap 12 jam, atau jika mesin *injection moulding* MJM-JLB198-H.Q bekerja selama 24 jam, maka perawatan dilakukan setiap 1 *shift* (12 jam).



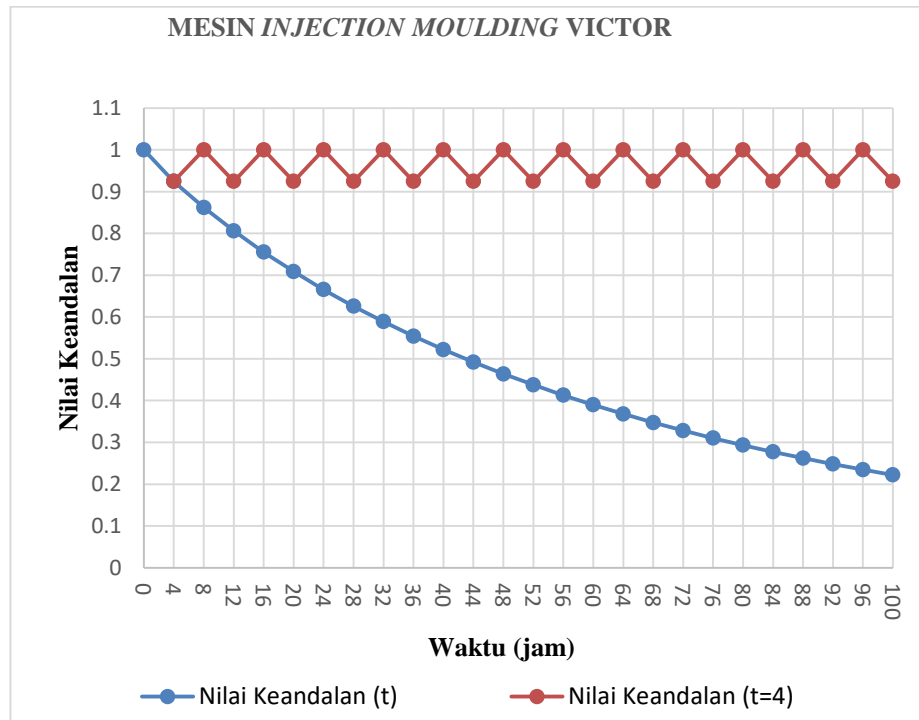
Gambar 3. Grafik Keandalan Mesin *Injection Moulding* VICTOR Terhadap Waktu Operasional

Kemudian dari grafik Gambar 3, maka dapat diketahui bahwa nilai keandalan mesin *injection moulding* VICTOR mencapai nilai 0,9 pada saat melewati 4 jam. Dari grafik di atas ditentukan untuk interval perawatan yang tepat pada mesin *injection moulding* VICTOR adalah setiap 4 jam.

Melalui penerapan interval waktu yang baru tersebut, grafik keandalan dari mesin *injection moulding* MJM-JLB198-H.Q dan mesin *injection moulding* VICTOR diharapkan seperti pada Gambar 4 serta Gambar 5.



Gambar 4. Grafik Perbandingan Nilai Keandalan Mesin *Injection Moulding* MJM-JLB198-H.Q



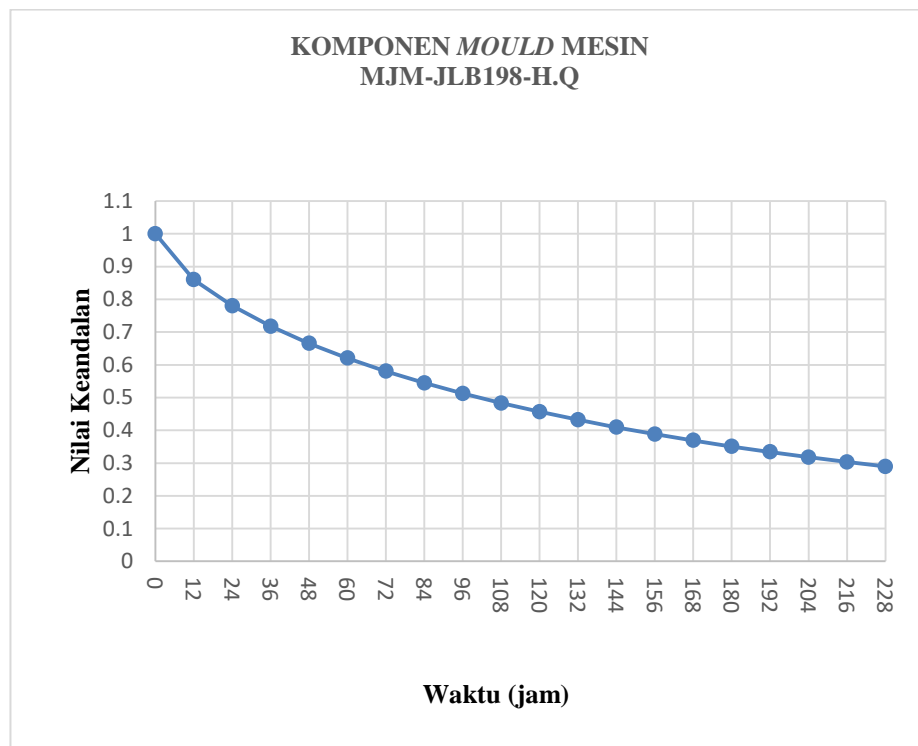
Gambar 5. Grafik Perbandingan Nilai Keandalan Mesin *Injection Moulding* VICTOR

Pada mesin *injection moulding* MJM-JLB198-H.Q dan VICTOR terdapat komponen yang sering terjadi kerusakan yaitu komponen *mould*, sehingga diperlukan waktu yang tepat untuk mengetahui kapan diperlukannya suatu perawatan.

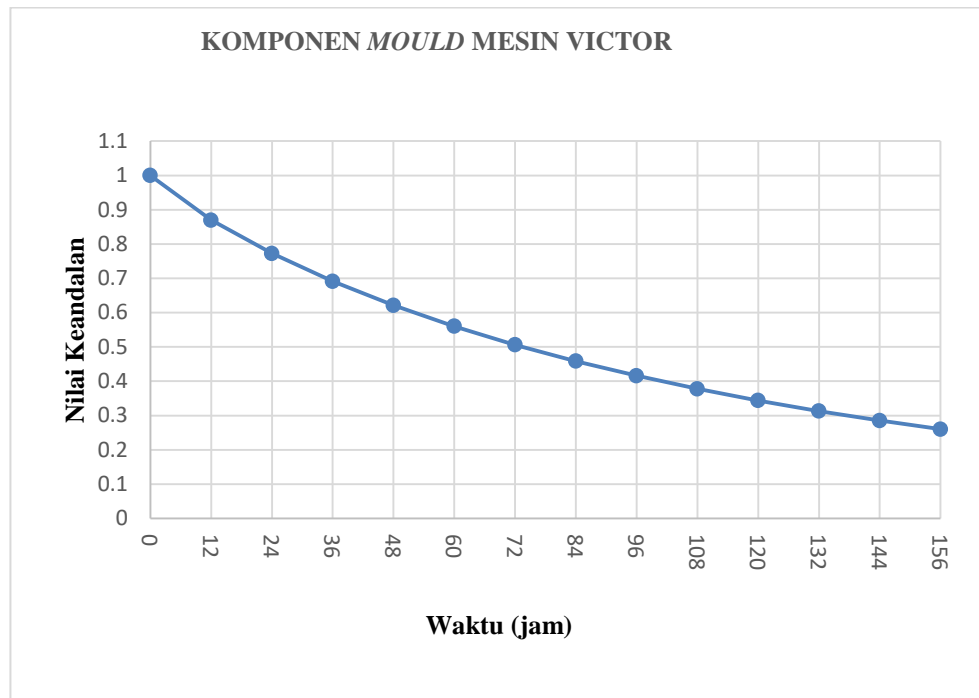
Penentuan distribusi untuk menghitung keandalan komponen *mould* menggunakan aplikasi *reliasoft weibull++6*. Didapatkan hasil bahwa komponen *mould* mesin *injection moulding* MJM-JLB198-H.Q menggunakan distribusi weibull sedangkan komponen *mould* mesin *injection moulding* VICTOR menggunakan distribusi weibull.

Berikut adalah grafik nilai keandalan komponen *mould* mesin *injection moulding* MJM-JLB198-H.Q dan VICTOR mampu terlihat dalam gambar 6 serta gambar 7.

Jika dilihat dari grafik Gambar 3.5, maka dapat diketahui bahwa nilai keandalan komponen *mould* mesin MJM-JLB198-H.Q mencapai nilai 0,5 pada saat melewati 96 jam. Dari grafik di atas ditentukan untuk interval perawatan yang tepat pada komponen *mould* mesin MJM-JLB198-H.Q adalah setiap 96 jam.



Gambar 6. Grafik Keandalan Komponen *Mould* Mesin MJM-JLB198-H.Q Terhadap Waktu Operasional

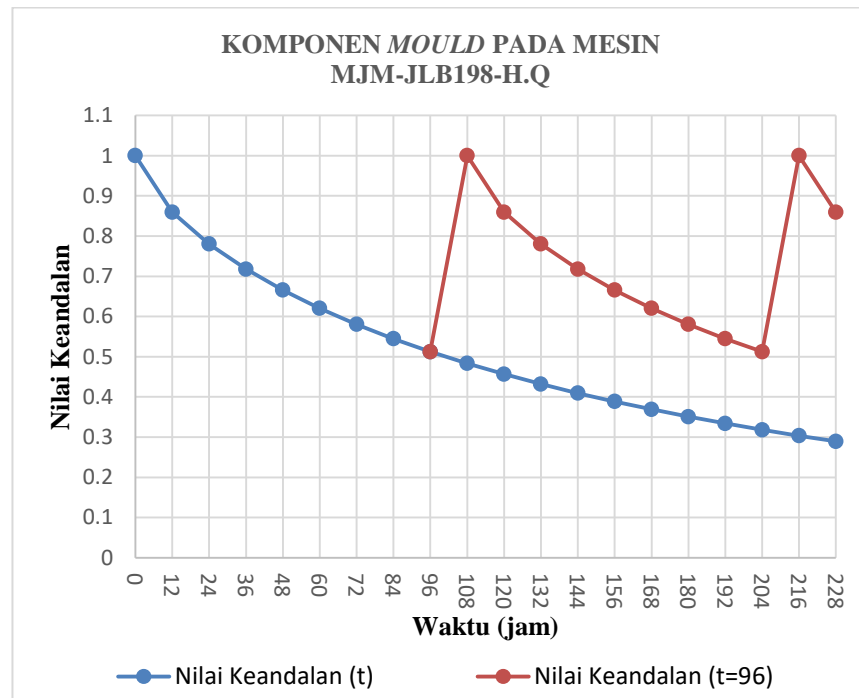


Gambar 7. Grafik Keandalan Komponen *Mould* Mesin VICTOR Terhadap Waktu Operasional

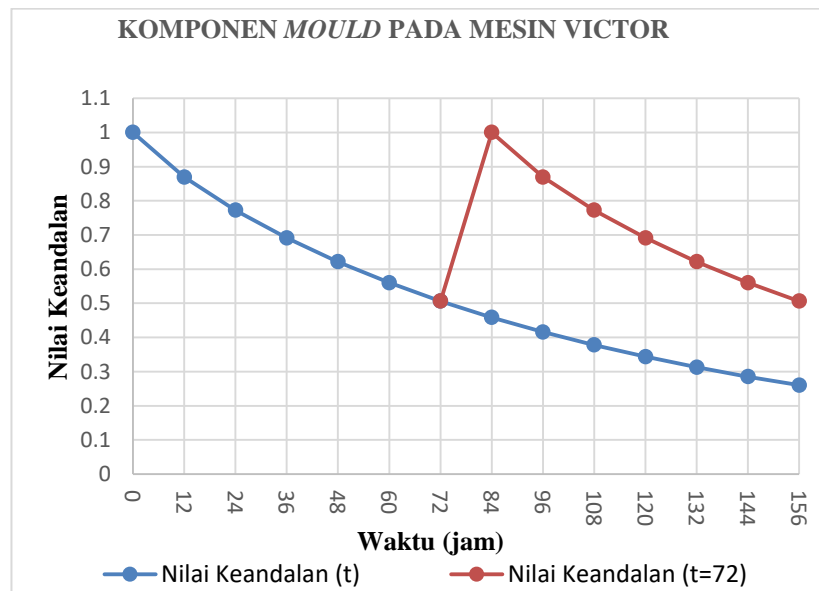
Kemudian dari grafik Gambar 3.6, maka dapat diketahui bahwa nilai keandalan komponen *mould* mesin VICTOR mencapai nilai 0,5 pada saat melewati 72 jam. Dari grafik di atas ditentukan untuk interval perawatan yang tepat pada komponen *mould* mesin VICTOR ialah setiap 72 jam.

Melalui penerapan interval waktu yang baru tersebut, grafik keandalan dari komponen *mould* mesin *injection moulding* MJM-JLB198-H.Q dan komponen *mould* mesin *injection moulding* VICTOR diharapkan seperti pada Gambar 8. serta Gambar 9.

Rekomendasi perawatan pada mesin *injection moulding* MJM-JLB198-H.Q setelah 12 jam beroperasi adalah *preventive maintenance* berupa melakukan pemeriksaan atau inspeksi dan pembersihan pada mesin tersebut terutama pada komponen yang *critical* yaitu *mould*, *nozzle*, dan *barrel*, sehingga setelah dilakukan perawatan keandalan mesin akan kembali optimal.



Gambar 8. Grafik Perbandingan Nilai Keandalan Komponen *Mould* Mesin MJM-JLB198-H.Q



Gambar 9. Grafik Perbandingan Nilai Keandalan Komponen *Mould* Mesin VICTOR

Kemudian rekomendasi perawatan pada mesin *injection moulding* VICTOR setelah 4 jam beroperasi adalah *preventive maintenance* berupa melakukan pemeriksaan atau inspeksi dan pembersihan pada mesin tersebut khususnya pada komponen yang *critical* yaitu *mould*, *noozle*, dan *barrel*, sehingga setelah dilakukan perawatan keandalan mesin akan kembali optimal.

5. KESIMPULAN

Berdasarkan hasil analisis, maka mampu ditarik kesimpulan seperti berikut :

1. Untuk perhitungan nilai keandalan mesin didapatkan hasil sebagai berikut:
 - a. *Injection moulding* MJM-JLB198-H.Q = 0,9183 pada waktu 12 jam.
 - b. *Injection moulding* VICTOR = 0,9243 pada waktu 4 jam.
 - c. *Mould* mesin *injection moulding* MJM-JLB198-H.Q = 0,5125 pada waktu 96 jam, dan untuk *mould* mesin *injection moulding* VICTOR = 0,5063 pada waktu 72 jam.
2. Penentuan interval waktu perawatan yang dilakukan berupa *preventive maintenance*, dimana ketika nilai keandalan mencapai 0,9 pada waktu tertentu maka akan dilakukan perawatan untuk mesin *Injection Moulding* dan juga ketika nilai keandalan mencapai 0,5 pada waktu tertentu, maka akan dilakukan perawatan pada komponen *mould* mesin *injection moulding*. Jadi interval waktu perawatan mesin sebagai berikut:
 - a. Perawatan mesin *injection moulding* MJM-JLB198-H.Q dilakukan setelah mencapai 12 jam.
 - b. Perawatan mesin *injection moulding* VICTOR dilakukan setelah mencapai 4 jam.
 - c. Perawatan komponen *mould* pada mesin *Injection Moulding* MJM-JLB198-H.Q dilakukan setelah mencapai 96 jam, setelah itu untuk perawatan komponen *mould* pada mesin *Injection Moulding* VICTOR dilakukan setelah mencapai 72 jam.
3. Rekomendasi perawatan pada mesin *injection moulding* MJM-JLB198-H.Q dan VICTOR berupa *preventive maintenance* yaitu pemeriksaan atau inspeksi dan pembersihan, khususnya pada komponen *critical* diantaranya adalah *mould*, *noozle*, dan *barrel*.

DAFTAR PUSTAKA

- [1] Alhilman, J., & Saedudin, R. (2011). *RELIABILITY BASED PERFORMANCE ANALYSIS OF BASE TRANSCEIVER STATION (BTS) USING RELIABILITY, AVAILABILITY, AND MAINTAINABILITY (RAM) METHOD*. In *Proceeding of 9th International Seminar on Industrial Engineering and Management* (pp. 1-6).

- [2] Pendidikan, S., Mesin, T., Teknik, F., Surabaya, U. N., Mesin, J. T., Teknik, F., & Surabaya, U. N. (2016). *PERENCANAAN PERAWATAN MESIN INJECTION MOLDING DENGAN MENGGUNAKAN METODE REALIBILITY CENTERED MAINTENANCE DI PT . VICTORY PLASTIC Ferdian Arif Mulawarman Iskandar*. 4(Cd), 99–110.
- [3] Susanto, A.D., & Azwir, H.H. (2018). *Perencanaan Perawatan Pada Unit Kompresor Tipe Screw Dengan Metode RCM di Industri Otomotif*. *Jurnal Ilmiah Teknik Industri*, 17(1), 21.
- [4] Kurniawan, Fajar. *Rqp Teknik Dan Aplikasi Manajemen Perawatan Industri*. Yogyakarta; Graha Ilmu, 2013 xviii + 168 hlm, 1 Jil.: 26 cm. ISBN: 978-602-262-037-2.
- [5] Suhara, D., Sumiardi, D., & Sulaeman. (2012). *ANALISA SITEM PENJADWALAN PERAWATANMESIN DEPARTEMEN UTILITY DI PT. INDORAMA SYNTHETICS, Tbk DENGAN MENGGUNAKAN METODE MTBF*. *Jurnal Ilmiah Teknik Industri*, 9–14.
- [6] Revitasari, C., Novareza, O., & Darmawan, Z. (2015). *Teknik Industri Universitas Brawijaya Penentuan Jadwal Preventive Maintenance Mesin-Mesin Di Stasiun Gilingan (Studi Kasus Pg. Lestari Kertosono)* 3(3), 485–494.
- [7] Al-alam, Fahmi. (2019). “*Perencanaan Perawatan Gas Engine pada PT Perta Daya Gas Menggunakan Metode Reliability Centered Maintenance (RCM)*”. Institut Teknologi Sepuluh Nopember Tugas Akhir.
- [8] Suwandy, R. (2019). *Analisa Perawatan Mesin Digester Dengan Metode Reliability Centered Maintenance (Rcm) Pada Ptpn Ii Pagar Merbau*. Fakultas Teknik Universitas Medan Area Medan. Skripsi
- [9] Munawir, H., & Yunanto, D. (2014). *Analisa Penyebab Kerusakan Mesin Sizing Baba Sangyo Kikai dengan Metode Fmea dan Lta (Studi Kasus Di Pt Primatexco Indonesia)*. *Seminar Nasional IENACO*, 296–302.
- [10] Ramadhan, Zainul. (2018). “*Penentuan Interval Waktu Preventive Maintenance pada Nail Making Machine dengan Menggunakan Metode Reliability Centered Maintenance (Rcm) Ii*”. Tugas Akhir Universitas Muhammadiyah Sidoarjo.