

# **PENJADWALAN INTERVAL PERAWATAN *PREVENTIVE* MESIN *FINGER JOINT TAIHEI* DENGAN METODE *RELIABILITY CENTERED MAINTENANCE (RCM)* PADA PT. NATUNA INDAH PERMAI**

**Nur Muchammad Eko Setiya Budi  
Zainal Arief**

Program studi Teknik Industri Universitas 17 Agustus 1945 Surabaya

[Ekosetiabudi19@gmail.com](mailto:Ekosetiabudi19@gmail.com)

## **ABSTRAK**

Pada persaingan produk yang dihasilkan oleh suatu perusahaan, kualitas produk salah satunya ditentukan oleh kondisi fasilitas produksi atau mesin yang digunakan. Deviasi produk dapat terjadi jika mesin tidak dapat bekerja optimal karena adanya kerusakan. Sehingga diperlukan perawatan terhadap mesin dimana salah satunya dengan melihat kualitas produk yang terjadi di PT. Natuna Indah Permai yang berlokasi di Jl. Raya Boboh No. 68 A. Kec. Menganti Kab Gresik. Jawa Timur merupakan perusahaan yang bergerak dalam pembuatan moulding kayu membuat lantai truck. Pada proses produksi penyambungan kayu dengan mesin yang digunakan yaitu mesin Finger Joint Taihei (1999), Perawatan yang dilakukan selama ini yaitu *breakdown maintenance* yang sifatnya menunggu sampai kerusakan terjadi, kemudian dilakukan perbaikan. Kegiatan perbaikan ini hanya dapat dilakukan saat mesin mati yang mengakibatkan tingginya *down time* dan berdampak pada hasil produksi. Oleh karena itu, penyusunan kegiatan *preventive maintenance* perlu direncanakan agar mesin tetap memiliki keandalan yang tinggi. Tujuan dari penelitian ini adalah memperoleh interval waktu perawatan mesin yang optimum pada mesin produksi untuk mengurangi biaya perawatan dan perbaikan mesin. Setelah itu dilanjutkan dengan perhitungan interval perawatan mesin panel circuit sebesar 25 hari, monitor sebesar 29 hari, mesin sebesar 54 hari, Selang hidrolis sebesar 32 hari, Conveyor belt sebesar 64 hari, Limit switch sebesar 54 hari. Prosentase biaya perawatan sub panel circuit menurun 14 %, sub monitor 8 %, sub mesin 5 %, sub selang hidrolis 4 %, sub conveyor belt 14 %, sub limit switch 5%

**Kata Kunci :** *Preventive maintenance, Breakdown, Reliability*

## **ABSTRACT**

*In competition of products produced by a company, product quality one of them is determined by condition of production facility or machine used. Product deviation can occur if the machine can not work optimally due to damage. So that needed care to machine where one of them by looking at product quality which happened in PT. Natuna Indah Permai which is located at Jl. Raya Boboh No. 68 A. Kec. Changing Gresik District. East Java is a company engaged in the manufacture of wood molding makes the truck floor. In the production process of wood grafting machine used is the Finger Joint Taihei machine (1999), Treatment is done so far is the maintenance breakdown that is waiting until the damage occurs, then performed repairs. This repair activity can only be done*

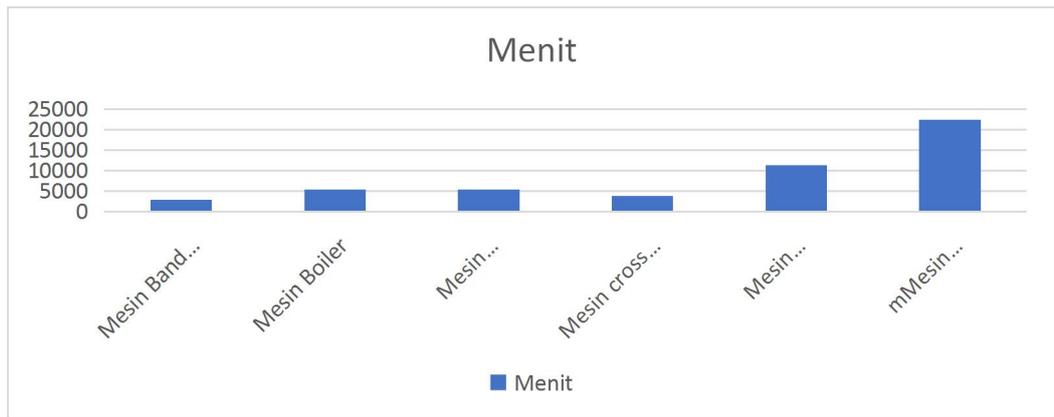
*when the machine dies resulting in high down time and impact on production. Therefore, the preparation of preventive maintenance activities should be planned so that the machine still has high reliability. The purpose of this research is to obtain optimum engine time interval on production machine to reduce maintenance cost and machine repair. After that, it is followed by calculation of machine panel circuit maintenance interval for 25 days, monitors for 29 days, 54 days machine, hydraulic hose 32 days, conveyor belt 64 days, 54 days switch limit. Percentage of sub panel maintenance cost decreased 16%, sub monitor 19%, sub machine 28%, sub Hose hydraulic 28%, sub conveyor belt 23%, sub Limit switch stacker 11%.*

*Keywords: Preventive maintenance, Breakdown, Reliability*

## **PENDAHULUAN**

PT, NATUNA INDAH PERMAI merupakan perusahaan yang bergerak dipengolahan kayu menjadi kayu moulding untuk lantai truk, dengan bahan baku utama kayu. Perusahaan ini merupakan perusahaan yang beroperasi secara terus menerus dan juga menerima *job order*, pembuatan semua jenis produk pada perusahaan ini menyesuaikan permintaan dari konsumen mulai dari model, ukuran dan bahan. Perusahaan ini berdiri pada tahun 2000 yang dipimpin oleh bapak arifn kusuma dan bapak kariant handoko, perusahaan ini pernah mengalami perubahan kepemimpinan yaitu tahun 2008 dipimpin oleh bapak zuslan dan bapak Suharto sampai ini. Perusahaan ini berlokasi di Jl. Raya Boboh No. 68 A. Kec. Menganti Kab. Gresik, dan memiliki 130 karyawan dan bahan baku yang digunakan adalah kayu kruing yang berasal dari Kalimantan. Target pemasaran untuk lantai truk yang diproduksi dari perusahaan ini sangat luas terutama jepang, korea dan amerika, order lantai truk ini paling banyak yaitu Toyota, mitsubishi dan Nissan.

Salah satu mesin yang sering mengalami kerusakan adalah Mesin *Finger Joint Taihei* tahun 1999 merupakan mesin yang berfungsi menyambung potongan-potongan kayu dengan bentuk menyerupai jari jemari ketika dipertemukan. Keadaan mesin yang mengalami kerusakan secara umum terdapat pada komponennya, sehingga dapat mengakibatkan kerusakan dan pembengkakan terhadap biaya perawatan. Sedangkan dampak yang sangat berpengaruh yaitu menurunnya tingkat keandalan dari mesin tersebut. Untuk menghindari terjadinya hal tersebut, maka diperlukan tindakan perawatan pencegahan yang optimal dengan menentukan interval perawatan.



Gambar 1 kerusakan Mesin Finger Joint Pada PT.Natuna Indah Permai

Dengan seringnya kerusakan pada mesin *Finger Joint*, pihak perusahaan mendapat masalah dengan sistem perawatan dan pemeliharaan mesin. Mesin-mesin tersebut sering mengalami kerusakan atau gangguan dan dari pihak perusahaan baru akan melakukan perbaikan jika terjadi kerusakan pada mesin tersebut (perawatan korektif), dengan melakukan perawatan korektif kerusakan-kerusakan ringan pada mesin produksi yang tidak segera diperbaiki akan membuat kondisi mesin semakin parah dan mesin tidak dapat dioperasikan. Jika dari beberapa komponen mesin ada satu yang tidak dapat dijalankan maka proses produksi perusahaan akan terganggu dan mesin dapat dioperasikan lagi setelah selesai perbaikan.

Berdasarkan kondisi permasalahan pada perusahaan diatas, maka dapat dilihat bahwa perawatan mesin yang dilakukan secara continues sangat penting sehingga pokok permasalahan yang harus diteliti adalah

1. Bagaimana merencanakan interval penjadwalan perawatan *preventive* untuk mesin *Finger Joint* pada PT. Natuna Indah Permai di Gresik sehingga bisa optimal ?
2. Membandingkan biaya atau estimasi biaya sebelum dan sesudah adanya penjadwalan perawatan pada mesin *Finger Joint*

## MATERI DAN METODE

Perawatan (*Maintenance*) adalah Suatu sistem pemeliharaan yang bekerja terus menerus akan mengalami penurunan kinerja dan keandalan mesin. Perawatan merupakan serangkaian aktifitas pemeliharaan untuk memperbaiki, mengganti, dan memodifikasi suatu komponen atau sistem. Perawatan bertujuan untuk menjaga atau memperbaiki agar

komponen tersebut dapat berfungsi seperti spesifikasi yang diinginkan dalam waktu dan kondisi tertentu.

Tujuan dilakukan tindakan manajemen perawatan adalah :

1. Memperpanjang umur mesin
2. Menjamin kesiapan operasional seluruh mesin
3. Menjamin keandalan mesin dan peralatan
4. Menjamin keselamatan kerja dan dalam penggunaannya
5. Untuk mengurangi waktu *downtime* mesin

Perawatan (*Maintenance*) dibagi menjadi 2:

1. *Preventive Maintenance* merupakan perawatan yang dilakukan pada interval waktu yang sudah ditentukan dan bertujuan mencegah terjadinya kerusakan dan mendeteksi terjadinya kerusakan.
2. *Corrective Maintenance* merupakan aktivitas perawatan yang tidak terjadwal, perawatan yang bersifat menunggu sampai kerusakan terjadi dan kemudian baru diperbaiki.

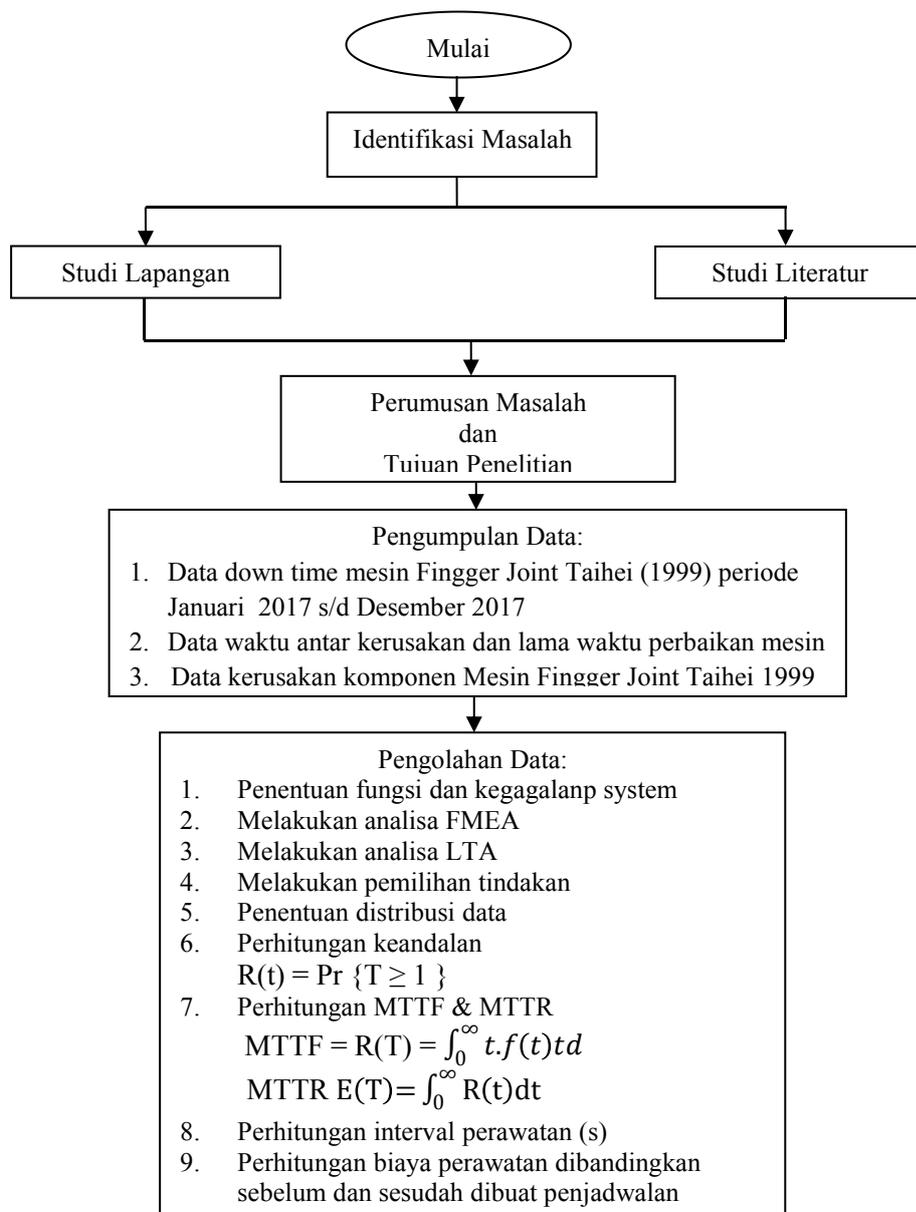
Pada penelitian ini menggunakan metode *Reliability Centered Maintenance (RCM)* adalah sebuah proses yang dilakukan untuk menentukan apa yang harus dilakukan untuk menjamin agar suatu asset fisik dapat berlangsung terus memenuhi fungsi yang diharapkan atau suatu pendekatan pemeliharaan yang mengkombinasikan praktek dan strategi dari *preventive maintenance (pm)* dan *corrective maintenance (cm)* untuk memaksimalkan umur (*life time*) dan metode *reability centered maintenance* memiliki keuntungan memberi keselamatan, integritas lingkungan dan memperpanjang umur mesin produksi.

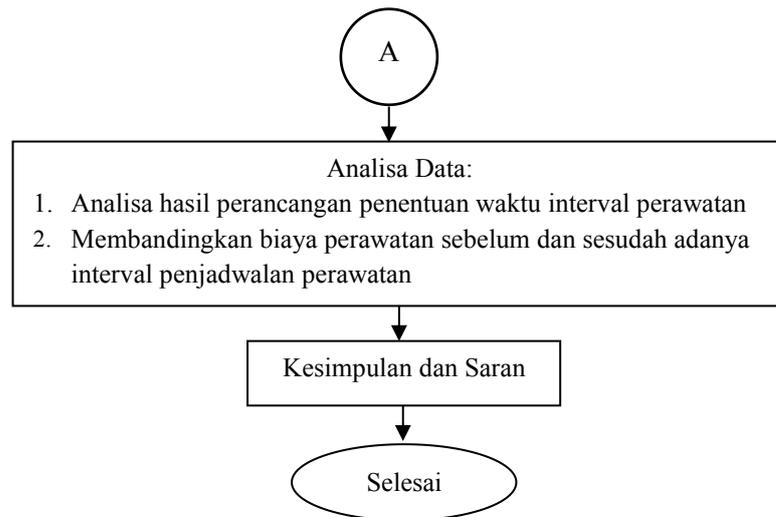
Langkah-langkah pada metode RCM :

1. Pembuatan Functional Block Diagram (FDB) dimana FDB sebagai langkah awal dalam menggambarkan sistem aliran kerja pada komponen mesin Finger joint
2. Identifikasi komponen yang penting untuk dimaintenance, biasanya digunakan metode *Failure Mode Effect Analysis (FMEA)* dan *Logic Tree Analysis (LTA)*.
3. Menentukan penyebab terjadinya kegagalan, tujuannya untuk memperoleh probabilitas kegagalan dan menentukan komponen kritis yang rawan terhadap kegagalan.
4. Melakukan kegiatan analisis *Logic Tree Analysis (LTA)*

5. Mengklasifikasikan kebutuhan tingkatan *maintenance*
6. Mengimplementasikan keputusan berdasar RCM.
7. Melakukan evaluasi, ketika sebuah equipment dioperasikan maka data secara *real-life* mulai *direcord*, tindakan dari RCM perlu dievaluasi setiap saat agar terjadi proses penyempurnaan.

Langkah-langkah yang digunakan untuk mencapai tujuan penelitian, dapat dilihat pada gambar 2.





Gambar 2 Flowchart Penelitian

### HASIL DAN PEMBAHASAN

Finger Joint merupakan jalur produksi otomatis untuk membuat kontruksi pada ujung arah Panjang komponen. Pada proses ini setidaknya komponen sudah dibelah dan dipotong pada ukuran yang kurang lebih sama, tetapi tidak perlu melalui proses ketam. Kemudian pada proses perakitan, diperlukan mesin khusus untuk assembling pada arah memanjang (mesin ini juga bisa untuk arah pelebaran). Peralatan khusus pada mesin ini adalah fungsi press. Mesin tersebut bisa diatur akar penekanan pada benda kerja cukup sehingga hasil sambungan menjadi baik, setelah kering sambungan bisa diproses melalui mesin stadart lainnya (mesin planner).

Tabel 1 Fungsi dan Kegagalan Fungsi Mesin Finger Joint

No Fungsi	No Kegagalan Fungsi	Uraian Fungsi atau Kegagalan Fungsi
1	Panel circuit	
1.1		Menjalankan mesin
	1.1.1	Panel circuit tidak bisa jalan
	1.1.2	Tidak bisa masuk ke monitor
2	Monitor	
2.1		Menjalankan program
	2.1.1	Monitor mati
	2.1.2	Tidak bisa menjalankan program
3	Mesin	
3.1		Menjalankan seluruh sub sistem mesin

	3.1.1	Mesin tidak bisa beroperasi
	3.1.2	Seluruh sub mesin tidak berfungsi
4	Selang hidrolis decoiler	
4.1		Menjalankan decoiler
	4.1.1	Selang hidrolis decoiler bocor
	4.1.2	Decoiler tidak bisa berputar
5	Conveyor belt	
5.1		Mengerakkan kayu
	5.1.1	Conveyor belt rusak
	5.1.2	Kayu tidak bisa berjalan ke sub mesin selanjutnya
6	Limit switch	
6.1		Mengontrol dan mendeteksi gerakan mesin
	6.1.1	Sensor tidak berjalan
	6.1.2	Kayu tidak bisa berjalan ke sub mesin selanjutnya

Setelah mendapatkan komponen kritis Mesin Finger Joint maka dibuatlah analisis FMEA dari masing – masing komponen tersebut untuk mendapatkan nilai RPN. Dengan faktor pengalinya yaitu Severity, Occurrence, dan Detection.

Tabel 2 FMEA Pada Komponen Mesin Finger Joint

<i>Failure Mode Effect Analysis</i>									
No	Komponen	<i>Functional Failure</i> (kegagalan fungsi)	<i>Failure Effect</i> (efek kegagalan)	<i>Cause of Failure</i> (modus kegagalan)	S	O	D	RPN	Total
1	Panel circuit	Panel circuit tidak bisa jalan	Tidak bisa masuk ke monitor	Bagian dalam Panel circuit kotor	3	3	3	27	45
		Panel circuit rusak	Panel circuit tidak bisa menyala	Processor mengalami kegagalan fungsi/rusak	3	2	2	18	
2	Monitor	Monitor mati	Tidak bisa menjalankan program	Kabel monitor terputus	3	4	2	24	87
		Monitor rusak	Tidak bisa menyala	Socket kabel VGA ke CPU terputus	3	2	3	18	

		Monitor macet	Tidak bisa connect	Server mengalami gangguan	3	3	3	27	
		Monitor mati	Tidak bisa masuk program	Konektor monitor aus	3	3	2	18	
3	Mesin	Mesin tidak bisa beroperasi	Seluruh sub mesin tidak bisa jala otomatis	Sensor RFL kotor dan tergenang air	5	4	5	100	270
		Mesin mati	Mesin tidak bisa nyala	Kabel socket kelistrikan putus	5	2	3	30	
		Mesin rusak	Sub mesin tidak bisa melakukan operasi	Sensor mengalami gangguan	4	5	7	140	
4	Selang hidrolis decoiler	Tidak bisa menjalankan decoiler	Selang hidrolis decoiler bocor	Seal pada poros putar rusak	6	5	6	180	656
		Hidrolis macet	Tekanan selang tidak stabil	Selang mengalami kebocoran	4	3	6	72	
		Selang hidrolis decoiler tidak beroperasi	Selang hidrolis decoiler bocor dan kabel motor putus	Seal rusak dan kabel putus	5	4	3	60	
		Tumpukan tidak bisa terbuka	Kayu tidak bisa berjalan ke sub mesin selanjutnya	Baut pengikat pada as tidak pada posisinya / bergeser	5	3	6	90	
		Decoiler rusak	Tumpukan tidak bisa beroperasi otomatis	Sensor kepala decoiler rusak	4	3	6	72	

		Gulungan tidak bisa terbuka	Decoiler tidak bisa menjlankan tumpukan kayu	Nock seal decoiler rusak	5	3	4	60	
		Seal tidak bisa terbuka	Decoiler rusak	O ring decoiler bocor	6	4	5	120	
5	Conveyor belt	Membawa kayu yang datang melalui belt conveyor	kayu tidak tertata rapi di meja stocking	Stop buffer rusak	6	3	5	90	349
		Belt conveyor macet tidak bisa jalan	Motor stacker tidak bisa turun	Sensor pneumatic mengalami gangguan	4	5	6	120	
		Kayu berserakan	Stacker terbentur dan tergores	Side guide belakang kotor	2	4	2	16	
		Belt conveyor macet tidak bisa jalan	Stacking tidak bisa turun otomatis	Sensor B15-G18k rusak	7	3	3	63	
		Kayu tidak bisa berjalan otomatis	Roll stacking aus dan kayu tersangkut	Roll stacking putus	5	3	4	60	
6	Limit switch	Seal tidak bisa jalan	Lampu limit switch mati	Sensor B 12 rusak	3	2	4	24	72
		Tidak bisa mengontrol gerakan	Sensor tidak bisa berjalan	Roll terhenti	4	4	3	48	
Total									1479

Berdasarkan hasil pengamatan tabel analisa FMEA dapat diambil kesimpulan bahwa mesin Finger Joint memiliki 19 kegagalan sistem yang mengakibatkan breakdown dan nilai RPN tertinggi ada pada sub mesin selang hidrolis, karena memiliki nilai RPN tertinggi maka sub mesin Selang hidrolis tersebut merupakan komponen yang paling kritis.

Berikut merupakan kategori komponen berdasarkan *Logic Tree Analysis (LTA)*

*Logic tree analysis* merupakan suatu pengukuran kualitatif untuk mengklasifikasikan mode kegagalan.

Tabel 3 Logic Tree Analysis pada Mesin Finger Joint

No	Functional Failure	No	Failure Mode	Criticality Analysis			
				Evident	Safety	Out	Category
1	Panel circuit tidak bisa jalan	1	Bagian dalam panel kotor	Y	N	Y	B
	Panel circuit rusak	2	Processor mengalami kegagalan fungsi/rusak	Y	N	Y	B
2	Monitor mati Monitor rusak	1	Kabel monitor terputus	Y	N	Y	B
		2	Konektor monitor aus	Y	N	Y	B
	Monitor macet	3	Server mengalami gangguan	Y	N	Y	B
	Monitor mati	4	Socket kabel VGA ke cpu terputus	Y	N	Y	B
3	Mesin tidak bisa beroperasi	1	Sensor RFL kotor dan tergenang air	Y	N	Y	D/B
	Mesin mati	2	Kabel socket kelistrikan putus	Y	Y	Y	A/B
	Mesin rusak	3	Sensor mengalami gangguan	Y	N	Y	D/B

Setelah dilakukan proses analisa menggunakan diagram alir LTA didapatkan 10 mode kegagalan tergolong pada periode B, 5 mode kegagalan pada kategori A/B, dan 4 mode kegagalan pada kategori B/D.

Di dalam tahapan pemilihan tindakan akan ditentukan tindakan yang tepat untuk mode kerusakan tertentu. Jika tugas pencegahan secara teknis tidak menguntungkan untuk dilakukan, tindakan standar yang harus dilakukan bergantung pada konsekuensi kegagalan yang terjadi.

Tabel 4 Pemilihan Tindakan

No	Kategori	Komponen	Presentase
1	Time Directed	2	20%
2	Condition Directed	4	80%
3	Run To Failure	0	-
	Total	6	100%

Untuk menganalisis dan memecahkan persoalan dari kondisi yang riil yang ada di perusahaan, perlu diuraikan langkah-langkah pemecahannya, sehingga dapat memberikan gambaran yang jelas bagaimana persoalan tersebut dapat dipecahkan. Untuk menentukan parameter distribusi dengan menggunakan software minitab 14 sebagai berikut data waktu antar kerusakan :

Tabel 5 Data TTF dan TTR sub Panel circuit

No	Tanggal	Time to faillure (Hari)	Time to repair
1	10-01-17	10	45
2	19-02-17	40	95

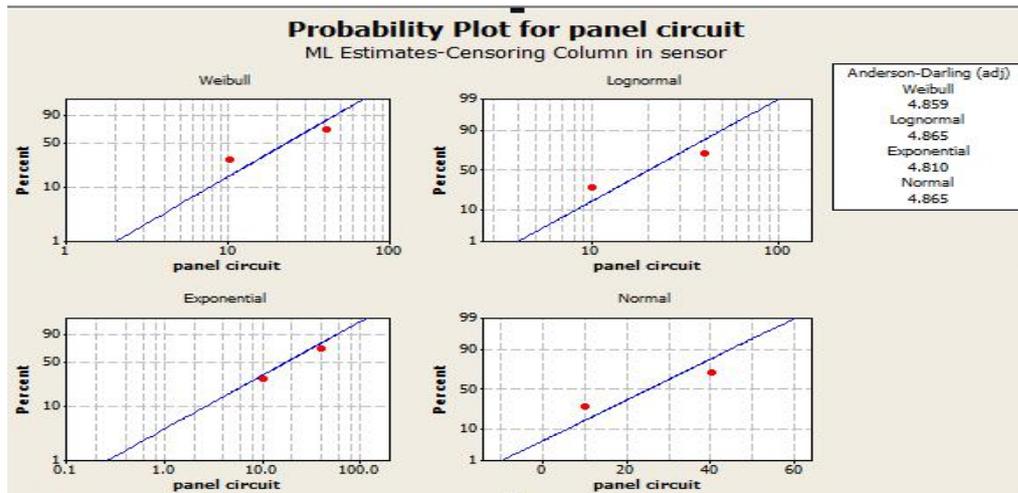
Tabel 6 Data TTF dan TTR sub Monitor

No	Tanggal	Time to faillure (Hari)	Time to repair
1	11-03-17	70	35
2	01-04-17	20	40
3	10-04-17	9	75
4	01-05-17	21	60

Tabel 7 Data TTF dan TTR sub Mesin

No	Tanggal	Time to faillure (Hari)	Time to repair
1	13-05-17	133	120
2	29-05-17	16	55
3	12-06-17	14	95

Metode yang dipergunakan untuk uji kecocokan distribusi tabel diatas adalah dengan *Goodness Of Fit Test*. Metode ini terdiri dari dua tipe, tipe pertama adalah *general test* atau uji umum, berguna untuk menguji lebih dari satu distribusi teoritis, sedangkan tipe kedua adalah *specific test* atau uji khusus berguna untuk menyesuaikan validitas data pada satu distribusi tertentu yaitu, distribusi *weibull*, *normal*, *lognormal*, dan *eksponensi*.



distribusi untuk kerusakan sub mesin Panel circuit adalah distribusi *exponential* dan didapat nilai distribusi exponential sebesar 4,810 karena distribusi exponential paling mendekati dengan garis fitted plot, maka distribusi exponential cocok untuk digunakan pada sub mesin Pabel circuit.

*Reliability* atau keandalan menunjukkan suatu kemampuan maupun kondisi mesin *Finger Joint* maupun sub mesin untuk memenuhi fungsinya. perhitungan nilai *reliability* menggunakan *reliability function* R(t). Reliability function dihitung dengan menggunakan nilai distribusi dan parameter yang sudah ditentukan sebelumnya.

Tabel 8 Nilai Reliability Mesin Finger Joint

No	Sub Mesin	Distribusi	<i>Reliability</i> /Keandalan
1	Panel Circuit	Exponential	0.460194
2	Monitor	Lognormal	0.368597
3	Mesin	Weibull	0.364520
4	Selang Hidrolis	Lognormal	0.350750
5	Conveyor belt	Weibull/lognormal	0.530738
6	Limit Switch	Normal	0.511811

Mean time to failure (MTTR) merupakan rata-rata interval waktu terjadinya kerusakan pada sebuah sub mesin panel circuit

$$\begin{aligned}
 MTTF &= \frac{1}{\lambda} \\
 &= \frac{1}{0,04} \\
 &= 25
 \end{aligned}$$

Tabel 9 Nilai MTTF Mesin Finger Joint

No	Mesin Finger Joint	Distribusi	MTTF (hari)
1	Panel circuit	Exponential	25

2	monitor	Lognormal	29
3	Mesin	Weibull	54
4	Selang Hidrolis	Lognormal	32
5	Conveyor belt	Weibull/lognormal	64
6	Limit switch	Normal	54

$$\begin{aligned}
 MTTR &= \frac{1}{\lambda} \\
 &= \frac{1}{0.0123488} \\
 &= 80 \text{ menit}
 \end{aligned}$$

Tabel 10 MTTR mesin Finger Joint

No	Mesin Finger Joint	Distribusi	MTTR (menit)
1	Panel circuit	Exponential	80
2	Monitor	Weibul	52
3	Mesin	Normal	90
4	Selang Hidrolis	weibull	78
5	Conveyor belt	weibul/ Normal	71
6	Limit switch	weibull	76

Perawatan yang baik akan dilakukan dalam jangka waktu tertentu dan pada waktu proses produksi sedang tidak berjalan. Semakin sering perawatan suatu mesin dilakukan akan meningkatkan biaya perawatan. Untuk menentukan jumlah nominal biaya pemeliharaan, maka digunakan rumus sebagai berikut:

$$C(tp) = \frac{(Cp \times R(tp)) + Cf \times [1 - R(tp)]}{tp \times R(tp) + Tf[1 - R(tp)]}$$

Dimana :

Cp : Biaya Pemeliharaan

Cf : Biaya perbaikan kerusakan

tp : Interval ke (i)

Tf : Rata-rata selang waktu kerusakan

Tabel 11 Perbandingan biaya sebelum dan sesudah dilakukan penjadwalan

Mesin	Biaya sebelum	Biaya Sesudah	Presentase%
Sub Panel Circuit	Rp 2.760.000	Rp 1.135.796	Menurun 14 %
Sub Monitor	Rp 2.400.000	Rp 2.223.473	Menurun 8 %
Sub mesin	Rp 3.420.000	Rp 3.244.662	Menurun 5 %
Sub Selang Hidrolis	Rp 6.720.000	Rp 6.502.276	Menurun 4 %
Sub Conveyor Belt	Rp 5.225.000	Rp 4.553.040	Menurun 14 %
Sub Limit Switch	Rp 2.421.000	Rp 1.521.534	Menurun 5 %

## KESIMPULAN

Perusahaan sendiri memiliki batas keandalan sebesar 60 %, jadi penjadwalan interval perawatan usulan yang didapat dari perhitungan tabel diatas sebagai berikut :

1. Sub mesin panel circuit pada interval hari ke 16 sebesar 0.608539 (60%)
2. Sub mesin monitor pada interval hari ke 18 sebesar 0.623821 (62%)
3. Sub mesin mesin pada interval hari ke 26 sebesar 0.608273 (60%)
4. Sub mesin seleng hidrolis pada interval hari ke 26 sebesar 0.606847 (60%)
5. Sub mesin conveyor belt pada interval hari ke 60 sebesar 0.616744 (61%)
6. Sub mesin limit switch pada interval hari ke 48 sebesar 0.616427 (61%)

Perbandingan biaya perawatan mesin Finger Joint setelah dilakukan penjadwalan didapatkan prosentase biaya perawatan sub panel circuit menurun 14 %, sub monitor 8 %, sub mesin 5 %, sub seleng hidrolis 4 %, sub conveyor belt 14 %, sub limit switch 5%

## REFERENSI

- Ahmadi Noor, Hidayah Nur Yulianti. 2017. Analisis Pemeliharaan Mesin Blowmould Dengan Metode RCM Di PT. CCAI. Jurusan Teknik Industri, Fakultas Teknik, Universitas Pancasila.
- Ansori, N., & Mustajib, M.I. 2013. *Sistem Perawatan Terpadu*, Graha Ilmu, Yogyakarta
- Amran. Tiena Gustina., & Lewanskiky Eldona. 2016. Implementasi *FMEA* Untuk Perawatan Preventif, Fakultas Teknik Industri, Universitas Trisakti.
- Dhillon. B.S. 2002. *Engineering Maintenance*. Boca Raton. Florida
- Febianti, Evi, Ferdinant, Putro Ferro, Mushofik. 2016. Usulan Perencanaan Perawatan Mesin Roughing Stand Dengan Pendekatan Reliability Centered Maintenance (RCM), Jurusan Teknik Indutri, Fakultas Teknik, Universitas Sultan Ageng Tirtayasa.
- Ir. Fajar Kurniawan, M.Si, RQP. 2013. *Teknik dan Aplikasi Manajemen Perawatan Industri*, Graha Ilmu Yogyakarta.
- Merari, Anggrik Dwi, Sandora Rina dan Setiawan Tri Andi. 2017. Perencanaan Interval Perawatan Mesin *Blow Moulding* Type HBD 1 dengan Metode *Reliability Centered Maintenance* (RCM) di Perusahaan Manufaktur Plastik , Program Studi Teknik

Desain dan Manufaktur, Jurusan Permesinan Kapal, Politeknik Perkapalan Negeri Surabaya.

Sodikin, Imam. 2008. Penentuan Interval Perawatan Preventif Komponen Elektrik dan Komponen Mekanik yang Optimal Pada Mesin Excavator Seri PC 200-6 Dengan Pendekatan Model Jardine, Jurusan Teknik Industri, Fakultas Teknologi Industri, IST AKPRIND Yogyakarta.

Suardika, Ida Bagus. 2009. Penerapan Reliability Centered Maintenance (RCM) Dalam Merencanakan Kegiatan Pemeliharaan Mesin Produksi Pada Pabrik "X", Jurusan Teknik Industri, Fakultas Teknologi Industri, Institut Teknologi Nasional Malang.