

PERENCANAAN PERAWATAN MESIN *PALLETIZER* DENGAN METODE *RELIABILITY CENTERED MAINTENANCE* DI PT.CPI

Mochammad Bakhrul Abidin

Teknik Industri, Fakultas Teknik
Universitas Maarif Hasyim Latif, Sidoarjo, Indonesia
e-mail : m-bakhrul-abidin@student.umaha.ac.id

ABSTRAK

PT. CPI adalah perusahaan industri pakan ternak yang berdiri sejak tahun 1971 di Ancol-Jakarta. Sebagai perusahaan manufaktur, yang bergantung pada mesin produksinya, mesin utama pada perusahaan ini adalah mesin *palletizer*. Namun tingginya kerusakan dan *downtime* pada mesin menyebabkan hasil produksi menurun. Perbaikan ini mengimplementasikan *Reliability Centered Maintenance* untuk menentukan penjadwalan perawatan mesin serta *interval* waktu optimal. Tahapan ini dimulai dengan menentukan mesin kritis kemudian membuat deskripsi sistem dilanjutkan dengan analisis FMEA, analisa ABC untuk menentukan komponen kritis, analisis distribusi waktu hingga *interval* perawatan optimal. Dari hasil penelitian ini diketahui 2 komponen kritis dengan nilai RPN tertinggi. 2 komponen yang telah diidentifikasi kemudian dianalisis distribusi waktu kerusakan dan perbaikan, untuk mencari distribusi waktu dan mendapatkan nilai MTTF. Vanbelt adalah komponen yang memiliki nilai RPN tertinggi sebesar 245, nilai MTTF 658.909 dan interval perawatan optimal 1447,934 jam.

Kata kunci : ABC, FMEA, *Palletizer*, RCM.

PENDAHULUAN

PT. CPI yang memproduksi pakan ternak, daging ayam olahan. Berdiri pertama kali pada tahun 1921 di Thailand. Pada tahun 1971 PT. CPI pertama kali didirikan di Indonesia tepatnya di daerah Ancol Jakarta. Di Jakarta ini CP Group langsung memulai bisnisnya dengan memproduksi pakan ternak dan pakan ikan. Lalu semakin bertambahnya tahun dan usaha CP Group di Jakarta pun dapat berjalan dengan baik, maka PT. CPI memperluas perusahaannya yang sampai sekarang telah berdiri 90 cabang perusahaan di seluruh wilayah Indonesia. Salah satu perusahaan tersebut terdapat di Krian (Sidoarjo) yang telah beroperasi sejak tahun 2012, dengan nama PT. CPI Premix Plant, Tbk dengan kegiatan utama perusahaan yaitu memproduksi campuran pakan ternak (Premix). Peralatan peternakan merupakan perusahaan yang besar dengan berbagai cabang di berbagai daerah seperti Jawa Timur, Medan, Jawa Barat, Jawa tengah dan lain-lain. Awal berdirinya perusahaan ini bernama PT. CPI Animal Feedmill Co. Limited. PT CPI, Tbk memiliki beberapa usaha, terkait dengan karakter-karakter yang beda dengan yang lainnya. Dibagian produksi terdapat mesin *palletizer* merupakan proses dimana ada suatu alat yang berfungsi untuk memindahkan barang jadi yang turun dari packing melalui jalur *conveyor* yang selanjutnya barang jadi ini di letakkan diatas palet, pada saat proses pemindahan mesin *palletizer* terkadang mengalami patah pada jari penyengkeram dan pengambilan barang yang tidak sesuai perintah atau settingan, yang mengakibatkan sulit membaca kedatangan barang yang menimbulkan error pada saat penataan diatas palet. Oleh karena itu sering menyebabkan target produksi tidak tercapai.

METODE PENELITIAN

Dalam penelitian kali ini, termasuk jenis penelitian deskriptif, bertujuan untuk menjelaskan pemecahan masalah aktual di perusahaan CPI dan dapat dijadikan usulan bagi perusahaan dalam menentukan interval preventif penggantian komponen kritis pada mesin *mixing mill* dengan kriteria meminimalkan *downtime*. Serta bertujuan untuk efisien dan efektifitas dalam manajemen perawatan. Objek penelitian adalah mesin *palletizer* yang berada pada lini produksi. Pengumpulan data dilakukan bertujuan untuk mendapatkan informasi yang relevan terkait topik penelitian. Pengambilan data sangatlah penting, karena data tersebut penggambaran variabel yang berfungsi untuk alat pembukti hipotesis. Dalam metode penelitian terdapat tahapan pengumpulan data, dimana pengumpulan data dilakukan untuk mendapat data primer maupun data sekunder. Data primer di dapat dari Studi Lapangan dan literatur yaitu dengan pengamatan langsung ke perusahaan, dimana semua dapat terlihat sendiri kondisi nyata yang terjadi di perusahaan, dan menganalisis histori kerusakan pada mesin dan akan mendapatkan informasi yang berhubungan dengan topik yang akan diteliti. Kemudian dilanjutkan dengan studi literatur yang berhubungan dengan dasar teori dan ilmu yang relevan dengan topik yang akan dijelaskan didalamnya. Setelah mendapatkan data yang di butuhkan maka selanjutnya di lakukan pengolahan data yaitu :

1. Menentukan komponen kritis pada mesin *palletizer* dari riwayat kerusakan pada mesin *palletizer*.

- Menentukan CM (*Cost Maintenance*) biaya perawatan optimal.
- Selanjutnya menganalisis dengan metode *reliability centered maintenance* (RCM). Metode ini menggunakan 7 tahap antara lain:

Pengolahan data sesuai dengan metode RCM :

- Pengumpulan dan pemilihan sistem informasi.
- Batasan sistem
- Deskripsi sistem dan batasan fungsi
- Fungsi dan kegagalan sistem
- FMEA
- Pemilihan tindakan
- Perhitungan *interval preventif*

HASIL DAN PEMBAHASAN

Pengumpulan dan pemilihan sistem informasi.

Pemilihan mesin kritis didasarkan pada aspek kriteria kondisi mesin yang paling banyak terjadi *breakdown* dan berdasarkan hasil wawancara dengan bagian produksi PT.CPI dan data laporan kerusakan. Maka didapat hasil mengenai rata-rata kerusakan mesin pada proses produksi dalam kurun waktu satu tahun Januari-Desember 2018, ditunjukkan diagram pareto dibawah ini.



Gambar 1. Diagram Pareto Kerusakan Mesin

Batasan Sistem

Menurut pendapat (Kurniawan & Kholik, 2015). Berdasarkan diagram pareto diatas ditunjukkan bahwa jumlah kerusakan mesin terbanyak adalah mesin *Palletizer*. Dengan jumlah kerusakan mesin *palletizer* dari Januari-Desember 2018 sebanyak 13 kerusakan. Berdasarkan uraian diatas mesin ini dipilih sebagai obyek penelitian karena jumlah ini signifikan mengurangi jumlah hasil produksi perusahaan dan menyebabkan mesin berhenti saat proses perbaikan. Di sisi lain mesin *palletizer* tersebut merupakan mesin yang sangat berpengaruh didalam proses produksi campuran pakan ternak.

Deskripsi Sistem Dan Fungsional Blok Diagram

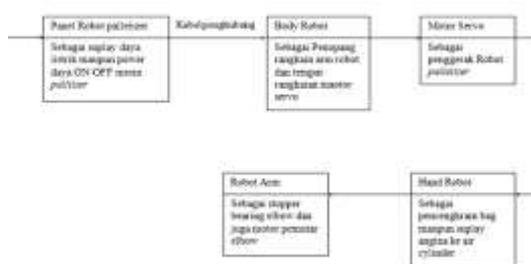
Deskripsi sistem

Proses utama dalam memproduksi campuran pakan ternak adalah bahan baku yang bagus dan ditunjang oleh pengolahan yang tepat dan efisien. Dalam proses pengambilan bag atau penataan bag dalam pallet perusahaan PT. CPI menggunakan robot *palletizer*

dimana system yang digunakan atau sistem yang digunakan untuk menjalankan mesin *palletizer* yaitu menggunakan sistem PLC dimana perintah perintah yang digunakan untuk menjalankan robot ini dikontroll dalam satu panel. Robot *palletizer* akan bekerja apabila ada perintah-perintah sensor robot dari titik ketitik lainnya hingga finish.

Fungsional Blok Diagram

Menurut pendapat (Prasetya & Ardhyani, 2019). Pada mesin robot *palletizer* ini memiliki beberapa sub mesin antara lain : Hand Robot Palletizer, Robot Arm, Motor Servo dan Body robot. Sub mesin *palletizer* ini saling berkaitan untuk membuat sebuah proses produksi pakan ternak. Berikut ini gambar *functional block diagram*



Gambar 2. Fungsional Blok Diagram

Untuk mengetahui lebih detail fungsi komponen robot palletizer, berikut ini Tabel fungsi dari komponen mesin palletizer :

Tabel 1. Sub mesin dan fungsi komponen mesin palletizer.

No	Submesin	Komponen	Fungsi
1	Hand Robot Palletizer	Finger	Sebagai pencengkram bag
2		Frame Finger	Sebagai penopang finger robot
3		Solenoid Valve	Pengatur daya cengkram air Cylinder
4		Bearing Elbow	Roll pemutus Hand Robot
5		Air Cylinder	Sebagai penggerak frame finger
6		Selang angina	Pengantar suplay angin ke air cylinder
7	Robot Arm	Grip	Sebagai Stopper bearing elbow
8		Elbow Servo	Motor pemutar elbow
9		Wrist/Pitch	Sebagai lengan ayun/pelempar
10	Motor Servo	Upper arm	Penopang lengan bagian atas robot
11		Servo Z axis	Motor penggerak ke atas ke bawah
12		Servo R axis	Motor penggerak kedepan ke belakang
13		Servo B axis	Motor penggerak ke kanan ke kiri
14		Servo O axis	180%
15		Vanbelt	Sebagai penghantar motor ke gearbox
16		Gear Box	Sebagai penggerak robot
17	Body Robot	Shoulder	Penopang rangkaian arm robot
18		Shoulder basic elbow	Elbow penghubung antara lengan & body
19		Base robot	Body utama robot
20		Servo place	Tempat rangkaian motor servo

Analisis FMEA Dan Pemilihan Komponen Kritis

Menurut pendapat (Stamatis, 2003). Analisis pada tabel FMEA terdiri dari :

1. *Functional* berfungsi untuk mendeskripsikan fungsi komponen yang dianalisis.
2. *Functional failure* berfungsi untuk menentukan *failure* pada komponen.
3. *Failure Modes* berfungsi untuk mengidentifikasi penyebab terjadinya kegagalan pada komponen yang dianalisis.
4. *Failure Effect* berfungsi untuk mengidentifikasi dampak yang ditimbulkan oleh kegagalan fungsi komponen.
5. *Saverity* digunakan untuk menentukan rating dari dampak yang ditimbulkan oleh kegagalan fungsi komponen yang dianalisis.
6. *Occurrence* digunakan untuk menentukan rating frekuensi kerusakan komponen yang sedang dianalisis.

7. *Detection* digunakan untuk menentukan rating kemungkinan sebuah komponen dapat dideteksi terjadi kegagalan fungsi.

8. *Risk priority number* digunakan untuk menentukan angka prioritas resiko kegagalan fungsi yang didapatkan dari perkalian *saverity, occurrence, dan detection*.

Berdasarkan analisis melalui FMEA maka didapat nilai SOD (*severity, occurrence, detection*) dan nilai *Risk Priority Number* (RPN) masing-masing komponen. Berikut contoh hasil perhitungan nilai SOD dan RPN yang diambil dari equipment mesin palletizer dari komponen Vanbelt pada perusahaan PT. CPI.

Dimana :

S = *severity* dengan nilai rangking 1-10

O = *occurance* dengan nilai rangking 1-10

D = *detection* dengan nilai rangking 1-10

$$RPN = S \times O \times D = 7 \times 7 \times 5 = 245$$

Berikut tabel hasil perhitungan FMEA :

Tabel 2. *Failure Mode and Effect Analysis* (FMEA)

No	Equipment	Functional	Functional Failure	Failure mode (cause of failure)	Failure effect	S	O	D	RPN	Prosentase	Kumulatif
1	Vanbelt	Penghantar motor ke gear box	Putaran tidak ada	Vanbelt kendur	Kecepatan run out berkurang	7	7	5	245	11.1%	11.1%
2	Servo Z axis	Motor penggerak atas ke bawah	Motor terbakar	Gugungan short	motor servo tidak beroperasi	8	4	7	224	10.2%	21.3%
3	Servo O axis	Motor penggerak 180%	Motor terbakar	Gerakan tidak sesuai	Bag bocor dan	7	4	8	224	10.2%	31.5%
4	Servo B axis	Motor penggerak ke kanan ke kiri	Motor Macet/rusak	Putaran atau gerakan tidak sesuai	Motor beroperasi sangat lambat	8	4	6	192	8.7%	40.2%
5	Servo R axis	ke depan dan kebelakang	Motor tidak bisa berputar	Motor rusak	Bag tidak bisa terambil	7	4	6	168	7.6%	47.9%
6	Shoulder basic elbow	penghubung antara lengan dan body	Sholder basic as	Gerakan anatara lengan dan body tidak sesuai	Penataan bag yg lambat	7	6	4	168	7.6%	55.5%
7	Wrist Pitch	Lengan ayun/pelempar	Wrist patah	lengan ayun Aus	Bag tidak bisa terambil	8	4	4	128	5.8%	61.3%
8	Bearing Elbow	Roll pemutus Hand Robot	putaran roll tersendat	Bearing elbow macet	penumpukan bag	6	3	6	108	4.9%	66.2%
9	Servo place	Tempat rangkaian motor	Rangkaian error	Motor tidak bisa beroperasi	Motor berhenti beroperasi	7	3	5	105	4.8%	71.0%
10	Shoulder	Penopang rangkaian arm	Shoulder Lecet	Rangkaian konslet	Kelistrikan arm akan mati	6	3	5	90	4.1%	75.1%

Pemilihan Tindakan

Menurut pendapat (Ramadhan, 2018). Penentuan distribusi waktu antar kerusakan dan perbaikan. Penentuan distribusi waktu TTR dan TTF menggunakan *Software* minitab 16. Distribusi yang digunakan adalah distribusi *weibull* dengan uji hipotesis sebagai berikut:

H0 : adalah *Time to failure* dan *Time to repair* berdistribusi *Weibull*

H1 : adalah *Time to failure* dan *Time to repair* tidak berdistribusi *Weibull*

Hipotesis diterima jika *P-Value* > α , dengan $\alpha=0,5$. Parameter yang digunakan pada distribusi *weibull*

adalah *scale* (θ) dan *shape* (β), fungsi fungsi yang digunakan pada distribusi *weibull* adalah:

Fungsi Keandalan: $R(t) = e^{-\left(\frac{t}{\theta}\right)^\beta}$

Mean time to failure (MTTF)

$$MTTF = \theta r \left(1 + \frac{1}{\beta}\right)$$

Nilai $r \left(1 + \frac{1}{\beta}\right)$ didapat dari $r(x)$ tabel fungsi gamma.

Mean time to repair

$$MTTR = \theta r \left(1 + \frac{1}{\beta}\right)$$

Nilai $r \left(1 + \frac{1}{\beta}\right)$ didapat dari $r(x)$ tabel fungsi gamma.

Dari *history time* komponen kritis pada mesin *mixing mill* 1 di dapatkan TTR, TTF, *scale* (θ) dan *shape* (β) dari perhitungan distribusi *weibull* dari aplikasi minitab 16.

Tabel 3. Waktu Perbaikan Vanbelt

No	Tanggal	Waktu kerusakan		Downtime Menit	TTR Jam	TTF Jam
		Mulai	Selesai			
1	8-Jan-18	13:00	13:20	20	0,33	0
2	15-Apr-18	9:00	9:15	15	0,25	625,6
3	17-Apr-18	14:00	14:15	15	0,25	14,45
4	3-Dec-18	9:20	10:28	68	1,13	1371
5	12-Dec-18	15:00	16:00	60	1	80
6	22-Dec-18	10:40	11:20	40	0,66	192,2

Tabel 4. Waktu Perbaikan Servo Z Axis

No	Tanggal	Waktu kerusakan		Downtime Menit	TTR Jam	TTF Jam
		Mulai	Selesai			
1	17-Mar-18	9:30	11:00	150	2,5	0
2	12-May-18	14:20	16:00	160	2,6	345,2
3	16-Jul-18	10:30	11:00	30	0,50	399,3
4	23-Aug-18	15:30	16:15	45	0,75	206,3
5	30-Sep-18	8:30	11:30	180	3	226,1

Penentuan Interval Perawatan

Interval perawatan yang optimal pada setiap komponen dihitung menggunakan parameter-parameter distribusi selang waktu kerusakan, biaya kerugian produksi akibat kerusakan dan biaya penggantian karena perawatan. Rumus perhitungan interval perawatan sebagai berikut :

$$Cf = Cr + Tf (Co+Cw)$$

$$TM = \theta \left(\frac{Cm}{(Cf-Cm)} x \frac{1}{\beta-1} \right)^{\frac{1}{\beta}}$$

Keterangan :

- Cf = Biaya perbaikan karena kerusakan komponen setiap siklus perawatan
- Cr = Biaya pergantian komponen yang rusak
- Co = Biaya *loss* produksi
- Cw = Biaya *manpower*
- TM = *Interval* perawatan
- CM =Biaya yang dikeluarkan untuk perawatan ((biaya *manpower* + biaya *downtime*) MTTR + biaya material)

Biaya Untuk Perawatan

Menurut pendapat (Assauri, 2004). Biaya untuk perawatan yaitu biaya output untuk perawatan. Biaya untuk perawatan meliputi biaya tenaga kerja, biaya downtime (biaya downtime ditetapkan perusahaan sebesar 20% dari biaya kerugian produksi) dan biaya material. Biaya perawatan dihitung dengan rumus sebagai berikut :

$$CM = (\text{biaya } manpower + \text{biaya downtime}) MTTR + \text{biaya material.}$$

Hasil perhitungan biaya untuk perawatan dijelaskan table sebagai berikut :

Tabel 5. Biaya Untuk Perawatan (CM)

No	Komponen	Harga (rupiah)	MTTR (jam)	Biaya Tenaga kerja	Downtime (Rupiah)	CM Rupiah
				Mekanik		
1	Vanbelt	269.000	6.58909	30.500	3.060.000	469.967
2	Servo Z Axis	39.700.000	2.65287	30.500	3.060.000	39.780.913

Biaya Perbaikan kerusakan setiap siklus perawatan (CF)

Menurut pendapat (Faizal, 2017). Biaya perbaikan akibat kerusakan komponen setiap siklus perawatan adalah biaya yang timbul akibat adanya kerusakan komponen. Biaya ini terdiri dari biaya kerugian produksi, biaya *manpower* dan material. Hasil rekap perhitungan biaya perbaikan akibat kerusakan dijelaskan pada tabel berikut:

Tabel 6. Biaya Perbaikan Komponen Setiap Siklus

No	Komponen	Harga (rupiah)	MTTR (jam)	Biaya Tenaga kerja	Biaya kerugian (rupiah)	CF Rupiah
				Mekanik		
1	Vanbelt	269.000	6.58909	30.500	15.300.000	15.300.470
2	Servo Z Axis	39.700.000	2.65287	30.500	15.300.000	55.000.081

Interval Perawatan Optimal (TM)

Perhitungan interval perawatan optimal menggunakan rumus :

$$TM = \theta \left(\frac{Cm}{(Cf-Cm)} x \frac{1}{\beta-1} \right)^{\frac{1}{\beta}}$$

Perhitungan untuk komponen Vanbelt sebagai berikut :

$$TM = 41.834 \left(\frac{418.834}{15.300.470 (469.967-1)} \right)^{\frac{1}{1,579617}}$$

$$TM = 1447,934 \text{ jam}$$

Hasil rekap perhitungan *interval* perawatan optimal sebagai berikut :

Tabel 7. *Interval* Perawatan Optimal

No	Komponen	Shape (β)	Scale (θ)	CM (Rupiah)	CF (Rupiah)	TM (jam)
1	Vanbelt	1,579617	41834	469.967	15.300.470	1447,934
2	Servo Z Axis	2,32357	32.667	39.780.913	55.000.081	27764,53

Dari perhitungan interval waktu perawatan, maka langkah selanjutnya mencari total biaya perawatan dalam masa 1 periode. Pada perhitungan ini menentukan total biaya perawatan sebelum ataupun sesudah adanya program perawatan. Perhitungan 1 periode :

$$1 \text{ Periode} = (8 \text{ jam} \times 6 \text{ hari}) + (6 \text{ Jam} \times 1 \text{ hari}) \times 52 \text{ minggu} = 2808 \text{ jam.}$$

Adapun perhitungan Total Biaya Perawatan untuk komponen Vanbelt, yaitu :

Sebelum adanya perawatan terencana (TP)

Dimana, banyaknya kerusakan

$$N = \frac{t}{MTTF} = \frac{2808}{658,909} = 4,26159$$

Total biaya sebelum = Biaya Kerusakan x Banyaknya Kerusakan adanya kerusakan
 = Rp 15.300.470 x 4,26159
 = Rp 65.195.302

Sesudah adanya perawatan terencana (TC)

Perhitungan komponen Tc untuk komponen vanbelt menggunakan software *Mathcad* :

Diketahui :

$$\beta = 1.579617 \quad TP = 2808$$

$$\theta = 41834$$

$$CM = 469967$$

$$Cf = 15300470$$

$$f(t) := (\theta \cdot t^{\beta-1}) \cdot (e^{-(t \div \theta)})^{\theta} \div \beta^{\alpha}$$

$$R(t) := e^{-(t \div \theta)^{\beta}}$$

$$TC := Cm \cdot R(tp) + Cf \cdot (1 - R(tp)) \div \left(tp \cdot R(tp) + \int_0^{tp} t \cdot f(t) dt \right)$$

$$TC = 4.635 \cdot 10^5$$

Maka dari perhitungan diatas dapat diperoleh nilai sesudah adanya perawatan pada masing- masing komponen kritis. Adapun akumulasi biaya yaitu sebagai berikut:

Tabel 8. Akumulasi biaya

Akumulasi biaya (Rp)					
Komponen	CM	CF	TM	TC	TP
Vanbelt	469.967	15.300.470	1447.934	4.635.10 ⁵	65.195.302
Servo Z Axis	39.780.913	55.000.081	27764.53	3.965.10 ⁷	526.845.225

Adapun tabel hasil perhitungan sesudah adanya perawatan adalah sebagai berikut :

Tabel 9. Akumulasi Biaya Sebelum perbaikan dan sesudah perbaikan.

Komponen	Total Biaya Penggantian (Per Periode)	
	Sebelum adanya program penggantian	Sesudah adanya program penggantian
Vanbelt	Rp 65.195.302	Rp 4.635.10 ⁵
Servo Z Axis	Rp 526.845.225	Rp 3.965.10 ⁷

Dari hasil perhitungan diatas dapat diketahui nilai estimasi program perencanaan perawatan untuk komponen Vanbelt sebesar Rp 4.635.10⁵, dan jika dalam hitungan 1 periode bila belum adanya program perawatan kerugian yang akan ditanggung akibat kerusakan komponen pada komponen vanbelt adalah sebesar Rp 65.195.302.

PENUTUP

Hasil kesimpulan dari penelitian diatas bahwa menggunakan metode RCM dapat disimpulkan :

1. Analisa *Predictive testing and inspection* didapatkan dua komponen kritis yang menyebabkan berhentinya mesin *palletizer*. dua komponen kritis antara lain : Vanbelt dan Zervo Z Axis (motor penggerak).
2. Analisa *Preventive maintenance* didapatkan *interval* perawatan optimal untuk 2 komponen kritis diatas sebagai berikut :
 - a. *Interval* perawatan komponen Vanbelt yaitu 1447,934 jam.
 - b. *Interval* perawatan komponen Servo Z Axis yaitu 27764,53 jam.

DAFTAR PUSTAKA

Assauri, S. (2004). Manajemen Produksi Dan Operasi Edisi Revisi. *Jakarta: Lembaga Penerbit FEUI.*

Faizal, M. (2017). Implementasi Reliability Centered Maintenance Pada Proses Peleburan Polimer Keramik Di PT. Ferro Indonesia. Institut Teknologi Sepuluh Nopember.

Kurniawan, R. A., & Kholik, H. M. (2015). Usulan Perawatan Mesin Stitching Dengan Metode Reliability Centered Maintenance. *Jurnal Teknik Industri*, 16(2), 83-91.

Prasetya, D., & Ardhyani, I. W. (2019). Perencanaan Pemeliharaan Mesin Produksi Dengan Menggunakan Metode Reliability Centered Maintenance (RCM)(Studi Kasus: PT. S). *JISO: Journal Of Industrial And Systems Optimization*, 1(1), 7-14.

Ramadhan, M. A. Z. (2018). Penentuan Interval Waktu Preventiv Maintenance Pada Nail Making Machine Dengan Menggunakan Metode Reliability Centered Maintenance (RCM) II (Studi Kasus PT. SURABAYA WIRE). Universitas Muhammadiyah Sidoarjo.

Stamatis, D. H. (2003). *Failure Mode And Effect Analysis: FMEA From Theory To Execution.* ASQ Quality Press