

**ANALISIS KEANDALAN MESIN PRODUKSI DENGAN PENDEKATAN RELIABILITY  
CENTERED MAINTENANCE (RCM)**

**(Studi Kasus di PT. NISSIN BISCUIT INDONESIA)**

Paris J. Ginting<sup>1\*</sup>, Apriani Soepardi<sup>2</sup>

<sup>1</sup>Universitas Prima Indonesia, Medan

<sup>2</sup>Universitas Pembangunan Nasional “Veteran” Yogyakarta, Yogyakarta

\*Email:yoghiell@yahoo.com

**Abstrak**

Penelitian ini dilakukan dengan tujuan untuk mengetahui mesin yang paling kritis dan komponen yang dapat memberikan kegagalan fungsi pada sistem, mode kerusakan yang terjadi, dan menentukan kebijakan perawatan yang tepat. Penelitian dilakukan di PT Nissin Biscuit Indonesia pada line produksi biscuit crispy crackers. Dalam penelitian ini metoda yang digunakan adalah Analisis *Reliability Centered Maintenance* (RCM). Kelebihan metoda ini dibandingkan dengan metoda Preventive Maintenance (PM) adalah bahwa metoda ini tidak bertujuan hanya untuk menjaga agar mesin dapat tetap berjalan melainkan agar mesin dapat tetap menjalankan fungsinya sesuai dengan standar performansinya. Dalam melakukan RCM ada 7 tahap yang harus dilakukan (1) Mendefinisikan seluruh sistem yang ada (2) menentukan batasan sistem dan hubungannya (3) membuat uraian fungsi sistem dan blok diagram (4) menentukan fungsi sistem dalam mendukung sistem mesin (5) mencari mode kerusakan dan analisa akibat mode kerusakan (6) analisa pohon logika (7) menentukan tindakan Pada analisa mesin kritis, diketahui mesin yang paling sering mengalami kerusakan adalah baking section. Setelah dilakukan analisis RCM pada mesin kritis dapat ditentukan kebijakan perawatan yang sebaiknya dilakukan pada baking section adalah *Condition Directed* (CD), *Time Directed* (TD), *Failure Fanding* (FF), dan *Run to failure* (RTF).

Kata kunci: *Reliability Centered Maintenance*, Mesin kritis, Kebijakan perawatan

**PENDAHULUAN**

PT. Nissin Biscuit Indonesia, perusahaan yang bergerak di bidang industri Biscuit, pada saat ini menggunakan 16 Line production yang berbeda-beda untuk melayani 6 fasilitas produksi, yaitu Nissin, Monde, Khong Guan, Wafer, Serena, dan Ekrol.. Mesin – mesin yang digunakan oleh PT. Nissin Biscuit Indonesia sering mengalami *breakdown* atau kerusakan secara tiba – tiba. Kondisi ini dapat disebabkan oleh karena pembebanan perawatan yang dilakukan untuk setiap mesin sama. Ini berarti setiap mesin mendapatkan perlakuan yang sama dalam perawatan, sedangkan fungsi dari tiap – tiap mesin berbeda yang berarti tingkat kemungkinan suatu mesin akan mengalami kerusakan juga berbeda. Disamping itu pembebanan perawatan yang sama untuk setiap mesin menyebabkan sumber daya perawatan yang dimiliki oleh perusahaan tidak dapat dimanfaatkan secara maksimal. Agar dapat meminimumkan kemungkinan terjadinya *breakdown* mesin yang tidak diinginkan dan juga dapat memanfaatkan secara maksimal sumber daya perawatan yang dimiliki, maka perusahaan harus menetapkan kebijakan perawatan yang lebih efektif. Untuk menetapkan kebijakan perawatan yang tepat dapat dilakukan dengan menggunakan analisis *Reliability Centered Maintenance* (RCM). Penelitian ini dilakukan untuk menentukan kebijakan perawatan yang tepat dan sesuai dengan kondisi *breakdown* mesin di PT. Nissin Biscuit Indonesia.

**BAHAN DAN METODE**

**Bahan Penelitian.** Untuk mencapai tujuan yang diinginkan dari penelitian ini maka data yang telah diperoleh akan dianalisis dengan menggunakan metoda *Reliability Centered Maintenance*. Adapun data yang dibutuhkan adalah kerusakan mesin pada dua tahun sebelumnya. *System Work Breakdown Structure* (SWBS), dan *manual handbook*. Setelah semua itu diperoleh maka akan ditentukan Tindakan-tindakan perawatan yang paling tepat untuk komponen-komponen dari mesin tersebut.

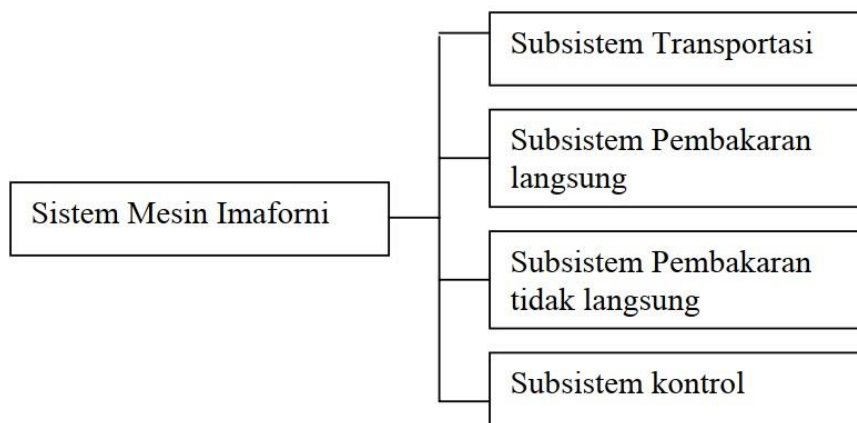
**Penentuan mesin kritis.** Mesin kritis ditentukan berdasarkan banyaknya kerusakan yang dialami oleh mesin pada *line production Biscuit Crispy crackers* selama dua tahun. Data historis kerusakan tersebut disusun kedalam table berikut ini.

Tabel 1 Data historis kerusakan mesin pada *line production crispy crackers* selama 2 tahun

No	Mesin	Jumlah kerusakan
1	<i>Mixing section</i>	18
2	<i>Cutting section</i>	30
3	<i>Baking section</i>	117
4	<i>Packaging section</i>	35

Berdasarkan data historis kerusakan yang diperoleh maka mesin yang paling banyak mengalami kerusakan selama dua tahun terakhir adalah *Baking Section*. Dengan demikian maka diantara keempat mesin yang digunakan, *Baking section* adalah mesin yang paling kritis. Adapun pada *baking section* mesin yang digunakan adalah mesin Imaforni, *Oven with combined heating system: direct and indirect*.

**Analisis RCM.** Sebelum melakukan analisa RCM pada mesin Imaforni *Oven with combined heating system : direct and indirect*, maka terlebih dahulu harus diketahui spesifikasi dari mesin tersebut. Setelah diketahui gambaran spesifikasi umum dari sistem maka perlu dikenali secara baik fungsi dari subsistem maupun komponen yang ada pada mesin.



Gambar 1 Uraian System mesin Imaforni

### Fungsi dan Kegagalan Fungsi Subsistem

Dalam melakukan analisa fungsi dan kegagalan fungsi sistem digunakan diagram blok fungsi, karena dengan diagram blok fungsi dapat diketahui masukan maupun keluaran sistem dan pengaruhnya pada elemen sistem lainnya.

Tabel 2. Fungsi dan kegagalan fungsi subsistem

No	No kerusakan fungsi	Uraian fungsi atau kegagalan fungsi
	<b>1.0 Subsistem transportasi</b>	
1.1		Wiremesh berputar pada kecepatan 3-20 m/mnt
	1.1.1	Wiremesh berputar pada kecepatan 0 m/mnt (tidak bisa berputar)
	1.1.2	Wiremesh gagal berputar untuk kecepatan 3-20 m/mnt
	<b>2.0 Subsistem direct heating</b>	
2.1		Membakar produk dengan menggunakan api
	2.1.1	Tidak ada udara didalam baking chamber
	2.1.2	Burner fail to ignite and/or block
	2.1.3	Ceiling/bedplate baking difference
	2.1.4	Baking difference between sides and center of the

oven	
<b>3.0 subsistem in direct heating</b>	
3.1	Membakar produk dengan udara panas
3.1.1	Tidak ada udara didalam baking chamber
3.1.2	Burner fail to ignite and/or block
3.1.3	Ceiling/bedplate baking difference
3.1.4	Baking difference between sides and center of the oven
<b>4.0 subsistem control</b>	
4.1	NC mengontrol semua kegiatan
4.1.1	NC gagal mengontrol semua kegiatan

**Mode kerusakan dan Analisa akibat Kerusakan (MKAK)**

Untuk bisa melakukan analisa akibat kerusakan maka terlebih dahulu akan dibuat matrik antara hubungan kerusakan fungsi dengan peralatan pada mesin.

Tabel 3 Matrik kegagalan fungsi dengan peralatan

Peralatan	Nomor kegagalan fungsi										
	1.1.1	1.1.2	2.1.1	2.1.2	2.1.3	2.1.4	3.1.1	3.1.2	3.1.3	3.1.4	4.1.1
Drive head	X	X									
Return head	X	X									
Wiremesh		X									
T.burner				X							
R. pressure						X					
P. gauge(D)					X						
Fan (exhst,D)			X								
Turbulator								X	X		
Motor		X									X
H.P fan			X								
Fan (exhst,ID)							X				
P.gauge(ID)								X			
Gas filter					X	X					
servomotor							X				

Dari tabel 3 diatas dapat dibuat *Failure Mode Effect and Analysis*. Sebelum melakukan analisa tersebut terlebih dahulu dilakukan analisis keandalan dari komponen sistem. Adapun Langkah-langkah dalam melakukan analisis keandalan adalah:

1. Uji distribusi kerusakan dan *Goodness of fit test*

Tabel 4 Distribusi frekuensi empiris kerusakan

Kelas interval	Frekuensi (fi)	Nilai tengah (xi)	fi.xi	xi <sup>2</sup>	fi.xi <sup>2</sup>
0 – 1	3	0,5	1,5	0,25	0,75
2 – 3	7	2,5	17,5	6,25	43,75
4 – 5	5	4,5	22,5	20,5	102,5
6 – 7	5	6,5	32,5	42,5	212,5
8 – 9	2	8,5	17	72,5	145

10 – 11	2	10,5	21	110,25	220,5
Jumlah	24		112		725

$$\bar{X} = \frac{\sum f_i \cdot x_i}{\sum f_i} = \frac{112}{24} = 4,67$$

$$S^2 = \frac{N \sum f_i \cdot x_i^2 - (\sum f_i \cdot x_i)^2}{N(N-1)} = \frac{24(725) - (112)^2}{24(23)} = 8,79$$

$$S = \sqrt{S^2} = \sqrt{8,79} = 2,9$$

Goodness of fit test

Tabel 5 Hasil perhitungan uji Chi-Square

Kelas interval	Frekuensi yang diamati (O <sub>i</sub> )	Probabilitas eksponensial (E <sub>xi</sub> )	Frekuensi teoritis (n <sub>i</sub> )	Nilai <i>Chi-Square</i> Hitung (χ <sup>2</sup> )
0 – 1	3	0,31	7,44	2,64
2 – 3	7	0,25	6,00	0,01
4 – 5	5	0,17	4,08	0,21
6 – 7	5	0,12	2,88	1,56
8 – 9	2	0,09	2,16	0,01
10 – 11	2	0,05	1,44	0,22
Jumlah	24	1,00	24	4,65

Berdasarkan hasil perhitungan diatas maka data dapat dikatakan berdistribusi eksponensial.

## 2. Perhitungan keandalan

Perhitungan keandalan dilakukan terhadap semua komponen mesin. Hasil perhitungan dapat dilihat pada tabel berikut ini

Tabel 6 Analisis keandalan setiap komponen

Komponen	λ (kerusakan/jam)	MTBF (jam)	f(t) (t=168)	R(t) (t=168)	F(t) (t=168)
Drive head	0,00050072	1997,12	0,0545 %	91,93 %	8,07 %
R.head	0,00043812	2282,47	0,0407 %	92,90 %	7,11 %
Wiremesh	0,00043812	2282,47	0,0407 %	92,90 %	7,11 %
R.press	0,0005633	1775,25	0,0512 %	90,97 %	9,03 %
P.gauge(d)	0,0006258	1597,95	0,0563 %	90,02 %	9,98 %
T.burner	0,0019	526,72	0,1381 %	72,67 %	27,33 %
Turbulator	0,0003129	3195,90	0,0297 %	94,87 %	5,13 %
Servomotor	0,0001877	5327,65	0,0182 %	96,89 %	3,11 %
P.gauge(id)	0,0004381	2282,47	0,0407 %	92,90 %	7,11 %
Gas filter	0,0004381	2282,47	0,0407 %	92,90 %	7,11 %
Motor	0,0003755	2663,11	0,0352 %	93,88 %	6,12 %
Fan(ex,id)	0,0003755	2663,11	0,0352 %	93,88 %	6,12 %
H.P. fan	0,0003755	2663,11	0,0352 %	93,88 %	6,12 %
Fan(ex,d)	0,0003755	2663,11	0,0352 %	93,88 %	6,12 %

Analisa mode kerusakan dan akibat kerusakan hanya dibuat pada komponen yang dalam dua tahun terakhir mengalami kerusakan. Contoh hasil analisis mode kerusakan dan akibat kerusakan dapat dilihat pada table 7 berikut ini.

Tabel 7 Mode Kerusakan dan akibat Kerusakan

Peralatan	Mode kerusakan	Penyebab kerusakan	Akibat kerusakan		
			Local	Subsistem	Sistem
Pressure gauge (ID)	pressure gauge rusak	V belt putus	Pressure gauge stop	Berfungsi	Mesin berfungsi
Fan (exhaust ID)	drive belt putus	High tension	Fan tidak berputar	Tidak berfungsi	Mesin mati
High pressure fan	drive belt putus	High tension	Fan tidak berputar	Tidak berfungsi	Mesin mati
Gas filter	filter rusak	Kotor	Filter tidak berfungsi	Berfungsi	Mesin berfungsi
Servomotor	1. kumparan motor terbakar. 2. bearing rusak.	-	Tidak berfungsi	Tidak berfungsi	Mesin mati
		pelumasan kurang bagus	Bad air mixing	Tidak berfungsi	Mesin mati

### Analisa Pohon Logika (*Logic Tree Analysis*)

Setelah mengetahui mode kerusakan dan akibat kerusakan maka perlu dilakukan analisis mode kerusakan untuk mengetahui kerusakan yang bersifat kritis. Untuk itu digunakan *Logic tree analysis* atau analisa pohon logika. Contoh hasil analisis pohon logika dapat dilihat pada table 8 dibawah ini.

Table 8 Analisa Pohon Logika

Kegagalan fungsi	Komponen/ mode kerusakan	Analisis kritis				Pendapat category
		Evident?	Safety?	Outage?		
1.1.1 baking conveyor tidak berputar	Motor Gear box rusak	Yes	No	Yes	B	
1.1.2 baking conveyor gagal berputar	Drivehead Bearing rusak	Yes	No	Yes	B	
untuk kecepatan 3-20 m/mnt	Return head Bearing rusak	Yes	No	Yes	B	

### Pemilihan Tindakan

Berdasarkan hasil dari analisa pohon logika, maka dapat disimpulkan kategori dari mode kerusakan sebagai berikut :

1. B atau D/B sebanyak 11

2. C atau D/C sebanyak 5

Analisa pemilihan kebijakan dapat dibuat dengan menggunakan seleksi tindakan PM yang terdiri dari beberapa pertanyaan yang harus dijawab. Contoh hasil pemilihan tindakan dapat dilihat pada tabel 9 berikut ini.

Tabel 9 Pemilihan tindakan untuk setiap mode kerusakan

FF No	Componen/ Failure mode	Failure caused	Selection guide								Selec dec
			1	2	3	4	5	6	7	8	
1.1.1	Motor										
	1.Gear box rusak	1.1pelumasan jelek	Y	N	Y	N	-	Y	-	-	CD
	Wiremesh	1.1ada oil pada									
	1.sideslip	permukaan drive atau return head	Y	N	Y	N	-	Y	-	-	CD
	Drive head										
1.1.2	1.Bearing rusak	1.1pelumasan kurang baik	Y	N	Y	N	-	Y	-	-	CD
	Return head										
	1.Bearing rusak	1.1pelumasan kurang baik	Y	N	Y	N	-	Y	-	-	CD

Jumlah tindakan untuk masing-masing kategori dapat dilihat pada tabel 10 berikut ini

Kebijakan	Jumlah
Condition Directed	1. motor ( gear box) 2. drive head (bearing) 3. return head (bearing) 4. wiremesh (oil pada drive atau return head) 5. tubular burner (nozzle,electrode) 6. servomotor (bearing)
Time Directed	1. High pressure fan (drive belt putus) 2. Pressure gauge (V belt putus) 3. Turbulator (drive belt putus) 4. Pressure gauge (drive belt putus)
Failure Finding	1. Gas filter (kotor) 2. Pressure regulator (filter rusak)
Run To Failure	1. Servomotor (kumparan motor terbakar)

**KESIMPULAN**

Berdasarkan hasil penelitian dapat disimpulkan bahwa 1. Mesin yang paling kritis pada Line production biscuit crispy crackers adalah oven (baking section) Imaformi with combined heating system : Direct and Indirect. Adapun komponen yang dapat memberikan kegagalan fungsi pada mesin adalah : *drive*

*head, return head, Wiremesh, T. burner, high pressure fan, servomotor, turbulator, fan (exhaust) direct zone, fan (exhaust) indirect zone, motor.* Dengan kebijakan perawatan yang sebaiknya dilakukan adalah *Condition based* sebanyak 6 tugas, *Time directed* sebanyak 4 tugas, *Failur Finding* sebanyak 2 tugas dan *Run to Failure* sebanyak 1 tugas.

## DAFTAR PUSTAKA

- Blanchard, Benjamin, S, *Maintanbility : a key to effective serviceability and maintenance management*, John Wiley and Sons.Inc, 1994.
- A, Mustofa, *Diktat kuliah Manajemen Perawatan*, edisi ke-1, Jurusan Teknik Manajemen Industri UII, Yogyakarta, 1998.
- Soeparni, Apriani, *Diktat Kuliah Sistem Perawatan Jurusan Teknik Industri, UPN'Veteran'' Yogyakarta*, 2001.
- Widagdo, *Analisa Kerusakan Mesin Super Draw set 3 dengan Menggunakan Metoda Failure Mode Effect Analysis (FMEA)*, Laporan Kerja Praktek, UPN'Veteran'' Yogyakarta, 2002.
- Sembiring, A.C., Tampubolon, J., & Sibuea, M.D.A. (2022). Perbaikan pengendalian kualitas menggunakan metode DMAIC. Dalam *Prosiding Seminar Nasional Inovasi Teknologi dan Ilmu Komputer*.
- Tampubolon J, Sembiring AC, Perangin-angin R. Improve productivity in production part using marvin e mundel method. *Journal of Physics Conference Series*. 2019 Jul;1230(1):012059. DOI: 10.1088/1742-6596/1230/1/012059.