

BAB V

PEMBAHASAN

5.1. Analisis perawatan Reliability Centered Maintenance

5.1.1. Analisis Failure Modes And Analysis (FMEA)

Berdasarkan hasil penyusunan *Failure Mode and Effect Analysis* (FMEA) untuk mesin Pengolahan Susu Bubuk maka dapat diperoleh nilai RPN (*Risk Priority Number*) untuk setiap komponen. Nilai RPN untuk setiap komponen. Nilai RPN untuk setiap komponen dapat dilihat pada tabel 5.1

Tabel 5.1 RPN kegagalan komponen mesin Pengolahan Susu Bubuk

No	Equipment	Sub Equipment	RPN
1	Compounding Tank	Mixer	90
			72
		Flowmeter	
			108
		Pompa	90
		Valve	80
		Pipa Steam	144
	Rotor	120	
2	Homogenizer	Flowmeter	84
		Pompa	60
		Pipa Steam	60

No	Equipment	Sub Equipment	RPN
		Roda Transmisi	60
		Rotor	80
		Mixer	100
		Valve	72
3	Mix Storage Tank	Sensor Pelampung	64
		Mixer	60
		Pipa	80
		Rotor	45
		Pompa	100
		Sensor Flowmeter	72
		Valve	144
4	Pre-Heater	Pipa Preheater	125
		Plat Exchanger	90
		Boiler	36
5	Duplex Filter	Pressure	90
		Pipa	120
		Valve	75
		Filter	60
6	High Pressure Pump	Bearing	120
		Pipa	80
		Piston	72
		Pressure Relief Valve	60
		V-Belt	144
		Pompa	36

No	Equipment	Sub Equipment	RPN
7	Total From Drayer	Bag Filter	80
		Cyclone	72
		Chamber	60
		Selang Nozzel	70
			175
		Spray Nozzle	84
			175
			245
		Valve Nozzle	180
		Heater	90
	Exhaust Fan	42	
8	Shifter	Plat	60
			100
		V-Belt	144
		Rotor	120

Dari tabel 5.1 dapat dilihat bahwa komponen utama yang memiliki nilai prioritas terbesar pada Pengolahan Susu Bubuk, yaitu *Total From Drayer* dengan sub komponen *Spray Nozzle*.

5.1.2. Analisis Kategori Komponen Berdasarkan Logic Tree Analysis (LTA)

Berdasarkan hasil analisis LTA, maka dapat diperoleh kategori kegagalan masing-masing komponen mesin. Pengkategorian komponen dilakukan atas pertimbangan:

1. Kategori A (*safety Problem*) yaitu mode kegagalan komponen dapat mengakibatkan gangguan keselamatan pada operator dan lingkungan atau bahkan berakibat pada kematian. Berdasarkan hasil penelitian tidak ada komponen yang termasuk dalam kategori ini.
2. Kategori B (*Outage Problem*) yaitu mode kegagalan dari suatu komponen dapat menyebabkan sistem kerja komponen terhenti sebagian atau keseluruhan sehingga berpengaruh terhadap terhadap *operasional plant* seperti kuantitas, kualitas produk terhadap hasil produksi yang dapat membengkakkan biaya. Yang termasuk dalam kategori ini adalah :
 - a. Sub Mesin *Compounding Tank* dengan komponen *Mixer*
 - b. Sub Mesin *Compounding Tank* dengan komponen *Valve*
 - c. Sub Mesin *Compounding Tank* dengan komponen *Rotor*
 - d. Sub mesin *Homogenizer* dengan komponen *Mixer*
 - e. Sub Mesin *Mix Strotage Tank* dengan komponen *Sensor Pelampung*
 - f. Sub Mesin *Mix Strotage Tank* dengan komponen *Rotor*
 - g. Sub Mesin *Mix Strotage Tank* dengan komponen *Sensor flowmeter*
 - h. Sub Mesin *Mix Strotage Tank* dengan komponen *Mixer*
 - i. Sub Mesin *Pre Heater* dengan komponen *Plat Exchanger*
 - j. Sub mesin *Duplex Filter* dengan komponen *Pressure*
 - k. Sub mesin *Duplex Filter* dengan komponen *Valve*
 - l. Sub Mesin HPP dengan komponen *Bearing*
 - m. Sub Mesin HPP dengan komponen *Piston*
 - n. Sub Mesin HPP dengan komponen *V Belt*
 - o. Sub Mesin TFD dengan komponen *Bag Filter*
 - p. Sub Mesin TFD dengan komponen *Chamber*
 - q. Sub Mesin TFD dengan komponen *Spray Nozzle*
 - r. Sub Mesin TFD dengan komponen *Valve Nozzle*
 - s. Sub Mesin TFD dengan komponen *Exhaust Fan*

- t. Sub Mesin *Shifter* dengan komponen *V Belt*
 - u. Sub Mesin *Shifter* dengan komponen *Rotor*
3. Kategori C (*Economic problem*) yaitu komponen yang tidak dapat menyebabkan kegagalan pada seluruh atau sebagian sistem tetapi menyebabkan kerugian ekonomi pada perusahaan yang relatif kecil. Berdasarkan hasil penelitian, komponen yang termasuk pada kategori C adalah sebagai berikut:
- a. Sub Mesin *Coumpounding Tank* dengan Komponen *Flowmeter*
 - b. Sub Mesin *Coumpounding Tank* dengan Komponen *Pompa*
 - c. Sub Mesin *Coumpounding Tank* dengan Komponen *Pipa Steam*
 - d. Sub Mesin *Homogenizer* dengan komponen *Flowmeter*
 - e. Sub Mesin *Homogenizer* dengan komponen *Pompa*
 - f. Sub Mesin *Homogenizer* dengan komponen *pipa steam*
 - g. Sub Mesin *Homogenizer* dengan komponen *Roda Transmisi*
 - h. Sub Mesin *Homogenizer* dengan komponen *Rotor*
 - i. Sub Mesin *Homogenizer* dengan komponen *Valve*
 - j. Sub Mesin *Mix Storage Tank* dengan Komponen *pipa*
 - k. Sub Mesin *Mix Storage Tank* dengan Komponen *Valve*
 - l. Sub Mesin *Mix Storage Tank* dengan Komponen *pipa*
 - m. Sub Mesin *Pre Heater* dengan komponen *Pipa Preheater*
 - n. Sub Mesin *Pre Heater* dengan komponen *Boiler*
 - o. Sub Mesin *Duplex Filter* dengan komponen *Pipa*
 - p. Sub Mesin *Duplex Filter* dengan komponen *Filter*
 - q. Sub Mesin *HPP* dengan komponen *Pompa*
 - r. Sub Mesin *HPP* dengan Komponen *Pipa*
 - s. Sub mesin *HPP* dengan komponen *Pressure Relief Valve*
 - t. Sub Mesin *TFD* dengan Komponen *Pompa*
 - u. Sub Mesin *HPP* dengan komponen *Cyclone*
 - v. Sub Mesin *HPP* dengan komponen *Selang Nozzle*
 - w. Sub Mesin *HPP* dengan komponen *Spray Nozzle*
 - x. Sub Mesin *HPP* dengan komponen *Heater*
 - y. Sub Mesin *Shifter* Dengan komponen *Plat*
 - z. Sub Mesin *Shifter* dengan komponen *V-Belt*

4. Kategori D (*Hidden failure*) yaitu komponen yang kegagalan fungsinya tidak disadari dan sulit dideteksi oleh operator karena tersembunyi dari penglihatan operator. Pada hasil penelitian tidak ada komponen yang termasuk dalam kategori ini.

5.1.3. Analisis Pemilihan Tindakan RCM

Berdasarkan hasil pemilihan tindakan untuk komponen-komponen yang mengalami kegagalan pada mesin pengolahan susu bubuk, maka dapat diperoleh beberapa tindakan yaitu :

1. Condition Directed (CD).

Satu tindakan yang bertujuan untuk mendeteksi erusakan dengan cara memeriksa alat. Apabila dalam pemeriksaan ditemukan gejala kerusakan peralatan maka dilanjutkan dengan perbaikan atau penggantian komponen.

Adapun komponen yang direncanakan dengan tindakan perawatan ini yaitu :

- a. Sub mesin Compounding Tank pada komponen *Mixer*
- b. Sub mesin Compounding Tank pada komponen *Flowmeter*
- c. Sub mesin Compounding Tank pada komponen Pompa
- d. Sub mesin Compounding Tank pada komponen *Valve*
- e. Sub mesin Compounding Tank pada komponen Pipa *Steam*
- f. Sub mesin Compounding Tank pada komponen *Rotor*
- g. Sub mesin Homoginizer pada komponen *Flowmeter*
- h. Sub mesin Homoginizer pada komponen Pompa
- i. Sub mesin Homoginizer pada komponen Pipa *Steam*
- j. Sub mesin Homoginizer pada komponen Roda Transmisi
- k. Sub mesin Homoginizer pada komponen Rotor
- l. Sub mesin Homoginizer pada komponen Mixer
- m. Sub mesin Homoginizer pada komponen Valve
- n. Sub mesin Mix Strorage Tank pada komponen Sensor Pelampung
- o. Sub mesin Mix Strorage Tank pada komponen *Mixer*
- p. Sub mesin Mix Strorage Tank pada komponen Pipa
- q. Sub mesin Mix Strorage Tank pada komponen Rotor
- r. Sub mesin Mix Strorage Tank pada komponen Pompa
- s. Sub mesin Mix Strorage Tank pada komponen Valve

- t. Sub mesin *preheater* pada komponen pipa Preheater
- u. Sub mesin *preheater* pada komponen Boiler
- v. Sub mesin *Duplex Filter* pada komponen *Pressure*
- w. Sub mesin *Duplex Filter* pada komponen Pipa
- x. Sub mesin *Duplex Filter* pada komponen *Valve*
- y. Sub mesin *Duplex Filter* pada komponen *Filter*
- z. Sub mesin HPP pada komponen Bearing
- aa. Sub mesin HPP pada komponen Pipa
- bb. Sub mesin HPP pada komponen Piston
- cc. Sub mesin HPP pada komponen *Pressure Relief Valve*
- dd. Sub mesin HPP pada komponen V Belt
- ee. Sub Mesin TFD pada komponen Bag Filter
- ff. Sub Mesin TFD pada komponen Cyclone
- gg. Sub Mesin TFD pada komponen Selang Nozzle
- hh. Sub Mesin TFD pada komponen Spray Nozzle
- ii. Sub Mesin TFD pada komponen Valve Nozzle
- jj. Sub Mesin TFD pada komponen Heater
- kk. Sub Mesin Shifter pada komponen *Plat*
- ll. Sub Mesin Shifter pada komponen V-Belt
- mm. Sub Mesin Shifter pada komponen *Rotor*

2. Time Directed (TD)

Suatu tindakan yang bertujuan melakukan pencegahan langsung terhadap sumber kerusakan peralatan yang didasarkan pada waktu atau umur komponen.

3. Failure Finding (FF)

Suatu tindakan yang bertujuan untuk menemukan kerusakan peralatan yang tersembunyi dengan pemeriksaan berkala. Adapun komponen yang direncanakan dengan tindakan perawatan FF adalah :

- a. Sub mesin MST pada komponen Sensor Flowmeter
- b. Sub mesin *Pre Heater* pada komponen *Plat Exchanger*
- c. Sub mesin HPP pada komponen Pompa
- d. Sub mesin TFD pada komponen Chamber
- e. Sub mesin TFD pada komponen *Exhaust Fan*

5.2. Analisis Pola Distribusi Kerusakan

Pola distribusi kerusakan ditentukan dengan melakukan pengujian terhadap keempat distribusi yaitu distribusi *weibull*, eksponensial, normal, dan lognormal. Pengujian pola distribusi dilakukan terhadap waktu antar kerusakan dan waktu perbaikan komponen kritis *Spray Nozzle* dari sub mesin TFD. Metode *Least Square Curve Fitting* digunakan untuk menentukan distribusi yang digunakan dengan nilai *index of fit* (r) yang terbesar. Hasil *index of fit* dari pengujian dengan metode *Least Square Curve Fitting* untuk data waktu antar kerusakan komponen *Spray Nozzle* dapat dilihat pada tabel 5.2 dibawah.

Tabel 5.2 Hasil uji pola distribusi data waktu antar kerusakan

Distribusi	Index of Fit	
Normal	0.982273844	98.23%
Lognormal	0.993545121	99.35%
Exponensial	0.982912644	98.29%
Weibull	0.983900998	98.39%

Berdasarkan besarnya *index of fit* dari data waktu antar kerusakan tabel 5.2 di atas, maka distribusi yang dipilih adalah distribusi lognormal. Sedangkan hasil *index of fit* untuk data waktu perbaikan komponen *Sprary Nozzle* dapat dilihat pada tabel 5.3 di bawah.

Tabel 5.3 Hasil uji pola distribusi data waktu antar perbaikan

Distribusi	Index of Fit	
Normal	0.9829387	98.29%
Lognormal	0.967411784	96.74%
Exponensial	0.912180885	91.22%
Weibull	0.988456462	98.85%

Berdasarkan besarnya *index of fit* data waktu perbaikan tabel 5.3 di atas, maka distribusi yang dipilih adalah distribusi *weibull*.

5.3. Analisis Uji Kecocokan Data

Distribusi yang didapatkan dari nilai *index of fit* (r) diuji kembali untuk memastikan apakah distribusi yang terpilih benar-benar mewakili data waktu kerusakan dan perbaikan.

Hasil dari *index of fit* untuk data kerusakan diperoleh distribusi lognormal, maka uji kecocokan distribusi dilakukan menggunakan uji *Kolmogrov-Smirnov Test*. Hasil untuk uji *Kolmogrov-Smirnov Test* dapat dilihat pada tabel 4.19 yang berarti keputusan H_0 diterima yaitu data antar kerusakan berdistribusi lognormal.

Pada data waktu antar perbaikan distribusi yang terpilih distribusi lognormal, maka uji kecocokan juga menggunakan uji *Mann's Test*. Hasil untuk uji *Mann's Test* dapat dilihat pada tabel 4.20 yang berarti keputusan H_0 diterima yaitu data waktu perbaikan berdistribusi lognormal.

5.4. Analisis Parameter Distribusi TTF Dan Nilai MTTF

Langkah selanjutnya setelah pola distribusi waktu antar kerusakan diperoleh yaitu menghitung estimasi parameter dari distribusi untuk mendapatkan nilai MTTF (*Mean Time to Failure*). Distribusi yang digunakan untuk data waktu antar kerusakan adalah distribusi lognormal, maka hasil perhitungan MTTF seperti terdapat pada tabel 5.4 di bawah.

Tabel 5.4 Nilai *parameter distribusi* TTF dan nilai MTTF

Komponen	tmed (parameter lokasi)	S (parameter bentuk)	MTTF (menit)	MTTF (jam)
Spray Nozzle	240013.99	0.4911945	270787.1976	4513.1199

Tabel 5.4 di atas menunjukkan waktu antar kerusakan komponen sebesar 4513,1199 jam, yang berarti komponen *Spray Nozzle* mengalami kerusakan setelah beroperasi selama 4513,1199 jam.

5.5. Analisis Parameter Distribusi TTR Dan Nilai MTTR

Langkah selanjutnya setelah pola distribusi waktu perbaikan diperoleh yaitu menghitung estimasi parameter dari distribusi untuk mendapatkan nilai MTTR (*Mean Time to Repair*). Distribusi yang digunakan untuk data waktu perbaikan adalah distribusi lognormal, maka hasil perhitungan MTTF seperti terdapat pada tabel 5.5 di bawah.

Tabel 5.5 Nilai parameter distribusi TTR dan nilai MTTR

Komponen	B (Parameter Bentuk)	Θ (Parameter Lokasi)	MTTR (jam)
<i>Spray Nozzle</i>	3,7206	808,4722	217,2934

Tabel 5.6 di atas menunjukkan waktu perbaikan komponen sebesar 3,62 jam, yang berarti perbaikan komponen *Spray Nozzle* rata-rata selama 3,62 jam.

5.6. Analisis Interval Pergantian Pencegahan Dan Pemeriksaan Komponen

Setelah nilai MTTF dan MTTR didapatkan, maka tahap selanjutnya adalah melakukan perhitungan untuk menentukan selang waktu penggantian pencegahan. Untuk menghitung selang waktu penggantian digunakanlah parameter distribusi yang telah lulus uji kecocokan distribusi. Perhitungan selang waktu penggantian menggunakan kriteria minimasi *downtime*, yang berarti pemilihan selang waktu pencegahan berdasarkan nilai *downtime* terendah. Model yang digunakan adalah *Age Replacement* dengan menggunakan distribusi lognormal.

Dari pengolahan data tabel 4.17 Didapatkan interval waktu penggantian komponen *Spray Nozzle* selama 184521 menit atau sekitar 128 hari. Dengan didupkannya angka tersebut maka komponen *Spray Nozzle* harus diganti dengan komponen yang baru setelah beroperasi selama 128 hari. Dengan interval penggantian pencegahan komponen kritis maka perusahaan dapat merencanakan jadwal penggantian komponen.

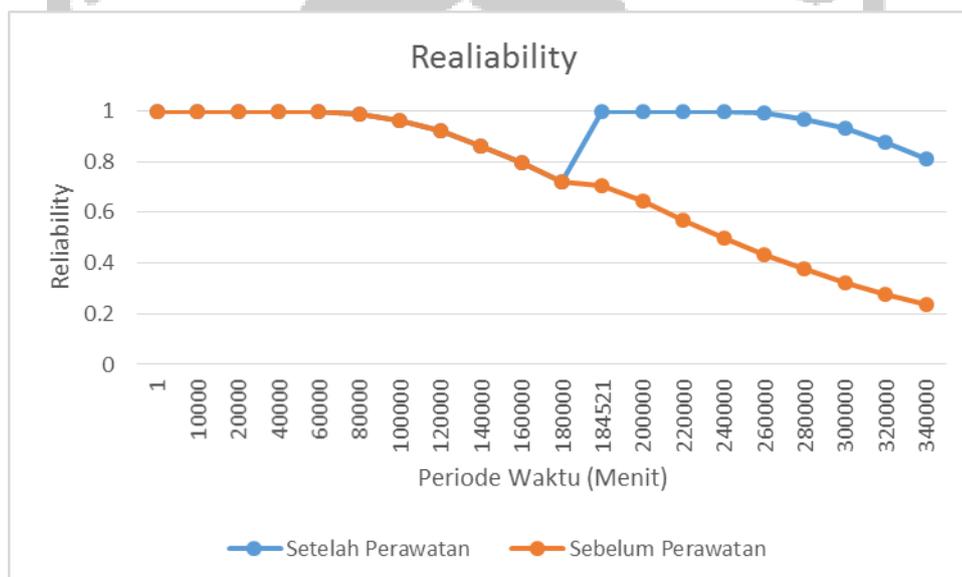
Sedangkan untuk interval pemeriksaan didapatkan 40 hari, maka komponen *Spray Nozzle* diperiksa setiap 40 hari sekali. Hal ini dilakukan untuk mencegah terjadinya

kerusakan yang dapat menyebabkan terganggunya proses produksi yang dikarenakan kerusakan pada komponen yang membuat mesin berhenti beroperasi.

5.7. Analisis Perbandingan *Reliability* Sebelum dan Sesudah Penggantian

Komponen

Dengan dilaksanakannya tindakan perawatan pencegahan (preventive maintenance), diharapkan dapat meningkatkan keandalan komponen kritis *spray nozzle*, dimana keandalan (*reliability*) komponen merupakan suatu peluang sehingga nilai tertinggi yaitu 1. Berikut ini adalah grafik tingkat keandalan kondisi sebelum dan sesudah usulan perawatan pada komponen *spray nozzle*.



Gambar 5.1 Grafik perbandingan *reliability* sebelum dan sesudah dilakukan penggantian komponen
Sumber: Pengolahan data

Pada gambar 5.1 pada menit 1 sampai dengan menit ke-1 *reliability* dengan grafik warna oranye (sebelum dilakukan penggantian komponen) dengan grafik berwarna biru (sesudah dilakukan penggantian komponen) mempunyai nilai keandalan 1 yang berarti tingkat keandalan dalam keadaan optimal karena kondisi komponen masih baru. Dan pada menit ke 100.000 keduanya mulai mengalami penurunan sampai menit 184521, karena seiring bertambahnya waktu komponen akan mengalami penurunan keandalan. Namun pada menit ke-184522 grafik biru mengalami kenaikan karena telah dilakukan

penggantian pencegahan sehingga komponen mengalami kenaikan reliability karena kondisi mesin masih baru.

