

Perencanaan Troubleshooting dan Jadwal *Maintenance* Mesin *Remoin Multieffect Distiller* PT. Sanbe Farma Unit 5

Asri Hodin
Fakultas Teknik
Program Studi Teknik Industri
Universitas Langlangbuana

Siti Rosimah
Fakultas Teknik
Program Studi Teknik Industri
Universitas Langlangbuana
rosimahsiti@gmail.com

Dede Siti Rohmah
Fakultas Teknik
Program Studi Teknik Industri
Universitas Langlangbuana
dsrhmah@gmail.com

Abstrak - Air adalah bahan utama dalam produksi dan pengolahan produk di industri farmasi, digunakan untuk bahan baku, transportasi, dan sanitasi. Di PT. Sanbe Farma, sistem pengolahan air melibatkan mesin seperti *reverse osmosis*, *Puresteam generator*, dan *Multieffect Distiller*. Masalah terjadi ketika perawatan berkala tidak dilakukan, menyebabkan kondensor pada mesin *Remoin Multieffect Distiller* tersumbat, sehingga pendinginan tidak optimal dan menghasilkan *Water for Injection* (WFI) yang tidak memenuhi standar. Untuk mengatasi masalah ini, diterapkan program *Total Productive Maintenance* (TPM), yang mencakup analisis *Overall Equipment Effectiveness* (OEE) dan *Six Big Losses* serta delapan pilar TPM. Hasil penelitian menunjukkan nilai OEE rata-rata sebesar 83,75%, di bawah standar 85%. Analisis *Six Big Losses* mengidentifikasi kerugian terbesar pada *Equipment Failure* dan *Set up and Adjustment*. Rekomendasi termasuk penerapan *Autonomous Maintenance* dan *Planned Maintenance* untuk meningkatkan efisiensi mesin dan kualitas WFI.

Kata kunci: *Multieffect Distiller*; OEE; *Autonomous Maintenance*; *Planned Maintenance*;

1. PENDAHULUAN

Air merupakan salah satu bahan baku yang paling umum digunakan dalam berbagai industri, termasuk industri farmasi. Karena sifat kimianya yang unik, seperti polaritas dan kemampuan untuk membentuk ikatan hidrogen, air memiliki kemampuan untuk melarutkan, mengabsorpsi, dan men-suspensi berbagai senyawa, termasuk kotoran yang berpotensi berbahaya. Kualitas air yang digunakan dalam industri farmasi sangat penting untuk menjamin keamanan dan kualitas produk yang dihasilkan [1].

Air digunakan untuk berbagai keperluan, termasuk sebagai bahan baku, media transportasi (*conveyor*), serta untuk pencucian dan sanitasi area pabrik. Dan biasanya dikategorikan menjadi beberapa jenis, seperti air untuk keperluan umum, air proses, air pendingin, dan air umpan boiler. Mengingat pentingnya air dalam proses produksi, banyak perusahaan farmasi besar yang membangun instalasi pengolahan air sendiri untuk memastikan pasokan air yang konsisten baik dari segi jumlah maupun kualitas, serta untuk efisiensi biaya [2].

Pengolahan air ini bertujuan untuk menghilangkan berbagai kotoran dari air baku sehingga memenuhi standar kualitas yang diperlukan, karena perannya yang kritis dalam memastikan produk obat yang aman dan efektif. Proses pengolahan air biasanya melibatkan beberapa tahapan, mulai dari karakterisasi sumber air baku hingga operasi dan pemeliharaan fasilitas pengolahan air. Penggunaan teknologi terbaru dalam pengolahan air juga diperlukan untuk menghadapi kontaminan baru dan meningkatkan efisiensi proses pengolahan [3].

PT. Sanbe Farma, sebuah perusahaan farmasi yang berdiri sejak tahun 1974, telah mengadopsi teknologi canggih dalam operasionalnya untuk menjawab tantangan revolusi industri 4.0. Salah satu teknologi yang diterapkan adalah SCADA (*Supervisory Control and Data Acquisition*), sebuah sistem terdistribusi yang digunakan untuk mengelola aset yang tersebar secara geografis dengan pengendalian dan akuisisi data yang terpusat. Sistem SCADA diterapkan dalam sistem pengolahan air di PT. Sanbe Farma Biological Plant, termasuk mesin-mesin pengolahan air seperti *Reverse Osmosis*, *Pure Steam Generator*, dan *Multieffect Distiller*.

Mesin *Remoin Reverse Osmosis* digunakan untuk menghasilkan air murni (*purified water*) yang

kemudian digunakan untuk berbagai keperluan produksi. Air murni ini harus memenuhi spesifikasi ketat, termasuk konduktivitas $\leq 1.3 \mu\text{S/cm}$, jumlah karbon organik $< 500 \text{ ppb}$, dan batas mikroba $< 100 \text{ cfu/ml}$. Proses ini melibatkan penggunaan membran reverse osmosis yang dipasang secara paralel, dan air yang dihasilkan disirkulasikan selama 24 jam untuk mencegah pertumbuhan bakteri. Sebagian *air murni* ini kemudian diproses lebih lanjut menjadi *Water for Injection* (WFI), yang dihasilkan melalui proses distilasi di mesin *Multieffect Distiller*.

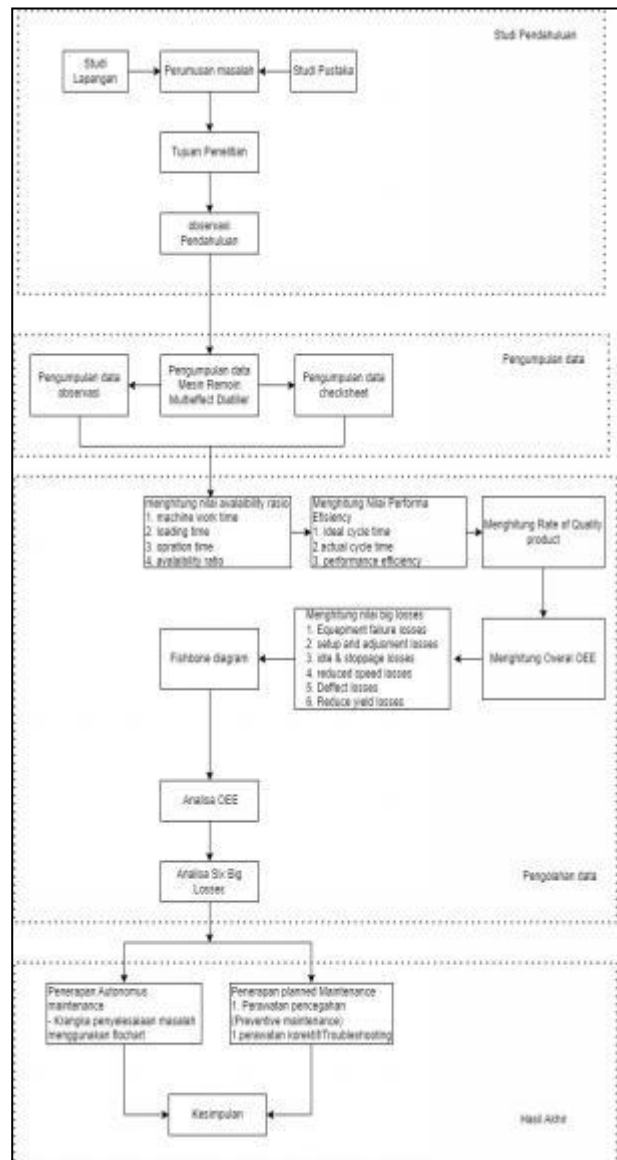
Namun, jika kualitas air yang dihasilkan oleh mesin *Reverse Osmosis* tidak memenuhi syarat, hal ini dapat mempengaruhi kualitas WFI yang dihasilkan oleh mesin *Distiller*. Seperti penyumbatan pada kondensor akibat air pendingin yang kotor dapat menyebabkan mesin tidak berfungsi secara optimal, sehingga kualitas WFI yang dihasilkan tidak sesuai dengan spesifikasi dan harus dibuang. Hal ini dapat dihindari dengan pemeliharaan terjadwal yang baik. Perencanaan jadwal perawatan preventif (*preventive maintenance*) perlu dilakukan untuk mempertahankan kondisi mesin sehingga proses produksi berjalan optimal [4] dengan durasi *preventive* dirancang sesuai dengan jumlah mesin yang ada di *plant* [5]. Ketika pemeliharaan pada kondensor tidak dilakukan secara terjadwal, mesin dapat mengalami kerusakan fatal yang mengganggu penyediaan WFI sesuai spesifikasi. Perencanaan *troubleshooting* dan jadwal *maintenance* yang baik sangat penting untuk memastikan operasi yang lancar dan meminimalkan risiko kegagalan mesin yang dapat berdampak negatif pada produksi.

Maintenance (Pemeliharaan) mencakup serangkaian kegiatan yang bertujuan untuk menjaga sistem dan komponennya berfungsi dengan baik (Stephens, 2010 dalam [6]). Tujuan utamanya adalah memastikan kapabilitas sistem sambil mengendalikan biaya. Secara umum, pemeliharaan berarti menjaga, mempertahankan, dan melindungi peralatan atau sistem agar tetap berfungsi seperti semula. Pemeliharaan juga penting untuk menjaga ketersediaan, keandalan, kualitas produk, dan kepatuhan terhadap standar keselamatan, sehingga perusahaan sering mengembangkan berbagai strategi pemeliharaan yang disesuaikan dengan jenis industri, produk, peralatan, dan kondisi operasional mereka. Menurut Ihsan et.al [7] pentingnya meningkatkan perawatan dan *preventive maintenance* pada mesin produksi dalam meningkatkan produktivitas dan mengurangi frekuensi kerusakan dan kegagalan mesin.

2. METODE

Penelitian ini menggunakan metode kuantitatif dengan data berupa angka atau data kualitatif yang

diangkakan, seperti pada skala pengukuran. Data dikumpulkan melalui wawancara terstruktur dengan operator utility dan logsheet pemantauan mesin *Remoin Multieffect Distiller*. Data dianalisis menggunakan diagram *Cause-and-effect* (Fishbone) untuk mengidentifikasi penyebab masalah dan metode TPM untuk menghitung nilai *Overall Equipment Effectiveness* (OEE). Penerapan autonomus maintenance meningkatkan OEE dengan mengurangi *performa loss* dan meningkatkan ketersediaan mesin, sementara *planned maintenance* berfokus pada pemeliharaan reaktif dan *preventive* sesuai dengan istilah *Six Big Losses*.



Gambar 1. Kerangka Penelitian

1. *Availability Ratio* adalah rasio yang menunjukkan persentase waktu yang tersedia untuk operasi mesin atau peralatan. Rasio ini mempertimbangkan *Downtime*, yaitu waktu saat mesin berhenti, termasuk kejadian yang menghentikan produksi dalam jangka waktu

yang cukup signifikan untuk dilacak. Dengan persamaan berikut:

$$\text{Machine Working Time} = \text{Working Time} + \text{Over Time} \quad 1$$

$$\text{Loading Time} = \text{Machine Working Time} - \text{Planned Downtime} \quad 2$$

$$\text{Operation Time} = \text{Loading Time} - (\text{Downtime Ratio}) \quad 3$$

$$\text{Availability ratio} = \frac{\text{Loading Time} - (\text{Downtime Ratio})}{\text{Loading Time}} \quad 4$$

2. *Performance Efficiency*, adalah rasio yang menunjukkan kemampuan mesin dalam menghasilkan produk yang dinyatakan dalam presentase, yaitu:

$$\text{Ideal Cycle Time} = \text{Jumlah Ideal produk yang dihasilkan mesin}$$

$$\text{Actual Cycle Time} = \frac{\text{Operating Time}}{\text{Output Process}} \quad 5$$

$$\begin{aligned} \text{Performance efficiency} &= \frac{(\text{Process Amount} \times \text{Actual Cycle Time}) \times \text{Actual Cycle Time}}{\text{Operating Time}} \times \frac{\text{Ideal Cycle Time}}{\text{Actual Cycle Time}} \\ &= \frac{\text{Process Amount} \times \text{Ideal Cycle Time}}{\text{Operating Time}} \end{aligned}$$

6

3. *Rate of Quality*, adalah rasio yang menunjukkan kemampuan mesin dalam menghasilkan produk yang sesuai dengan standar dinyatakan dalam presentase. persamaa *Rate of Quality* sebagai berikut :

$$\text{Rate of Quality} = \frac{\text{Jumlah Produksi} - \text{Jumlah Reject}}{\text{Jumlah Produksi}} \times 100\% \quad 7$$

4. *Overall Equipment Effectiveness* nilai yang dihasilkan dari perkalian antara *Availability Ratio*, *Performance Efficiency* dan *Rate of Quality*. Formula pengukuran nilai OEE adalah sebagai berikut :

$$\text{OEE (\%)} = \text{Availability (\%)} \times \text{Performance Rate (\%)} \times \text{Quality Rate (\%)} \quad 8$$

Tabel 1 Standard Nilai OEE

OEE Factor	World Class
Availability	90.0%
Performance	95.0%
Quality	99.9%
Overall OEE	85.0%

Sumber : Nakajima (1988)

5. *Six Big Losses*, kegagalan yang menyebabkan penurunan kinerja mesin dan peralatan yaitu *downtime loss* yang mempengaruhi *availability rate*, *speed loss* yang mempengaruhi

performance rate, *quality loss* yang mempengaruhi *quality rate*.

- a. *Equipment Failure Losses* kerugian yang diakibatkan oleh kerusakan peralatan dan mesin. Kerusakan mesin yang biasanya terjadi adalah mesin mati mendadak sehingga proses produksi berhenti, sedangkan kerusakan peralatan biasanya disebabkan peralatan yang mendadak patah laher, dinamo terbakar, mata bor aus, dan paint belt longgar. Persamaan :

$$\begin{aligned} \text{Setup and Adjustment Losses} &= \frac{\text{setup and adjustment losses}}{\text{loading time}} \times 100\% \end{aligned}$$

9

- b. *Setup And Adjustment Losses* adalah kerugian yang terjadi karena melakukan setup, peralatan/ mesin mengalami kerusakan dan adanya waktu yang terbuang karena proses setup yang memakan waktu. Dibawah ini merupakan rumus perhitungan *setup and adjustment losses*.

$$\begin{aligned} \text{Setup and Adjustment Losses} &= \frac{\text{setup and adjustment losses}}{\text{loading time}} \times 100\% \end{aligned}$$

10

- c. *Idle and Minor Stoppage Losses* yaitu kerugian yang disebabkan penghentian mesin sesaat. Hal ini disebabkan terlambatnya material ke stasiun kerja atau karena adanya pemadaman listrik (*Blackout*). rumus perhitungan *Idle and Minor Stoppage*.

$$\begin{aligned} \text{Idle and Minor Stoppage Losses} &= \frac{(\text{Jumlah target} - \text{jumlah produksi}) \times \text{ideal cycle time}}{\text{loading time}} \times 100\% \end{aligned}$$

11

- d. *Reduce Speed Losses* adalah kerugian yang diakibatkan oleh menurunnya kecepatan mesin sehingga mesin tidak bisa beroperasi dengan optimal. Dibawah ini merupakan rumus perhitungan *reduced speed losses*.

$$\text{Reduce Speed Losses} = \frac{(\text{Actual cycle time} - \text{ideal cycle time}) \times \text{total produk yg diproses}}{\text{loading time}} \times 100\%$$

12

- e. *Defect Losses* Kerugian yang disebabkan cacat atau hasil produksi memiliki kekurangan (cacat) setelah proses produksi keluar. Persamaan *defect losses*.

$$\begin{aligned} \text{Defect Losses} &= \frac{(\text{Total reject} \times \text{ideal cycle time})}{\text{loading time}} \times 100\% \end{aligned}$$

13

- f. *Reduced Yield* Kerugian yang disebabkan pada proses awal produksi hingga produksi mencapai kondisi yang stabil. kerugian yang diakibatkan oleh kondisi dimana produk yang dihasilkan tidak memenuhi standar, karena adanya perbedaan kualitas ketika mesin pertama kali dinyalakan dengan pada saat

mesin tersebut sudah stabil beroperasi. Dibawah ini merupakan rumus perhitungan *reduced yield*.

$$\text{Reduce Yield} = \frac{(\text{Waktu siklus ideal} \times \text{Jumlah cacat pada produksi awal})}{\text{loading time}} \times 100\%$$

14

3. HASIL DAN DISKUSI

Tabel 1. Hasil pemantauan operasional mesin *Remoin Multieffect Distiller*

No	Tanggal	Jam kerja (menit)	Lam bur (menit)	Machine working time (menit)	Planned down time (menit)	Loading time (menit)	Setup & Adjustment (menit)	Failure & repair (menit)	Quesion time (menit)	Jumlah Produk (liter)	Jumlah Ideal Produk/menit (liter/Menit)	Reject (liter)
(1)	(2)	(3)	(4)	(5)	(6)	(7)	(8)	(9)	(10)	(11)	(12)	(13)
1	01/11/2022	280	0	300	20	280	30	0	250	4000	16,67	0
2	02/11/2022	300	0	300	30	270	30	0	240	4000	16,67	0
3	03/11/2022	280	0	300	30	270	30	0	240	4000	16,67	0
4	04/11/2022	300	0	300	30	270	30	180	60	1000	16,67	500
5	05/11/2022	350	0	350	30	330	30	0	300	5000	16,67	0
6	06/11/2022	350	0	350	30	330	30	0	300	5000	16,67	0
7	07/11/2022	350	0	350	30	330	30	0	300	5000	16,67	0
8	08/11/2022	350	0	350	30	330	30	0	300	5000	16,67	0
9	09/11/2022	350	0	350	30	330	30	0	300	5000	16,67	0
10	10/11/2022	300	0	300	30	270	30	0	240	4000	16,67	0
11	11/11/2022	350	0	350	30	330	30	0	300	5000	16,67	0
12	12/11/2022	350	0	350	30	330	30	0	300	5000	16,67	0
13	13/11/2022	300	0	300	30	270	30	0	240	4000	16,67	0
14	14/11/2022	300	0	300	30	270	30	0	240	4000	16,67	0
15	15/11/2022	300	0	300	30	270	30	0	240	4000	16,67	0
16	16/11/2022	240	0	240	30	210	30	0	180	3000	16,67	0
17	17/11/2022	240	0	240	30	210	30	0	180	3000	16,67	0
18	18/11/2022	300	0	300	30	270	30	0	240	4000	16,67	0
19	19/11/2022	300	0	300	30	270	30	0	240	4000	16,67	0
20	20/11/2022	350	0	350	30	330	30	0	300	5000	16,67	0
21	21/11/2022	350	0	350	30	330	30	0	300	5000	16,67	0
22	22/11/2022	300	0	300	30	270	30	0	240	4000	16,67	0
23	23/11/2022	240	0	240	30	210	30	0	180	3000	16,67	0
24	24/11/2022	350	120	450	30	450	30	360	60	7500	16,67	500
25	25/11/2022	350	0	350	30	330	30	0	300	5000	16,67	0
26	26/11/2022	350	0	350	30	330	30	0	300	5000	16,67	0
27	27/11/2022	350	0	350	30	330	30	0	300	5000	16,67	0
28	28/11/2022	300	0	300	30	270	30	0	240	4000	16,67	0
29	29/11/2022	300	0	300	30	270	30	0	240	4000	16,67	0
30	30/11/2022	300	0	300	30	270	30	0	240	4000	16,67	0
RATA-RATA				2967	292,33	3000		1800	244,33	4083,33	16,67	333,33

Sumber : Logbook Pemantauan Mesin *Remoin Multieffect Distiller* PT. Sanbe Farma

3.1 Nilai OEE

Hasil perhitungan *Avalaibility Ratio* pada Mesin *Remoin Multieffect Distiller*

Tabel 2. *Avalaibility Ratio*

No.	Tanggal	Jam kerja (menit)	Lam bur (menit)	Machine working time (menit)	Planned down time (menit)	Loading time (menit)	Setup & Adjustment (menit)	Failure & repair (menit)	Operation time (menit)	OEEFACTORS Availability
(1)	(2)	(3)	(4)	(5)	(6)	(7)	(8)	(9)	(10)	(14)
1	01/11/2022	280	0	300	20	280	30	0	250	89,29
2	02/11/2022	300	0	300	30	270	30	0	240	88,89
3	03/11/2022	280	0	300	30	270	30	0	240	88,89
4	04/11/2022	300	0	300	30	270	30	180	60	22,22
5	05/11/2022	350	0	350	30	330	30	0	300	90,91
6	06/11/2022	350	0	350	30	330	30	0	300	90,91
7	07/11/2022	350	0	350	30	330	30	0	300	90,91
8	08/11/2022	350	0	350	30	330	30	0	300	90,91
9	09/11/2022	350	0	350	30	330	30	0	300	90,91
10	10/11/2022	300	0	300	30	270	30	0	240	88,89
11	11/11/2022	350	0	350	30	330	30	0	300	90,91
12	12/11/2022	350	0	350	30	330	30	0	300	90,91
13	13/11/2022	300	0	300	30	270	30	0	240	88,89
14	14/11/2022	300	0	300	30	270	30	0	240	88,89
15	15/11/2022	300	0	300	30	270	30	0	240	88,89
16	16/11/2022	240	0	240	30	210	30	0	180	85,71
17	17/11/2022	240	0	240	30	210	30	0	180	85,71
18	18/11/2022	300	0	300	30	270	30	0	240	88,89
19	19/11/2022	300	0	300	30	270	30	0	240	88,89
20	20/11/2022	350	0	350	30	330	30	0	300	90,91
21	21/11/2022	350	0	350	30	330	30	0	300	90,91
22	22/11/2022	300	0	300	30	270	30	0	240	88,89
23	23/11/2022	240	0	240	30	210	30	0	180	85,71
24	24/11/2022	350	120	450	30	450	30	360	60	13,33
25	25/11/2022	350	0	350	30	330	30	0	300	90,91
26	26/11/2022	350	0	350	30	330	30	0	300	90,91
27	27/11/2022	350	0	350	30	330	30	0	300	90,91
28	28/11/2022	300	0	300	30	270	30	0	240	88,89
29	29/11/2022	300	0	300	30	270	30	0	240	88,89
30	30/11/2022	300	0	300	30	270	30	0	240	88,89
RATA-RATA		2967	292,33	3000	1800	244,33	408,33	16,67	33,33	84,58

Hasil perhitungan *Performance Efficiency* pada mesin *Remoin Multieffect Distiller*:

Tabel 3 *Performance Efficiency*

No.	Tanggal	Jam kerja (menit)	Lam bur (menit)	Machine working time (menit)	Planned down time (menit)	Loading time (menit)	Setup & Adjustment (menit)	Failure & repair (menit)	Operation time (menit)	OEEFACTORS Performance
(1)	(2)	(3)	(4)	(5)	(6)	(7)	(8)	(9)	(10)	(15)
1	01/11/2022	280	0	300	20	280	30	0	250	96,98
2	02/11/2022	300	0	300	30	270	30	0	240	99,98
3	03/11/2022	280	0	300	30	270	30	0	240	99,98
4	04/11/2022	300	0	300	30	270	30	180	60	99,98
5	05/11/2022	350	0	350	30	330	30	0	300	99,98
6	06/11/2022	350	0	350	30	330	30	0	300	99,98
7	07/11/2022	350	0	350	30	330	30	0	300	99,98
8	08/11/2022	350	0	350	30	330	30	0	300	99,98
9	09/11/2022	350	0	350	30	330	30	0	300	99,98
10	10/11/2022	300	0	300	30	270	30	0	240	99,98
11	11/11/2022	350	0	350	30	330	30	0	300	99,98
12	12/11/2022	350	0	350	30	330	30	0	300	99,98
13	13/11/2022	300	0	300	30	270	30	0	240	99,98
14	14/11/2022	300	0	300	30	270	30	0	240	99,98
15	15/11/2022	300	0	300	30	270	30	0	240	99,98
16	16/11/2022	240	0	240	30	210	30	0	180	99,98
17	17/11/2022	240	0	240	30	210	30	0	180	99,98
18	18/11/2022	300	0	300	30	270	30	0	240	99,98
19	19/11/2022	300	0	300	30	270	30	0	240	99,98
20	20/11/2022	350	0	350	30	330	30	0	300	99,98
21	21/11/2022	350	0	350	30	330	30	0	300	99,98
22	22/11/2022	300	0	300	30	270	30	0	240	99,98
23	23/11/2022	240	0	240	30	210	30	0	180	99,98
24	24/11/2022	350	120	450	30	450	30	360	60	74,99
25	25/11/2022	350	0	350	30	330	30	0	300	99,98
26	26/11/2022	350	0	350	30	330	30	0	300	99,98
27	27/11/2022	350	0	350	30	330	30	0	300	99,98
28	28/11/2022	300	0	300	30	270	30	0	240	99,98
29	29/11/2022	300	0	300	30	270	30	0	240	99,98
30	30/11/2022	300	0	300	30	270	30	0	240	99,98
RATA-RATA		2967	292,33	3000	1800	244,33	408,33	16,67	33,33	90,01

Hasil perhitungan nilai *quality ratio* pada mesin *Remoin Multieffect Distiller* :

Tabel 4. *Rate of Quality*.

No.	Tanggal	Jumlah Produksi	Jumlah Ideal Produk/ menit	Reject
		(Liter)	Liter/ Menit	(Liter)
(1)	(2)	(11)	(12)	(13)
1	01/11/2022	4000	16,67	0
2	02/11/2022	4000	16,67	0
3	03/11/2022	4000	16,67	0
4	04/11/2022	1000	16,67	500
5	05/11/2022	5000	16,67	0
6	06/11/2022	5000	16,67	0
7	07/11/2022	5000	16,67	0
8	08/11/2022	5000	16,67	0
9	09/11/2022	5000	16,67	0
10	10/11/2022	4000	16,67	0
11	11/11/2022	4000	16,67	0
12	12/11/2022	5000	16,67	0
13	13/11/2022	4000	16,67	0
14	14/11/2022	4000	16,67	0
15	15/11/2022	4000	16,67	0
16	16/11/2022	3000	16,67	0
17	17/11/2022	3000	16,67	0
18	18/11/2022	4000	16,67	0
19	19/11/2022	4000	16,67	0
20	20/11/2022	5000	16,67	0
21	21/11/2022	5000	16,67	0
22	22/11/2022	4000	16,67	0
23	23/11/2022	3000	16,67	0
24	24/11/2022	750	16,67	500
25	25/11/2022	5000	16,67	0
26	26/11/2022	5000	16,67	0
27	27/11/2022	5000	16,67	0
28	28/11/2022	4000	16,67	0
29	29/11/2022	4000	16,67	0
30	30/11/2022	4000	16,67	0
RATA - RATA		4058,33	16,67	33,3

No.	Tanggal	Jumlah Produksi (Liter)	OEE FACTORS			
			Availability	Performance	Quality	Overall OEE
(1)	(2)	(11)	(14)	(15)	(16)	(17)
1	01/11/2022	4000	89,29	95,98	100	85,70
2	02/11/2022	4000	88,89	99,98	100	88,87
3	03/11/2022	4000	88,89	99,98	100	88,87
4	04/11/2022	1000	22,22	99,98	50	11,11
5	05/11/2022	5000	90,91	99,98	100	90,89
6	06/11/2022	5000	90,91	99,98	100	90,89
7	07/11/2022	5000	90,91	99,98	100	90,89
8	08/11/2022	5000	90,91	99,98	100	90,89
9	09/11/2022	5000	90,91	99,98	100	90,89
10	10/11/2022	4000	88,89	99,98	100	88,87
11	11/11/2022	4000	88,89	99,98	100	88,87
12	12/11/2022	5000	90,91	99,98	100	90,89
13	13/11/2022	4000	88,89	99,98	100	88,87
14	14/11/2022	4000	88,89	99,98	100	88,87
15	15/11/2022	4000	88,89	99,98	100	88,87
16	16/11/2022	3000	85,71	99,98	100	85,70
17	17/11/2022	3000	85,71	99,98	100	85,70
18	18/11/2022	4000	88,89	99,98	100	88,87
19	19/11/2022	4000	88,89	99,98	100	88,87
20	20/11/2022	5000	90,91	99,98	100	90,89
21	21/11/2022	5000	90,91	99,98	100	90,89
22	22/11/2022	4000	88,89	99,98	100	88,87
23	23/11/2022	3000	85,71	99,98	100	85,70
24	24/11/2022	750	13,33	74,99	33	3,33
25	25/11/2022	5000	90,91	99,98	100	90,89
26	26/11/2022	5000	90,91	99,98	100	90,89
27	27/11/2022	5000	90,91	99,98	100	90,89
28	28/11/2022	4000	88,89	99,98	100	88,87
29	29/11/2022	4000	88,89	99,98	100	88,87
30	30/11/2022	4000	88,89	99,98	100	88,87
RATA-RATA		4058,33	84,68	99,01	96,11	83,75

Maka didapatkan rata-rata nilai OEE untuk periode November 2022 adalah sebesar 83,75%. Nilai tersebut lebih rendah dari nilai standar ideal OEE yaitu 85% (Nakajima, 1988). Dari hasil tersebut terlihat bahwa efektivitas dari mesin *Remoin Multieffect Distiller* secara keseluruhan masih memerlukan evaluasi untuk dilakukan perbaikan dalam upaya peningkatan efektivitas mesin.

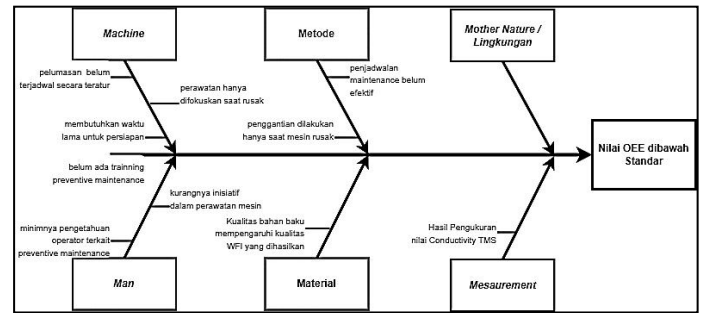
Analisis OEE menyoroti 6 kerugian utama (*six big losses*) penyebab peralatan produksi tidak beroperasi secara normal. Berdasarkan data pada tabel 1. maka nilai *six big Losses*:

Tabel 6. *Six big Losses*

No.	<i>Six Big Losses</i>	Hasil
1	<i>Equipment Failure Losses</i>	6,16%
2	<i>Setup and Adjustment Losses</i>	10,26%
3	<i>Idle & Minor Stoppage Losses</i>	0,285%
4	<i>Reduced Speed Losses</i>	0,29%
5	<i>Defect Losses</i>	0,68%
6	<i>Reduce Yield Losses</i>	0,00%

3.2. Fishbone Diagram

Untuk lebih mengetahui faktor apa saja yang menyebabkan nilai OEE rendah, dilakukan analisa dengan menggunakan metode *Fishbone Diagram*.

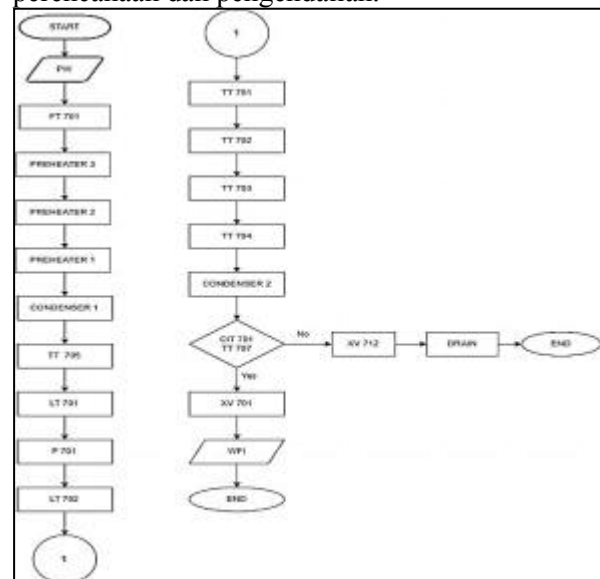


Gambar 1. *Fishbone Diagram*

Berdasarkan *Fishbone diagram* maka Departemen *Maintenance* perlu menerapkan *Autonomous Maintenance* dan *Planned Maintenance* untuk mengurangi kegagalan mesin, meningkatkan kemampuan operator dalam mendeteksi sinyal kerugian, dan menjaga tempat kerja tetap rapi dan bersih (Azam, 2019).

3.3 Proses Produksi Mesin *Multieffect distiller* di PT. Sanbe Farma

Syafaat (2017) menyatakan peta proses operasi adalah diagram tentang proses dan telah digunakan dalam berbagai cara sebagai alat perencanaan dan pengendalian.



Gambar 2. Peta Proses WFI

proses produksi *water system* pada mesin *Remoin Multieffect Distiller*:

1. *Air pure water (PW)* diproduksi oleh mesin *Remoin Reverse Osmosis* sebagai bahan baku *Water for Injection (WFI)*.
2. Air PW dipanaskan melalui tiga tahap *Preheater*.

- Setelah pemanasan, air PW didinginkan di kondensor agar temperturnya stabil.
- Air PW ditampung di LT701 sebelum dipanaskan lebih lanjut.
- Air PW dipompa ke *distiller* untuk proses penyulingan bertahap (Distiller 1 hingga Distiller 4) dengan suhu 90-175°C.
- Setelah penyulingan, air didinginkan kembali di kondensor 2.
- Sensor *conductivity* dan temperatur memastikan air memenuhi spesifikasi sebelum disimpan di tangki WFI, atau jika tidak sesuai, air akan dibuang secara otomatis.

3.4 Usulan Perbaikan

Tabel 7 Usulan perbaikan

Penyebab	Masalah	Usulan perbaikan
Manusia	Minimnya pengetahuan terkait <i>Preventive Maintenance</i>	✓ Melakukan Training terkait <i>Planned Maintenance</i> agar dapat meningkatkan pengetahuan serta mampu menerapkan Perawatan Terencana ✓ menerapkan <i>Autonomous Maintenance</i> untuk meningkatkan inisiatif operator
	Belum ada Training terkait <i>Preventive Maintenance</i>	
	Kurangnya inisiatif operator dalam perawatan mesin	
Mesin	Membutuhkan waktu lama untuk persiapan produksi	✓ Menerapkan <i>Planned Maintenance</i> yang dilakukan setiap hari oleh operator ✓ menerapkan <i>Autonomous Maintenance</i> untuk meningkatkan performa mesin sehingga bisa mengurangi nilai <i>Equipment Failure Losses</i>
	Perawatan hanya difokuskan saat mesin rusak	
	Pelumasan mesin belum terjadwal secara teratur	
Metode	Penjadwalan <i>Maintenance</i> belum	Membuat Jadwal

e	efektif	<i>Preventive Maintenance</i> yang dilaksanakan setiap hari, minggu, bulan dan Tahun
	Penggantian <i>sparepart</i> hanya dilakukan saat mesin rusak	
Materi	Kualitas bahan baku mempengaruhi kualitas WFI yang dihasilkan	Melakukan pengecekan kualitas bahan baku sebelum masuk ke mesin <i>Remoin Multieffect Distiller</i>
Measurement	Hasil pengukuran nilai OEE Dibawah Standar	Melakukan perbaikan agar bisa meningkatkan nilai OEE
	Hasil pengukuran nilai <i>conductivity</i> TMS	Melakukan perbaikan pada mesin <i>Remoin Multieffect Distiller</i>

3.5 Penerapan *Autonomous Maintenance*

Tabel 8. Hasil Analisa Komponen Mesin *Remoin Multieffect Distiller*

No	Komponen yang di service
1	Kondensor mengalami masalah diakibatkan oleh penyumbatan membuat temperatur panas (<i>overheat</i>), harus dilakukan cleaning 1 bulan sekali untuk mencegah terjadinya penyumbatan pada komponen kondensor
2	Perbaikan <i>solenoid block</i> yang tidak berfungsi sehingga <i>supply</i> air tidak ada sehingga salah satu komponen <i>valve</i> tidak berfungsi
3	Clening steam trap pada mesin <i>Remoin Multieffect Distiller</i> generator agar steam trap selalu terjaga dan terhindar dari kotoran yang tersumbat
4	Pengecekan triclem pada setiap titik sambungan yang ada pada mesin <i>Remoin Multieffect Distiller</i> generator supaya tidak mengalami kebocoran pada saat mesin running
5	Pengecekan selang ofda yang terhubung kesetiap komponen pada mesin <i>Remoin Multieffect Distiller</i> generator untuk menghindari kebocoran pada <i>supply</i> selang ofda
6	Pengecekan komponen pressure gauge yang ada dimesin <i>Remoin Multieffect Distiller</i> generator untuk memastikan apakah pressure itu masih bekerja atau tidak, apabila pressure gauge ada yang rusak harus dilakukan penggantian
7	Pengecekan pipa yang terhubung di komponen mesin untuk menghindari kebocoran
8	Pengecekan fuse pada komponen mesin apa bila fuse ada yang putus atau rusak harus dilakukan penggantian

Berdasarkan hasil Analisa, penyelesaian masalah melalui *flowchart* pada Gambar 3.



Gambar 3. Kerangka Penyelesaian Masalah Pada Mesin Remoin Multieffect Distiller

Salah satu masalah yang sangat sering terjadi pada mesin *Multieffect Distiller* adalah penyumbatan pada kondensor dikarenakan banyaknya kotoran yang menumpuk pada lubang-lubang pendingin pada kondensor sehingga mengakibatkan *Over Heat*. Maka usulan untuk melakukan perawatan mandiri pada kondensor mesin *Remoin Multieffect Distiller* sebagai berikut:

1. Siapkan alat-alat *maintenance* (kunci pas, obeng, kunci pipa, dan kunci inggris).
2. Cek kondensor untuk memastikan tidak ada penyumbatan yang menyebabkan suhu berlebih.
3. Jika kondensor tidak mendinginkan dengan baik, lakukan pembongkaran dan pembersihan.
4. Pasang kembali komponen yang dibongkar setelah pembersihan.
5. Periksa *valve*, *solenoid*, dan kelistrikannya, pastikan berfungsi dengan baik.
6. Cek sensor conductivity dan ganti jika rusak.

7. Pastikan jalur *three clamp* dan selang OFDA tidak bocor; ganti jika perlu.
8. Monitoring indikator mesin hingga normal dan dalam rentang standar.
9. Setelah selesai, rapikan alat dan buat laporan hasil pemantauan.

3.6. Penerapan *Planned Maintenance*

Planned maintenance atau perawatan terencana ini merupakan salah satu pilar dari *Total Productive Maintenance (TPM)*. *Planned maintenance* dimulai dengan identifikasi alat dan service apa saja yang diperlukan untuk mengatasi suatu masalah. Keuntungan dari penerapan *Planned maintenance* adalah mengurangi biaya pemeliharaan dan meminimalkan *Downtime Losses*. Agar dapat meminimalisir kerusakan kondensor, perusahaan dapat menerapkan perawatan secara berkala.

Berdasarkan kondisi mesin *Multieffect Distiller* diatas, maka diperlukan metode atau cara yang akan digunakan untuk mengatasi *problem* yang ada. Oleh karena itu digunakan metoda *solving* untuk mengatasi masalah yang ada. Berikut adalah metode digunakan :

1. Perawatan pencegahan (*preventive maintenance*)

Merupakan pemeliharaan rutin yang diperlukan untuk menjaga performasi agar sistem bekerja secara maksimal. Perawatan pencegahan (*preventive maintenance*) dilakukan pada selang waktu yang ditentukan sebelumnya. Dengan melakukan perawatan pencegahan (*preventive maintenance*) ini, dapat mencegah terjadinya kerusakan, mendeteksi kerusakan dan juga menemukan kerusakan yang tidak terlihat atau tersembunyi pada sistem.

Dimana masalah yang terjadi sudah ada prosedur standarnya di PT. Sanbe Farma yang diatasi dengan metoda perawatan pencegahan (*preventive maintenance*). Berikut adalah usulan tahapan *Preventive Maintenance* di PT. Sanbe Farma Biological Plant:

Tabel 9. Tahapan *Preventive Maintenance* di PT. Sanbe Farma

Periode	Langkah - langkah
Daily (Harian)	- Bersihkan keseluruhan mesin dan setiap bagiannya - Pastikan alat – alat <i>safety protection</i> dalam keadaan baik - Periksa status dari aksesoris pengatur tekanan, ganti bila rusak - Periksa semua kekecangan <i>clamp</i> - Periksa dan pastikan setiap pipa / tubing tidak hilang atau rusak - Periksa semua instalasi mesin, tidak ada yang berubah atau rusak
Weekly (Mingguan)	Periksa semua kekencangan baut
Monthly (Bulanan)	- Periksa status dari semua gasket dan ganti bila perlu - Lubrikasi bagian – bagian mesin yang perlu diberi pelumas
Yearly (Tahunan)	- Setiap inspeksi yang diperlukan oleh aturan pemerintah untuk setiap chemical dan containernya, dilakukan oleh badan yang berwenang - Periksa status dan fungsi dari safety valve, set ulang atau ganti bila diperlukan - Periksa status dan fungsi dari pressure control, set ulang atau ganti bila perlu.

2. Perawatan korektif (*corrective maintenance*)/troubleshooting)

Hal yang terpenting dari *corrective maintenance* adalah pendekatan logika-logika dalam menangani semua masalah yang timbul dan kunci sukses dalam *troubleshooting* adalah pengetahuan individunya, bagaimana suatu sistem bekerja serta fungsi masing-masing komponen yang ada didalam sistem. Adapun tahap-tahap yang dilakukan untuk mengatasi *troubleshooting* yaitu:

- a. Pernyataan masalah yang terjadi (*state the problem*)
- b. Pengumpulan data (*collect the data*)

4. KESIMPULAN

Hasil analisis menunjukkan bahwa faktor-faktor penyebab kerusakan pada mesin Remoim Multieffect Distiller adalah personil, metode, peralatan, material, dan measurement. Nilai OEE di PT. Sanbe Farma Biological Plant adalah 83,49%, masih di bawah standar 85%, dengan kerugian

terbesar berasal dari *Setup and Adjustment Losses* (10,22%) dan *Equipment Failure Losses* (6,57%).

Untuk mengatasi masalah ini, dilakukan perawatan dengan menerapkan 8 Pilar TPM, terutama *Autonomous Maintenance*, yang meningkatkan kemampuan operator dalam mendeteksi masalah. Selain itu, penjadwalan *Preventive Maintenance* juga diterapkan, meningkatkan nilai OEE menjadi 94,60% dan mengurangi kerugian akibat kerusakan mesin.

UCAPAN TERIMAKASIH

Terima kasih kami ucapkan kepada keluarga Besar Teknik Industri Universitas Langlangbuana

DAFTAR PUSTAKA

- [1] Utami, Dra. A. Retno Tyas, Apt., M.Epid.. 2013. *Sarana Penunjang Kritis Industri Farmasi*. Jakarta : BPOM RI
- [2] Wibisono C. Efisiensi biaya produksi dengan perencanaan dan pengendalian bahan baku pada perusahaan roti warmball dengan kapasitas tepung terigu 400 kg/hari.
- [3] MONTGOMERY D, Bull KS, Baloch L. College level creativity course content. The Journal of Creative Behavior. 1992 Dec;26(4):228-34.
- [4] Setiawannie Y, Marikena N. Perencanaan Penjadwalan *Preventive Maintenance* Mesin Pouch dengan Critical Path Method di PT. Grafika Nusantara. INSOLOGI: Jurnal Sains Dan Teknologi. 2022 Feb 27;1(1):1-0.
- [5] Antoni PM, Felecia F. Perancangan Total Productive Maintenance pada PT. Formosa Ingredient Factory, Tbk. Jurnal Titra. 2022 Sep 26;10(2).
- [6] Sitinjak FR, Silalahi FT. Analisis Strategi Pemeliharaan *Preventive Maintenance* Excavator Menggunakan Pendekatan Analytical Hierarchy Process (AHP) dan Analisis Sensitivitas. Journal of Integrated System. 2023 Dec 30;6(2):226-42.
- [7] Astari AN, Ihsan T, Hidayat T. Perencanaan Penjadwalan *Preventive Maintenance* Mesin Jet Dyeing Menggunakan Pendekatan Critical Path Method di PT XXX. Jurnal Ilmiah Teknologi Infomasi Terapan. 2023 Dec 19;10(1).