

# Analisis Performa *Multi Effect Desalination* dengan Metode *Overall Equipment Effectiveness* Sebelum dan Sesudah Perbaikan di PLTU X

Zaida Sahla Fauziyyah<sup>1,\*</sup>, Teguh Sasono<sup>1</sup>, Yanti Suprianti<sup>1</sup>

<sup>1</sup>Politeknik Negeri Bandung

Jalan Gegerkalong Hilir, Desa Ciwaruga, Bandung, 40012, Kotak Pos 1234

E-mail: [zaida.sahla.tken21@polban.ac.id](mailto:zaida.sahla.tken21@polban.ac.id) \*

## Abstract

A multi-effect desalination machine is a device capable of producing fresh water for power plant and domestic water needs. The problem encountered is a decrease in the fresh water produced, which is related to the effectiveness of the multi-effect desalination machine. The method used to measure the machine's effectiveness is the Overall Equipment Effectiveness method. This study aims to calculate the OEE value of the multi-effect desalination machine before and after maintenance and to identify common issues by determining an action plan. The analytical method used to determine failure defense tasks is the Failure Mode and Effect Analysis method. The results showed that the OEE value after maintenance increased compared to the OEE value before maintenance, with the highest OEE value recorded at 91% on August 31 - September 1, 2023. Of the 12 types of damage that occurred, 66.67% affected the performance rate parameter and 33.33% affected the availability rate parameter. The most effective action plan in improving the OEE value after maintenance was the acid cleaning process.

**Keywords:** multi effect desalination, overall equipment effectiveness, performance rate, availability rate, failure mode and effect analysis

## Abstrak

Mesin multi effect desalination merupakan mesin yang dapat menghasilkan air tawar untuk kebutuhan pembangkit dan domestic water. Permasalahan yang terjadi air tawar yang dihasilkan menurun, hal ini berhubungan dengan efektivitas mesin multi effect desalination. Metode pengukuran efektivitas mesin yang digunakan adalah metode overall equipment effectiveness. Penelitian ini bertujuan untuk menghitung nilai OEE dari mesin multi effect desalination sebelum dan sesudah perbaikan serta mengetahui permasalahan yang sering terjadi dengan menentukan action plan. Metode analisis yang digunakan untuk menentukan failure defense task adalah metode failure mode and effect analysis. Hasil penelitian didapatkan nilai OEE setelah dilakukan perbaikan berhasil meningkatkan nilai OEE sebelum perbaikan dengan nilai OEE tertinggi pada 31 Agustus – 1 September 2023 sebesar 91%. Dari 12 jenis kerusakan yang terjadi 66,67% berpengaruh terhadap parameter performance rate dan 33,33% berpengaruh terhadap parameter availability rate. Adapun action plan yang paling tinggi dalam meningkatkan nilai OEE setelah perbaikan adalah proses acid cleaning.

**Kata kunci:** multi effect desalination, overall equipment effectiveness, performance rate, availability rate, failure mode and effect analysis

## 1. Pendahuluan

Seiring kemajuan teknologi, listrik menjadi kebutuhan vital masyarakat saat ini. Peningkatan permintaan listrik tidak hanya dipengaruhi oleh pertumbuhan penduduk, tetapi juga aktivitas ekonomi yang kian meningkat untuk memenuhi kebutuhan hidup. Dengan kata lain, semakin aktif perekonomian, maka semakin besar pula konsumsi listrik. Oleh karena itu, diperlukan pembangkit listrik berkapasitas besar. Salah satu andalan Indonesia adalah Pembangkit Listrik Tenaga Uap (PLTU). Pengembangan PLTU menjadi pilihan utama untuk memenuhi beban dasar listrik karena kehandalannya. PLTU beroperasi secara stabil dan tidak terpengaruh kondisi tertentu seperti cuaca. Selain itu, hingga saat ini, PLTU batu bara masih menjadi sumber energi paling terjangkau di Indonesia.

PLTU membutuhkan air dalam jumlah besar untuk beroperasi, terutama untuk menghasilkan uap

bertekanan tinggi yang menggerakkan turbin, selain itu juga digunakan untuk berbagai keperluan lain seperti pendinginan turbin, pemadam kebakaran, dan kebutuhan sehari-hari. Sumber air baku PLTU dapat berasal dari sungai atau laut, tergantung lokasinya. PLTU X yang terletak di dekat laut, menggunakan air laut sebagai bahan bakunya. Namun, air laut yang asin dan korosif harus diolah terlebih dahulu dengan sistem desalinasi, seperti *Multi Effect Desalination* (MED), untuk menghasilkan air tawar yang aman digunakan.

MED adalah salah satu unit penunjang dalam PLTU yang memproduksi air tawar dengan cara mengkondensasi air laut menjadi air tawar dengan bantuan panas dari *auxilliary header steam*. MED pada PLTU X memiliki 7 *stage evaporator* dan 1 *stage condensor*, air laut dari *reservoir* dipompakan dengan *chemical raw water pump* ke *stage evaporator* 1, dengan kondisi uap *supply* dari unit ada didalam

*tube-tube* penukar panas pada *evaporator* (sub-sistem 1), dengan begitu air laut yang *dispray* akan mengalami penguapan dan uap *supply* akan mengalami kondensasi (sub-sistem 2), hasil dari penguapan di *stage 1* akan berpindah menuju *stage 2* yang nantinya akan memanaskan air laut yang *dispray* dan mengkondensasi uap pada *tube-tube* penukar panas, proses ini berulang sampai pada *condensor* (sub-sistem 3). Uap yang terkondensasi pada tiap *stage* tersebut ialah air produk. MED memerlukan uap jenuh. Untuk memenuhi kebutuhan ini, uap *superheated* yang keluar dari turbin dengan temperatur 320°C perlu diubah menjadi uap jenuh. Hal ini dapat dilakukan dengan menggunakan desuperheater pada tekanan 8 bar, yang akan menurunkan temperatur uap *superheated* menjadi 144°C dan menghasilkan uap jenuh.

Dalam ketiga sub-sistem tersebut terdapat massa yang masuk berupa air atau *steam* yang kemudian massa keluarnya seharusnya memiliki hasil yang sama dengan massa masukannya. *Kesetimbangan* massa pada ketiga sub-sistem tersebut memiliki persamaan neraca massa yaitu jumlah massa yang masuk sama dengan jumlah massa yang keluar. Dilihat dari rata-rata total produk yang dihasilkan MED unit 1 hanya menghasilkan 60 ton/jam dengan kapasitas yang sebenarnya adalah 125 ton/jam, dari jumlah debit air laut yang masuk memiliki nilai sebesar 367.9 ton/jam, yang artinya dengan jumlah debit air laut yang sama MED 1 hanya menghasilkan setengah dari kapasitas. Hal ini berhubungan dengan efektivitas mesin MED dalam memproduksi air baku untuk bahan baku pada pemanasan boiler dan kebutuhan lainnya di PLTU.

*Overall Equipment Effectiveness* (OEE) adalah sebuah cara untuk mengukur seberapa efektif kinerja mesin. OEE merupakan bagian dari *Total Productive Maintenance* (TPM) yang digunakan untuk menilai efisiensi penggunaan mesin. OEE dihitung dengan melihat ketersediaan mesin, performansi mesin, dan kualitas produk yang dihasilkan. Dengan mengetahui nilai OEE, kita bisa mengevaluasi dan mencari cara terbaik untuk meningkatkan produktivitas penggunaan mesin. Analisis ini bisa dilakukan dengan melihat riwayat kerusakan mesin, masalah yang sering terjadi, dan tentunya nilai OEE sebelum dan sesudah perbaikan mesin dilakukan. Dengan cara ini, kita bisa mengetahui cara menstabilkan proses produksi dan memaksimalkan kinerja mesin MED.

### Mesin MED

MED adalah teknologi yang mengubah air laut menjadi air tawar melalui proses pemanasan dan penguapan air tawar yang terkandung di dalamnya. Uap air yang dihasilkan kemudian didinginkan dan diubah kembali menjadi air tawar. MED menghasilkan air tawar yang lebih berkualitas dibandingkan metode lain. Pada tekanan atmosfer (1 atm), air mendidih dan menguap pada suhu 100 °C. Namun, di dalam evaporator MED, air mendidih dan menguap pada suhu yang lebih rendah, yaitu di bawah

100°C, karena tekanannya dijaga lebih rendah (*vacuum*).

### Prinsip Kerja MED

MED adalah proses yang menggunakan beberapa ruang penguapan bertingkat yang disebut "*effect*". Pada tahap pertama, uap panas dari sumber eksternal (*auxiliary header steam*) dialirkan ke *effect* pertama. *Effect* kedua dan selanjutnya mendapatkan uap panas dari uap yang dihasilkan oleh efek sebelumnya.

Dalam MED, air laut disemprotkan ke bagian luar tabung penukar panas yang tersusun horizontal. Ketika uap air panas di dalam tabung mendingin dan berubah menjadi air tawar, air di luar tabung akan mendidih dan menghasilkan uap air baru. Uap air baru ini kemudian dialirkan ke tabung penukar panas berikutnya. Proses kondensasi dan evaporasi ini berulang-ulang dari tahap pertama hingga terakhir. Air tawar yang dihasilkan di setiap tahap ditampung di tangki air tawar (*fresh water flash tank*) sebelum dipompa ke tangki air baku (*raw water tank*) oleh pompa air tawar (*fresh water pump*). Uap air yang dihasilkan pada tahap terakhir didinginkan dan diubah kembali menjadi air tawar di kondensor. Air hasil kondensasi ini dibuang ke saluran pembuangan (*outfall*). Jika masih ada uap air yang tidak terkondensasi, uap tersebut akan dibuang ke udara melalui *three stage ejector*.

### Overall Equipment Effectiveness

OEE merupakan metrik penting untuk mengukur produktivitas operasi manufaktur. OEE membandingkan jumlah produk berkualitas yang dihasilkan mesin dalam periode tertentu dengan target produksi yang seharusnya dicapai. Metrik ini memberikan gambaran menyeluruh tentang kinerja mesin dan membantu mengidentifikasi area yang perlu diperbaiki.

OEE bertujuan untuk mengukur efektivitas dan performa mesin atau proses produksi. Dengan menghitung OEE, kita dapat mengetahui tiga komponen penting yang memengaruhi efektivitas mesin, yaitu:

#### 1) *Availability* (Tingkat Ketersediaan)

Mengukur persentase waktu di mana sistem beroperasi dengan normal, tanpa terhambat oleh faktor-faktor seperti kerusakan alat, persiapan produksi, atau penyetulan mesin. Nilai *Availability Rate* dihitung dengan membagi total waktu operasi aktual (*operating time*) dengan total waktu operasi yang tersedia (*planned time available* atau *loading time*).

$$\text{Available Rate} = \frac{\text{Loading Time} - \text{Down Time}}{\text{Loading Time}} \times 100\% \quad (1)$$

Di mana,

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

$$\text{Downtime} = \text{Failure and Repair} + \text{Setup and Adjustment}$$

Keterangan:

- *Machine Working Time* = Total waktu mesin MED beroperasi selama proses produksi.
- *Planned Downtime* = Waktu yang dialokasikan untuk pemeliharaan preventif atau aktivitas pemeliharaan lainnya.
- *Failure and Repair* = Waktu yang dihabiskan untuk memperbaiki kerusakan mesin MED dan tidak menghasilkan produk.
- *Setup and Adjustment* = Waktu yang dibutuhkan untuk mengatur parameter mesin, melakukan percobaan, dan penyesuaian hingga mencapai spesifikasi yang diinginkan

## 2) *Performance Efficiency Rate* (Tingkat Efisiensi Performansi)

Mengukur rasio kecepatan operasi aktual dari peralatan dengan kecepatan ideal berdasarkan kapasitas desain.

$$\text{Performance Rate} = \frac{\text{Aktual Output}}{\text{Ideal Output}} \times 100\% \quad (2)$$

Keterangan:

- *Aktual Output* = Jumlah hasil produksi pada mesin MED
- *Ideal Output* = Jumlah ideal hasil produksi mesin MED (125 t/h)

## 3) *Rate of Quality Product* (Tingkat Kualitas Produk)

Berfokus pada permasalahan kualitas yang berkaitan dengan produk cacat akibat mesin yang tidak berfungsi baik. Kerugian akibat produk yang tidak sesuai standar kualitas ini kemudian diubah menjadi satuan waktu. Caranya adalah dengan menghitung berapa lama waktu mesin digunakan untuk memproduksi produk yang tidak sesuai standar tersebut.

$$\text{Quality Rate} = \frac{\text{Aktual Output} - \text{Reject}}{\text{Aktual Output}} \times 100\% \quad (3)$$

Keterangan:

- *Aktual Output* = Jumlah hasil produksi pada mesin MED
- *Reject* = Product yang telah dihasilkan tidak memenuhi standar kualitas

## 4) *Overall Equipment Effectiveness*

OEE adalah metode pengukuran yang digunakan untuk menilai efektivitas suatu mesin atau peralatan dalam proses produksi.

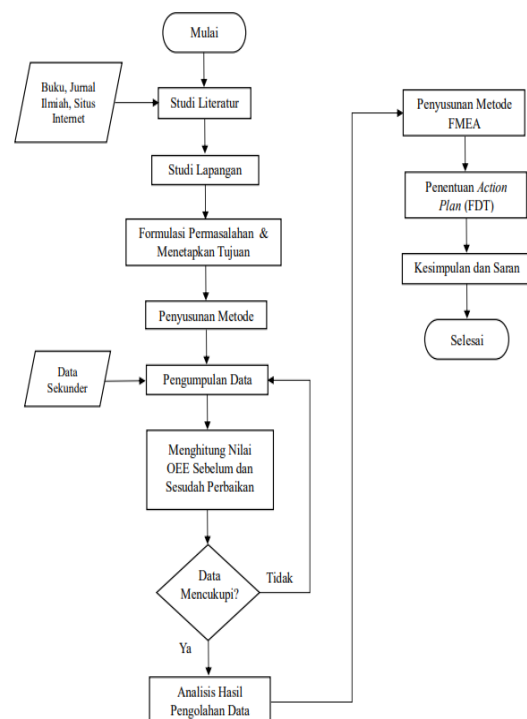
$$\text{OEE} = (\text{Availability Rate} \times \text{Performance Rate} \times \text{Quality Rate}) \quad (4)$$

## FMEA (*Failure Mode and Effect Analysis*)

FMEA merupakan metode terstruktur yang digunakan untuk mengidentifikasi, mengevaluasi, dan meminimalkan potensi kegagalan pada sistem, produk, atau proses. Metode ini berfokus pada pencegahan, peningkatan keselamatan kerja, dan peningkatan kepuasan pelanggan. FMEA diklasifikasikan menjadi dua jenis, yaitu FMEA desain dan FMEA proses.

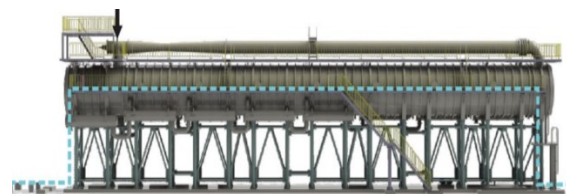
Selain memiliki tujuan mengidentifikasi, FMEA memiliki tujuan lain yaitu menghasilkan Mode Kegagalan, menghasilkan dampak kegagalan, dan menghasilkan penyebab kegagalan.

## 2. Metodologi



Gambar 1. Diagram Alir Penelitian

## 2.1 Objek Penelitian



Gambar 2. Multi Effect Desalination

PLTU X menggunakan Mesin MED dengan teknologi *feed forward* untuk mengubah air laut menjadi air tawar dalam jumlah besar. Mesin ini dirancang khusus untuk menghasilkan air tawar lebih banyak dan lebih cepat, sehingga lebih efisien dari segi biaya. Produksi air tawar MED ini tergantung pada dua faktor utama: suhu air laut yang masuk ke

tiap tahap evaporator dan tekanan uap dari *auxiliary steam header*.

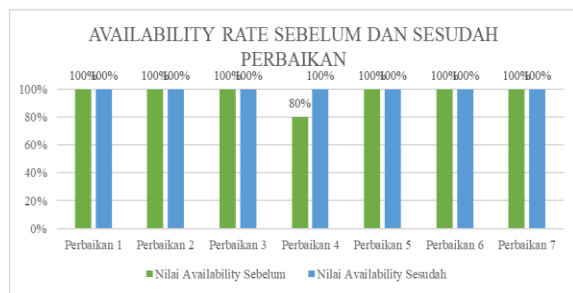
### 3. Hasil dan Pembahasan

#### 3.1 Hasil Perbaikan 1-7

Tabel 1. Perbaikan 1-7

Tanggal	Keterangan	Jenis Kerusakan
8 Juni 2023 - 20 Juni 2023	Perbaikan 1	Kebocoran <i>line potable to acid mixing tank</i> MED 1
		Perbaikan <i>manual valve</i> pengisian <i>potable to acid mixing tank</i>
		Kebocoran <i>packing</i> di <i>manhole condensor</i> MED 1
24 Juni 2023 - 1 Juli 2023	Perbaikan 2	Kebocoran pada <i>flange cooling three stage</i> no 3 posisi sebelum masuk <i>condensor</i>
		Kebocoran <i>seawater</i> di <i>flange line spray stage</i> 7
21 Juli 2023 - 24 Juli 2023	Perbaikan 3	Kebocoran <i>line portable</i> Kerusakan pada <i>manual valve</i> pengisian <i>potable to acid mixing tank</i>
6 Agustus 2023 - 11 Agustus 2023	Perbaikan 4	Kebocoran di <i>flange potable area</i> MED 1
14 Agustus 2023 - 22 Agustus 2023	Perbaikan 5	Kerak pada tube-tube evaporator
10 September 2023 - 13 September 2023	Perbaikan 6	Kebocoran <i>strainer inlet seawater</i> MED 1
23 September 2023 - 25 September 2023	Perbaikan 7	Kebocoran <i>area three stage ejector</i> no.3 ( <i>line inlet steam</i> ) MED 1

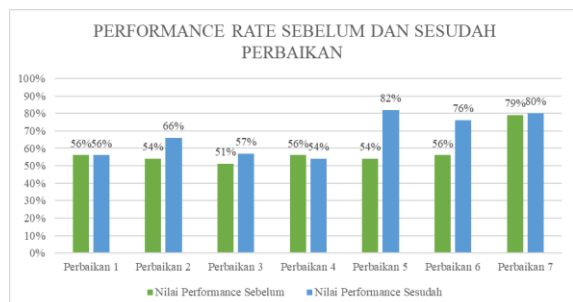
#### 3.2 Hasil Perhitungan Nilai *Availability Rate*



Gambar 3. Grafik Nilai *Availability Rate*

Hasilnya menunjukkan bahwa pada perbaikan 4 nilai *availability rate* mengalami kenaikan sebesar 20% setelah dilakukannya perbaikan, serta pada perbaikan lainnya nilai *availability rate* sebelum dan sesudah perbaikan memiliki nilai yang sama besar yaitu 100%, nilai *availability rate* dipengaruhi dari lama waktu *loading time* mesin MED dalam memproduksi air tawar selama 24 jam, *loading time* dipengaruhi oleh *downtime* mesin ketika *downtime* mesin tinggi maka *loading time* mesin akan rendah dan nilai *availability rate* akan rendah.

#### 3.3 Hasil Perhitungan Nilai *Performance Rate*



Gambar 4. Grafik Nilai *Performance Rate*

Hasilnya menunjukkan bahwa pada perbaikan 4 nilai *performance rate* mengalami penurunan sebesar 2% setelah dilakukannya perbaikan, serta pada perbaikan lainnya nilai *performance rate* sebelum dan sesudah perbaikan mengalami kenaikan, nilai kenaikan pada

*performance rate* terbesar terjadi pada perbaikan 5 dengan kenaikan sebesar 28%, nilai *performance rate* dipengaruhi dari jumlah produk air tawar yang dihasilkan mesin MED, nilai *performance rate* yang tinggi sebesar 100% adalah ketika produk yang dihasilkan sebesar 125 t/h, maka nilai *performance rate* dipengaruhi oleh jumlah produk yang dihasilkan mesin MED.

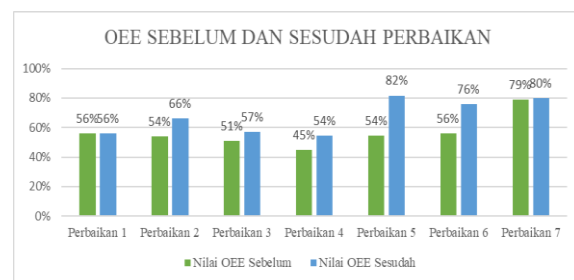
#### 3.4 Hasil Perhitungan Nilai *Quality Rate*



Gambar 5. Grafik Analisis Nilai *Quality Rate*

Hasilnya menunjukkan bahwa pada semua perbaikan nilai *quality rate* memiliki nilai yang sama sebelum dan setelah dilakukannya perbaikan, pada perhitungan *quality rate* parameter yang dihitung adalah product yang dihasilkan dan *reject*, namun pada mesin *multy effect desalination* ini tidak ada *reject* yang dapat dihitung dan dianggap 0, hal ini dikarenakan pada proses produksi *fresh water* pada saat *setup and adjustment time* MED telah dipastikan kualitas *fresh water* yang dihasilkan akan < 15 µs/cm dan ketika kualitas air tidak memenuhi standarnya MED tidak dapat beroperasi, maka pada MED yang berhasil beroperasi artinya nilai *quality rate* adalah 100% karena pada mesin tidak ada product yang gagal/*reject*.

#### 3.5 Hasil Perhitungan Nilai OEE



Gambar 6. Grafik Analisis Nilai OEE

Jika dibandingkan nilai pada OEE sebelum perbaikan 7 memiliki nilai yang lebih tinggi dari nilai sebelum perbaikan sebelumnya, hal ini karena pada perbaikan mesin 7 kondisi mesin sudah mengalami perbaikan lainnya yang membuat nilai efektivitasnya semakin baik. Rata-rata nilai OEE selama penelitian berlangsung adalah pada bulan Juni sebesar 13%, bulan Juli 30%, bulan Agustus 34%, dan pada bulan September sebesar 55%.

### 3.6 Hasil Analisis *Failure Mode and Effect Analysis* (FMEA)

mesin MED. Data jenis kerusakan, penyebab, dan efeknya diperoleh dari wawancara, observasi, dan studi literatur.

Berdasarkan hasil Analisis OEE menunjukkan 12 jenis kerusakan yang menurunkan nilai OEE pada

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

No	Sub Equipment	Function	Failure Mode	Failure Effect	Failure Cause
1	Pipeline potable acid	Saluran pipa untuk mengalirkan air dari potable menuju acid mixing tank	Kebocoran line potable	Jumlah air laut untuk pencampuran larutan menurun karena terbuang	Korosi
2	Manual Valve Potable	Membuka dan menutup aliran pengisian air potable menuju mixing tank	Manual valve ngelos	Sulit dioperasikan	Pelumasan yang kurang
3	★ 3 Stage Ejector	Menjaga tekanan vacuum pada setiap stage	Kebocoran flange cooling 3 stage	Tekanan vacuum tidak maksimal	Korosi
			Kebocoran line inlet steam 3 stage		Korosi
4	Line spray stage 7	Saluran pipa air laut untuk dispray di stage 7	Kebocoran line spray	Jumlah air laut menuju stage 7 menurun karena terbuang	Korosi
5	Rupture disc	Safety valve yang melindungi dari tekanan dan atau vacuum yang berlebih	Kebocoran rupture disc	Kerusakan material	Tekanan yang berlebih
6	Pipeline potable MED	Saluran pipa air fresh untuk spray steam di TVC	Kebocoran line potable	Jumlah air fresh untuk spray menurun karena terbuang	Korosi
7	Manual Valve Potable	Membuka dan menutup aliran pengisian air potable menuju mixing tank	Manual valve ngelos	Sulit dioperasikan	Pelumasan yang kurang
8	Flange potable	Menyambungkan atau menggabungkan antara dua sistem pemipaan	Kebocoran flange potable	Jumlah air fresh untuk spray menurun karena terbuang	Korosi
9	★ Evaporator	Tempat terjadinya kondensasi dan evaporasi	Tube-tube evaporator yang berkerak	Jumlah product air domestic menurun karena proses kondensasi dan evaporasi yang tidak maksimal	Kandungan air laut (mineral) yang mengendap
10	Strainer	Filter air laut	Kebocoran strainer inlet seawater	Flow air laut menuju stage menurun	Penumpukan padatan hasil filter
11	TVC	Mengompresi steam yang menuju stage 1	Kebocoran line TVC	Steam yang menuju stage 1 berkurang	Tegangan termal

### 3.7 Hasil Analisis *Failure Defense Task* (FDT)

**Tabel 3.** *Failure Defense Task* (FDT)

No	Sub Equipment	Failure Effect	FDT			
			Task	Start	End	Keterangan
1	Pipeline potable acid	Jumlah air laut untuk pencampuran larutan menurun karena terbuang	Melakukan proses doubling dengan pengelasan	08-Jun	12-Jun	Berpengaruh pada <i>availability rate</i>
2	Manual Valve Potable	Sulit dioperasikan	Memberikan pelumas	12-Jun	13-Jun	Berpengaruh pada <i>availability rate</i>
3	★ 3 Stage Ejector	Tekanan vacuum tidak maksimal	Melakukan proses doubling dengan pengelasan	23-Sep	25-Sep	Berpengaruh pada <i>availability rate</i>
			Mengganti pipeline dengan yang baru	14-Jun	20-Jun	Berpengaruh pada <i>availability rate</i>
4	Line spray stage 7	Jumlah air laut menuju stage 7 menurun karena terbuang	Melakukan proses doubling dengan pengelasan	07-Jul	08-Jul	Berpengaruh pada <i>performance rate</i>
5	Rupture disc	Kerusakan material	Mengganti rupture disc dengan yang baru	09-Jul	09-Jul	Berpengaruh pada <i>performance rate</i>
6	Pipeline potable MED	Jumlah air fresh untuk spray menurun karena terbuang	Melakukan proses doubling dengan pengelasan	20-Jul	22-Jul	Berpengaruh pada <i>performance rate</i>
7	Manual Valve Potable	Sulit dioperasikan	Memberikan pelumas	23-Jul	24-Jul	Berpengaruh pada <i>performance rate</i>
8	Flange potable	Jumlah air fresh untuk spray menurun karena terbuang	Melakukan proses doubling dengan pengelasan	06-Aug	11-Aug	Berpengaruh pada <i>performance rate</i>
9	★ Evaporator	Jumlah product air domestic menurun karena proses kondensasi dan evaporasi yang tidak maksimal	Melakukan proses acid cleaning	14-Aug	22-Aug	Berpengaruh pada <i>performance rate</i>
10	Strainer	Flow air laut menuju stage menurun	Membersihkan dengan membuang semua padatan	10-Sep	11-Sep	Berpengaruh pada <i>performance rate</i>
11	TVC	Steam yang menuju stage 1 berkurang	Mengganti line steam dengan yang baru	12-Sep	13-Sep	Berpengaruh pada <i>performance rate</i>

Berdasarkan semua kerusakan yang terjadi selama penelitian, terdapat 4 kerusakan yang berpengaruh terhadap kesiapan mesin dalam beroperasi yang berhubungan langsung dengan parameter *availability rate*, serta 8 kerusakan lainnya berpengaruh terhadap hasil produk air tawar yang berhubungan langsung dengan parameter *performance rate*

#### 4. Simpulan

1. Berdasarkan hasil perhitungan didapatkan nilai OEE sebelum dan sesudah perbaikan mengalami kenaikan, pada perbaikan 1 nilai OEE sebelum dan sesudah perbaikan memiliki nilai yang sama, pada perbaikan 2 nilai OEE meningkat 12%, pada perbaikan 3 nilai OEE mengalami kenaikan sebesar 6%, pada perbaikan 4 nilai OEE meningkat sebesar 9%, serta pada perbaikan 5 nilai OEE meningkat cukup tinggi sebesar 28%, nilai tersebut tertinggi dibandingkan perbaikan lainnya, pada perbaikan 6 nilai OEE meningkat sebesar 20% dan pada perbaikan 7 nilai OEE meningkat 1% namun pada perbaikan 7 ini menjadi nilai OEE tertinggi dibandingkan perbaikan lainnya, karena pada perbaikan 7 atau *maintenance* terakhir telah mendapatkan efektivitas mesin yang lebih baik dibandingkan dengan perbaikan 1. Tinggi rendahnya kenaikan nilai OEE sesudah perbaikan bergantung pada jenis kerusakan dan *corrective maintenance/preventive maintenance* yang dilakukan.
2. Berdasarkan permasalahan yang terjadi selama penelitian *berlangsung*, 33,33% dari total kerusakan berpengaruh terhadap parameter *availability rate* serta 66,67% dari total 12 kerusakan berpengaruh terhadap parameter *performance rate*
3. Berdasarkan FMEA yang menghasilkan *action plan* atau FDT didapatkan 12 kegagalan yang terjadi selama penelitian *berlangsung*, serta *task* yang sudah dilakukan, FDT yang dilakukan pada setiap kerusakan *berhasil* membuat nilai OEE menjadi lebih baik, nilai kenaikan paling tinggi yaitu pada FDT *acid cleaning*

#### Daftar Pustaka

- [1] Mesra T., Fitra., Hafrida, E., Ferdiansyah, F., (2023), “*Overall Equipment Effectiveness Di Desalination Plant 2 Pada PT. Sari Dumai*”. Program Studi Teknik Industri, Sekolah Tinggi Teknologi Dumai.
- [2] Ghernaout D., Elboughdiri., (2020), “*Desalination in the Context of Water Scarcity Crisis: Dares & Perspectives*”, *Chemical Engineering Department, College of Engineering, University of Ha`il, Ha`il, KSA*.
- [3] Titah H., Ersu G., (2020), “Kajian Alternatif Teknologi Desalinasi Dalam Produksi Air Tawar Untuk Desa Labuan Bajo, NTT”. Departemen Teknik Lingkungan dan Kebumihan, Institut Teknologi Sepuluh Nopember, Surabaya.
- [4] Yaqin, R. I., Zamri, Siahaan, J. P., Priharanto, Y. E., Alirejo, M., Umar, M. L. (2020). “Pendekatan FMEA dalam Analisa Risiko Perawatan Sistem Bahan Bakar Mesin Induk: Studi Kasus di KM. Sidomulyo”. *Jurnal Rekayasa Sistem Industri*, 9(3), 189-200.
- [5] Aryanto T., Susianti H., Dewita E., Alimah S., (2019), “Review Teknologi Desalinasi Yang Dikopling Reaktor Daya Eksperimental”. Departemen Teknik Kimia, Universitas Gadjah Mada, Yogyakarta.
- [6] Fitriadi, Muzakir, Suhardi. (2019), ” Integrasi *Overall Equipment Effectiveness* (OEE) dan *Failure Mode And Effect Analysis* (FMEA) Untuk Meningkatkan Efektifitas Mesin Screw Press Di PT. Beurata Subur Persada Kabupaten Naga Raya”. Jurusan Teknik Industri, Fakultas Teknik, Universitas Teuku Umar.
- [7] Jutika B., Suherman A., (2019), “Pengendalian Kualitas Dengan Metode *Failure Mode Effect And Analysis* (FMEA) Dan Pendekatan Kaizen Untuk Mengurangi Jumlah Kecatatan Dan Penyebabnya”. Jurusan Teknik Industri, Institut Sains Dan Teknologi Al-Kamal, Jakarta Barat.
- [8] Mobley, R Keith. 2008. *Maintenance Engineering Handbook 7<sup>th</sup> Edition*. New York. *Mc Graw Hill Book Company*.
- [9] Nakajima, S. (1998). *Introduction to “TPM Total Productive Maintenance”*. *Cambridge: Productivity Press, Inc*.