

Perencanaan Pemeliharaan dan Peningkatan Kualitas Mesin Pemurnian Air Laut Menjadi Air Minum Guna Meminimasi Downtime yang Berbasis Pada Overall Equipment Effectiveness (OEE) pada Industri Menengah Manleu Metinaro Timor Leste

Tito Mau Pelu Benjamin^{1*}, Tjokorda Gde Tirta Nindhia², I.G.N. Priambadi³, dan I.W. Bandem Adnyana⁴

Phd Candidate student at Study Program Science of Engineering, Engineering Faculty, Udayana University, Bali, Indonesia¹

Department of Industrial Engineering, Faculty of Engineering, Udayana University, Denpasar, Bali, Indonesia^{2,3,4}

*benjaminmtito@gmail.com

OPEN ACCESS

Citation: Tito Mau Pelu Benjamin, Tjokorda Gde Tirta Nindhia, I.G.N. Priambadi, dan I.W. Bandem Adnyana. 2023. Perencanaan Pemeliharaan dan Peningkatan Kualitas Mesin Pemurnian Air Laut Menjadi Air Minum Guna Meminimasi Downtime yang Berbasis Pada Overall Equipment Effectiveness (OEE) pada Industri Menengah Manleu Metinaro Timor Leste. *Journal of Research and Technology* Vol. 9 No. 2 Desember 2023: Page 221–232.

Abstract

Overall Equipment Effectiveness (OEE) is important for desalination in the process of purifying seawater into drinking water. OEE which is commonly known as Total Equipment Effectiveness Calculation (PEPT) is used to minimise downtime that often occurs on an ongoing basis to increase the effectiveness of the machine in accordance with maintenance standards which state checking at any time using OEE as a measuring tool (Metric) to determine the effectiveness of improving the quality of machine tools owned. Based on the OEE calculation, the availability value = 43.33, performance efficiency -12.37%, quality rate = 100%, and OEE = -43.59% are obtained. This shows that the quality of the machine remains reliable in purifying seawater into raw water.

Keywords: Desalination, Calculation of Total Equipment Effectiveness, Machine-Tool Quality, Performance Efficiency, Downtime.

Abstrak

Overall Equipment Effectiveness (OEE) penting bagi desalinasi dalam proses pemurnian air laut menjadi air minum. OEE yang biasa dikenal Perhitungan Efektivitas Peralatan Total (PEPT) digunakan untuk meminimasi downtime yang sering terjadi secara berkesinambungan guna meningkatkan efektivitas mesin sesuai dengan standar pemeliharaan yang menyatakan pengecekan setiap saat dengan menggunakan OEE sebagai alat ukur (Metrik) untuk mengetahui besarnya efektivitas peningkatan kualitas peralatan mesin yang dimiliki. Berdasarkan perhitungan OEE diperoleh nilai availability = 43,33, performance efficiency -

12,37%, *quality rate* = 100%, dan *OEE* = -43,59%. Ini menunjukkan bahwa kualitas mesin tetap handal dalam melakukan permurnian air laut menjadi air baku.

Kata Kunci: *Desalinasi, Perhitungan Efektivitas Peralatan Total, Kualitas Peralatan Mesin, Performance Efficiency, Downtime.*

1. Pendahuluan

Produk yang dihasilkan membutuhkan mesin untuk mendukung proses produksi yang mampu difungsikan secara kontinyu karena setiap mesin mempunyai batas pemakaian (umur) untuk dioperasikan. Kontinuitas proses produksi pada tempat usaha harus selalu dijaga dengan cara melakukan pemeliharaan terhadap mesin produksi. Menurut Coetzee (1999), teknik pemeliharaan dan manajemen pemeliharaan semakin mendapat perhatian, dan memang seharusnya begitu, karena produktivitas tinggi dan biaya modal yang tinggi dari mesin-mesin produksi modern, serta biaya pemeliharaan yang tinggi dari unit-unit tersebut menuntut pendekatan yang intensif. Tetapi perhatian yang diterima disiplin pemeliharaan sering kali bersifat serampangan tanpa integrasi yang tepat antara berbagai teknik yang digunakan. Kinerja industri manufaktur yang unggul mengarah pada daya saing (Leachman et al., 2005).

Secara desain, Perusahaan telah melaksanakan pemeliharaan secara terencana untuk menjaga proses produksi secara kontinyu, tetapi mesin-mesin produksi yang digunakan di perusahaan seringkali mengalami kerusakan secara tiba-tiba sehingga waktu *idle* lebih besar dan waktu untuk *maintenance* kerusakan mesin produksi lebih panjang. Secara teknis, mesin yang digunakan memiliki kapasitas dalam berproduksi, tetapi dari sisi ekonomis suatu mesin tidak selamanya memberikan keuntungan selama masa operasinya.

Kutucuoglu et al, (2001) memberikan pernyataan bahwa peralatan adalah kontributor utama pada kinerja dan profitabilitas sistem manufaktur. Semakin bertambahnya waktu operasional pada mesin, maka kebutuhan biaya juga semakin meningkat. Kondisi ini diakibatkan oleh menurunnya kondisi mesin, maka perlu dilakukan penelitian atau pemeriksaan agar tidak mengganggu proses produksi sehingga mutu produksi dapat selalu terjaga. Berdasarkan pada *problem* yang ada tersebut, maka perlu dilakukan perencanaan untuk pemeriksaan pada mesin-mesin produksi yang bertujuan utama untuk mengurangi risiko kerusakan. Proses produksi air laut menjadi air minum merupakan salah satu proses produksi yang pertama kali didirikan di Timor-Leste oleh Pemerintah Korea dengan nama *Korea International Cooperation Agency (KOICA)* yang didirikan di Manuleu Metinaro, yang sekarang merupakan bagian Desalinasi dari *Direcção Nacional Serviço de Água (DNSA)* yang beralamat di Caicoli, Dili. Sistem operasi proses produksi yaitu secara otomatis dan *operator* hanya mengoperasikan melalui computer, dan jika ada sistem yang kritis langsung akan *didetecting* oleh alarm.

Mesin yang beroperasi di Desalinasi Manuleu Metinaro sangat sensitif, sistem tersebut diharuskan beroperasi 24 jam atau nonstop dan sistem tersebut hanya dibolehkan berhenti kurang dari 3 hari. Apabila melebihi waktu tersebut, maka semua komponen mesin produksi

akan cepat rusak karena air laut cepat menimbulkan karat pada bagian dalam mesin-mesin yang digunakan. Selain itu, komponen-komponen mesin produksi tidak di jual di Timor Leste. Komponen-komponen tersebut hanya dijual di Korea dan membutuhkan biaya yang tinggi untuk membelinya. Oleh karena itu, harus ada perencanaan perawatan mesin untuk mengurangi *downtime* mesin dan memperlancar proses produksi. Perencanaan merupakan rangkaian aktivitas yang menetapkan poin-poin yang akan dilakukan pada waktu mendatang berdasarkan kenyataan dan pemikiran yang matang untuk mencapai tujuan. *Planning* digunakan juga sebagai pedoman/acuan oleh para tenaga/pelaksana kegiatan supaya kegiatan dapat dieksekusi sesuai rencana dan tujuan yang telah disepakati bersama. Perencanaan pemeliharaan mesin bagi setiap perusahaan dalam rangka untuk memperpanjang umur mesin, tingkat keandalan, dan meminimasi *downtime*.

Menurut Gupta dan Garg (2012), salah satu metode untuk peningkatan *performance* produksi yang telah berhasil digunakan secara global adalah *Total Productive Maintenance* (TPM). TPM adalah pendekatan yang sangat terstruktur, yang memanfaatkan sejumlah alat dan teknik untuk mencapai tujuan perusahaan dan mesin yang sangat efektif. Dengan persaingan di bidang manufaktur industri manufaktur yang meningkat tanpa henti, TPM telah terbukti sebagai filosofi peningkatan pemeliharaan yang mencegah kegagalan organisasi (Eti et al., 2006).

Penelitian yang dilakukan ini bertujuan untuk membuat perencanaan pemeliharaan mesin pemurnian air laut menjadi air minum dengan pendekatan *Overall Equipment Effectiveness* (OEE) yang baik sehingga dapat membantu meminimasi *downtime* di Desalinasi Manuleu Metinaro Dili.

Schenk et al. (2010) menyatakan bahwa merencanakan fasilitas produksi berarti membayangkan produksi sebelumnya. Hal ini mengharuskan penggunaan instrumen yang secara efisien merancang proses perencanaan. Sebuah sistem tematik, pendekatan metodis dipengaruhi oleh keputusan yang digerakkan oleh situasi. Pendekatan ini melayani pengembangan proyek (perencanaan) melalui perencanaan internal dan/atau eksternal kegiatan. Steiner (dalam www.maxmanroe.com, 2023) menyatakan bahwa perencanaan adalah proses yang diawali dengan sasaran-sasaran, batasan strategi, kebijakan, dan rencana terperinci untuk mencapainya, mewujudkan organisasi untuk mengaplikasikan keputusan, dan termasuk tinjauan kinerja dan *feed back* terhadap pengenalan siklus perencanaan baru. Perencanaan pemeliharaan diartikan sebagai kombinasi dari tindakan-tindakan yang dijalankan untuk menjaga sistem atau *equipment* dalam proses perawatan sampai kondisi yang dapat diterima. Perencanaan pemeliharaan mengikutsertakan pengembangan dari keseluruhan rangkaian aktivitas termasuk semua aktivitas pemeliharaan, reparasi, dan pekerjaan *overhaul*. Faktor-faktor penunjang kesuksesan dalam perencanaan pemeliharaan berkaitan dengan: ruang lingkup pekerjaan, lokasi pekerjaan, prioritas pekerjaan, metode, kebutuhan komponen dan material, kebutuhan peralatan, kebutuhan *skill* tenaga kerja maupun kuantitasnya. Hambatan-hambatan yang dapat muncul pada proses perencanaan pemeliharaan disebabkan dari berbagai faktor seperti komunikasi ketidakjelasan instruksi, kurangnya informasi maupun berbagai

kelambatan, dan ketidakpastian *spareparts* atau tenaga kerja terampil. Perencanaan pemeliharaan umumnya disusun menggunakan langkah-langkah yaitu:

1. Mendefinisikan persoalan dan menetapkan *equipment* yang akan direncanakan secara jelas sesuai tujuan dan ketetapan/kebijaksanaan organisasi perusahaan.
2. Melakukan pengumpulan informasi data yang berkaitan dengan seluruh kegiatan yang mungkin akan terjadi.
3. Melakukan analisis terhadap berbagai informasi dan data yang telah dikumpulkan dan mengklasifikasikannya berdasarkan kepentingan.
4. Menetapkan batasan dari perencanaan pemeliharaan.
5. Menentukan berbagai alternatif rencana yang mungkin dapat dilakukan, yang kemudian memilihnya untuk kemudian rencana tersebut dipakai.
6. Menyiapkan langkah pelaksanaan secara rinci termasuk penjadwalan.
7. Melakukan pemeriksaan ulang terhadap rencana tersebut sebelum dilaksanakan.

1.1. Klasifikasi Perencanaan Pemeliharaan

1. Klasifikasi perencanaan pemeliharaan yang didasarkan pada jenisnya, terdiri dari: Perencanaan tahunan (*annual maintenance plans*), perencanaan bulanan (*monthly maintenance plans*), perencanaan mingguan dan harian (*weekly maintenance plans*), menyangkut rencana pelaksanaan, pengaturan tenaga kerja, pengendalian progres pelaksanaan pekerjaan perawatan, pemeliharaan terjadwal, pemeliharaan, prediksi, pengukuran, inspeksi atau pemeriksaan, dan perbaikan, dan pemeliharaan berdasarkan kerusakan (*breakdown maintenance*), menyangkut perbaikan setelah terjadi kerusakan.
2. Klasifikasi perencanaan pemeliharaan berdasarkan waktu pelaksanaan, meliputi: Pekerjaan pemeliharaan dan perbaikan yang direncanakan untuk dilaksanakan pada saat mesin atau peralatan tidak beroperasi seperti di hari libur, *over time*, dan rencana pekerjaan yang bisa dilakukan pada saat mesin berjalan.
3. Persiapan perencanaan pemeliharaan.

1.2. Faktor-faktor yang Mempengaruhi Pemeliharaan

Ma'arif dan Tanjung (2006) menyatakan bahwa fundamental keberhasilan kebijakan pemeliharaan dapat dilihat bukan hanya pada kuantitas jumlah kerusakan mesin, akan tetapi lebih jauh dari itu adalah sejauh mana usaha yang dilakukan perusahaan untuk mengefisienkan biaya pemeliharaan. Pemeliharaan tersebut dipengaruhi oleh beberapa faktor yaitu:

1. Pemeliharaan Pencegahan (*Preventif Maintenance*)

Pemeliharaan pencegahan artinya dapat menentukan periode/waktu untuk servis atau reparasi pada suatu peralatan. Kerusakan dapat terjadi pada tingkat yang bervariasi selama umur produk. Tingkat *defect* yang tinggi disebut kehancuran sebelum waktunya terjadi pada awal waktu produksi di berbagai perusahaan terutama perusahaan elektronik. Perlu dicatat bahwa kerusakan yang terjadi banyak disebabkan oleh penggunaan yang dilakukan secara tidak wajar, sehingga sangat diperlukan keterlibatan pihak manajemen untuk membuat sistem pemeliharaan yang meliputi seleksi personel dan pelatihan.

2. Pemeliharaan Pemogokan (*Breakdown Maintenance*)

Pemeliharaan pemogokan adalah proses perbaikan remedial yang dilakukan apabila terjadi kerusakan. Selanjutnya dilakukan direparasi atas dasar prioritas atau kondisi darurat. Apabila pengeluaran atas biaya pemeliharaan lebih mahal dibandingkan dengan biaya reparasi yang dikeluarkan ketika proses terjadi pemogokan, maka mungkin perlu diabaikan sementara proses tersebut sampai terjadi pemogokan dan kemudian baru dilakukan perbaikan. Akan tetapi juga perlu dibuat pertimbangan akibat dari pemogokan penuh tersebut karena akan berdampak pada keseluruhan proses yang berjalan. Manajer operasi harus membuat pertimbangan untuk menjaga keseimbangan antara pemeliharaan pencegahan dan pemeliharaan pemogokan karena berhubungan erat dengan persediaan, uang, dan tenaga kerja.

3. *Reactive Maintenance*

Definisi reactive maintenance yaitu aktivitas pemeliharaan yang dilaksanakan sebagai respon terhadap *breakdown* unit yang tidak terencana, secara umum merupakan hasil dari kegagalan, baik yang bersifat internal maupun eksternal. Yang termasuk dalam *reactive maintenance* yaitu *corrective maintenance*.

4. *Proactive Maintenance*

Proactive maintenance yaitu proses pemeliharaan yang diaplikasikan secara reguler, terencana tanpa adanya waktu menunggu kerusakan mesin sehingga dapat meminimasi kejadian *downtime* akibat kerusakan mesin yang terjadi. Yang termasuk *proactive maintenance* adalah *preventive maintenance* dan *predictive maintenance*.

5. *Predictive Maintenance*

Predictive maintenance yaitu proses pemeliharaan yang dilaksanakan melewati analisis fisik pada peralatan atau komponen dengan difasilitasi pemikiran instrument tertentu seperti alat pengukuran getaran, temperatur, pengukur suara dan lain-lain untuk mengukur kerusakan sedini mungkin.

1.3. *Overall Equipment Effectiveness (OEE)*

Overall Equipment Effectiveness (OEE) menurut (Pranowo, 2019) merupakan metode yang diaplikasikan sebagai alat ukur (metrik) dalam penerapan program *Total Productive Management (TPM)* untuk menjaga peralatan pada kondisi ideal dengan menghapus *Six Big Losses* peralatan. Selain itu, digunakan untuk melakukan pengukuran kinerja dari sistem produktif.

Kemampuan mengidentifikasi pokok permasalahan dan penyebabnya sehingga menjadikan usaha perbaikan terfokus merupakan faktor utama pada aplikasi metode ini, dan secara menyeluruh oleh banyak perusahaan di dunia. OEE adalah besarnya efektifitas yang melekat pada peralatan atau mesin. Perhitungan OEE diperoleh dari alat-alat perlengkapan, efisiensi kinerja dari proses, dan *rate* mutu produk yang dicantumkan pada Persamaan 1.

$$\text{OEE (\%)} = \text{Availability (\%)} \times \text{Performance rate (\%)} \times \text{Quality rate (\%)} \quad (1)$$

Pada pelaksanaannya terdapat kegunaan-kegunaan dari OEE yaitu: dapat dipakai untuk penentuan titik awal oleh perusahaan ataupun peralatan mesin, dapat dipakai untuk pengidentifikasian kemacetan (*bottleneck*) pada peralatan atau mesin, dapat digunakan untuk pengidentifikasian kerugian produktivitas (*True Productivity Losses*), dipakai untuk penentuan skala prioritas untuk peningkatan OEE dan produktivitas.

2. Metode Penelitian

Melakukan perumusan masalah berdasarkan penelitian yang dilakukan yaitu melalui penelitian langsung, observasi, melakukan tanya jawab dengan Kepala dan Staff Desalinasi berkaitan dengan masalah *downtime*. Melakukan penelitian secara langsung ke obyek yang diteliti. Data yang dapat membantu DNSA area Desalinasi Manuleu Metinaro Dili melalui tahapan dimana peneliti mencari teori-teori dasar yang relevan dan menjadi acuan penelitian yang dilakukan. Sebagian besar teori diambil dari buku-buku yang membahas tentang problem yang dihadapi dalam penelitian ini. Studi pustaka dilakukan untuk melengkapi pengetahuan dasar peneliti, sehingga dengan adanya hal tersebut peneliti dapat memfokuskan pada penyelesaian penelitian ini dengan baik. Selain itu, interview dilakukan untuk mendapatkan data dari Departemen Desalinasi. Interview dilakukan dengan memberikan pertanyaan-pertanyaan kepada Kepala Departemen, Staff Bagian Teknik, dan Staff Administrasi Departemen Desalinasi guna mendapat data tentang sistem yang diimplementasikan oleh DNSA area Desalinasi Manuleu Metinaro Dili.

Berdasarkan dari hasil interview di DNSA, Departemen Desalinasi Manuleu Metinaro, Dili dapat diidentifikasi masalah yang dihadapi yaitu adanya masalah pada mesin pemurnian air. Problem pada mesin ini kadang-kadang bersifat kritis sehingga menyebabkan *downtime*. Peneliti mengidentifikasi masalah-masalah yang berhubungan dengan pokok penelitian untuk dijadikan sebagai suatu referensi untuk perencanaan pemeliharaan dan peningkatan kualitas mesin pemurnian air laut menjadi air minum guna meminimasi *downtime* berbasis pada OEE pada industri menengah Manleu Metinaro Timor Leste.

3. Hasil dan Diskusi

3.1 Sejarah Umum Desalinasi Manuleu Metinaro, Dili

Desalinasi Metinaro merupakan salah satu departemen dari Direcção Nacional Serviços da Água (DNSA) di Secretariado do Estado da Água Saneamento e Urbanização, fasilitas desalinasi ini dibangun oleh Pemerintah Korea dengan nama *Korea International Cooperation Agency (KOICA)* kemudian diserahterimahkan kepada Pemerintah Timor-Leste dalam bagian DNSA. Lokasi departemen ini bertempat di Manuleu, Metinaro. Proses produksinya yaitu memproduksi air laut menjadi air minum dengan menggunakan *Photovoltaic Power Plant* dan *out put* produksi yang dihasilkan yaitu proses penjernihan air minum yang bersih, berkualitas dan dapat dikonsumsi khususnya penduduk di Metinaro dan sebagian Hera. Proyek ini didirikan dengan nama *Drinking Water Supply by Desalination Using photovoltaic Power Plant*. Tujuan pendirian proyek ini antara lain:

1. Menyediakan atau memberikan air bersih kepada penduduk melalui desalinasi dengan menggunakan *Photovoltaic Power Plant*,
2. Mengurangi penyakit yang disebabkan oleh air dan untuk memperbaiki mata pencaharian dan kesehatan fundamental penduduk dengan mengkomsumsi air bersih,
3. Membangun alternatif sumber air untuk melengkapi air bawah tanah dan air permukaan.

Proses implementasi proyek desalinasi di Timor-Leste melalui suatu penelitian yang dilakukan oleh tim survei dari Pemerintah Korea yang diorganisir oleh KOICA. Program bilateral *Drinking Water Supply by Desalination Using Photovoltaic Power Plant* (Proses produksi air dengan menggunakan Photovoltaic atau tenaga surya) ini dilakukan antara Pemerintah Korea dan Secretariado do Estado Água Saneamento e Urbanização, Ministério das Infrastruturas de Timor-Leste pada tanggal 30 November-3 Desember 2010. Sebelum mendirikan proyek tersebut, KOICA melakukan pertemuan dengan Pemerintah Timor-Leste yang diwakili oleh *Secretariado do Estado Água Saneamento e urbanização, Ministério das Infrastrutura* khususnya dalam sistem Desalinasi dengan tujuan agar proyek tersebut berjalan dengan sukses dan mencapai hasil yang optimal. Jumlah *budget* yang digunakan untuk mendirikan proyek tersebut \pm 6.9 billion Korean Won (KRW 6.900.000.000) dalam mata uang Amerika *Six Million Dollars* (\$6.000.000). Periode proyek tersebut yaitu dari tahun 2010 sampai dengan 2012.

Lokasi Umum DNSA, Departemen Desalinasi Manuleu, Metinaro Dili

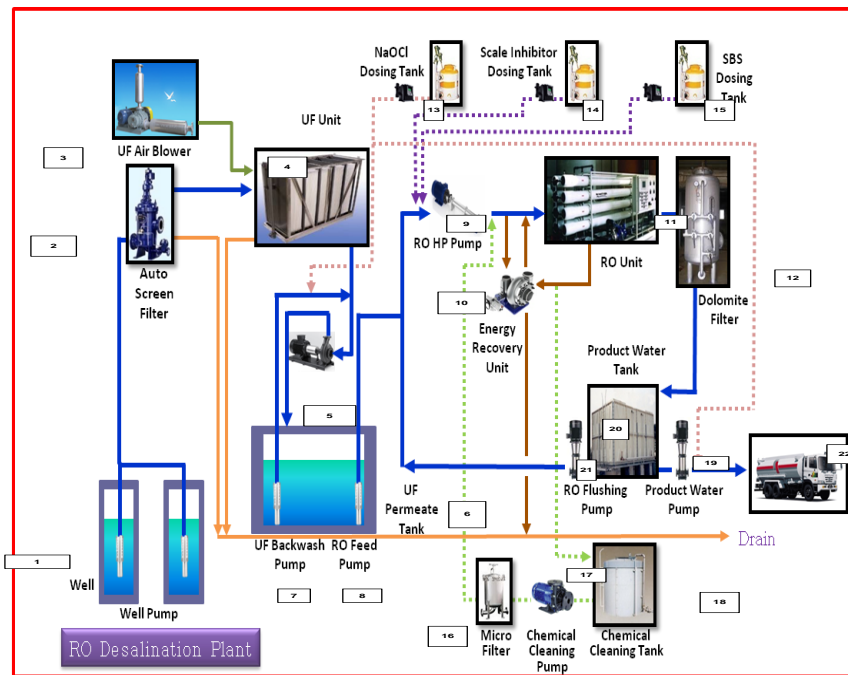
Lokasi penelitian ini di DNSA, Departemen Desalinasi yang bertempat di Manuleu Metinaro-Dili tepatnya di Suku Duyung, Sub-Distrik Metinaro, Distrik Dili. Desalinasi Manuleu Metinaro Timor-Leste merupakan salah satu industri yang baru diimplementasikan di Timor-Leste yaitu pemurnian air laut menjadi air minum. Letaknya sangat strategis dan mudah dijangkau kendaraan sehingga dapat memperlancarkan kegiatan distribusi air ke penduduk di Manuleu, Metinaro Dili: Dekat dengan Centro Taman Makam Pahlawan di Metinaro dan mudah mendapatkan prasarana pendukung dalam proses produksi (Gambar 1).

Desalinasi yang pertama kali didirikan di Timor Leste di Metinaro Dili, lokasi yang dipilih untuk didirikan desalinasi yaitu tepatnya di Manuleu suku Duyung dengan tujuan menyediakan atau memberikan air bersih kepada masyarakat Metinaro dan Hera yang kekurangan air bersih. Denah skema proses pemurnian air laut menjadi air minum dapat dilihat pada Gambar 2.



Sumber: DNSA Manleu Metinaro Dili , 2023

Gambar 1. Peta Lokasi Penelitian di Desalinasi Manuleu-Metinaro Dili

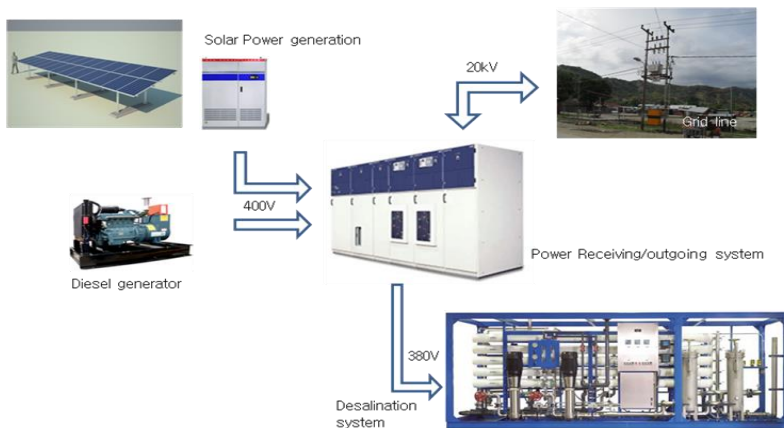


Gambar 2. Proses Pemurnian Air Laut Menjadi Air Minum

Keterangan:

- | | |
|---|--|
| 1. Well (Well Pump) | 12. Dolomite Filter |
| 2. Auto Screen Filter | 13. NaOCL Dosing Pump |
| 3. UF (Ultra Filter) Air Blower | 14. Scale Inhibitor Dosing Pump |
| 4. UF (Ultra Filter) Unit | 15. Sodium Bi-Sulfate (SBS) Dosing Pump (15) |
| 5. Seawater Transfer Pump (Pompa Transfer Air Laut) | 16. Micro Filter |
| 6. Seawater Tank | 17. Chemical Cleaning Pump |
| 7. UF Backwashing Pump | 18. Chemical Cleaning Tank |
| 8. RO (Reverse Osmosis) Feed Pump | 19. Product Water Pump |
| 9. RO High Pressure (HP) Pump | 20. Product Water Tank/Portable Tank (Tank Air Bersih) |
| 10. Energy Recovery Turbin (ERT) | 21. RO Flushing Pump |
| 11. RO Unit (RO Membrane) | 22. Tank Lorry |

Skema energi yang digunakan untuk memurnikan air laut menjadi air minum disajikan pada Gambar 3.



Gambar 3. Proses Pemurnian Air Laut Menjadi Air Minum

Keterangan:

1. Solar Panel Generation
2. Multi Junction Box (MJB)
3. Powering Receiving/Outgoing Sistem/ Inverter
4. Diesel Generator
5. Energi yang diperoleh dari EDTL
6. Desalinasi System Plant

Data jam kerja, *downtime*, jumlah produksi desalinasi yang didapatkan selama 8 bulan (Januari -Agustus 2023) disajikan pada Tabel 1.

Tabel 1. Data Jam Kerja, *Downtime*, Jumlah Produksi Desalinasi Periode Januari-Agustus 2023

Month	Loading Time/Day Time	Down Time (Day)	Planned Down Time /Maintenance (Hour)	Process Amount (liter)	Defect Amount	Shift
Januari 2023	8	6	8	864000	-	1
Februari 2023	8	15	8	432000	-	1
Maret 2023	8	6	8	864000	-	1
April 2023	8	9	8	720000	-	1
Mei 2023	8	15	8	54000	-	1
Juli 2023	8	10	8	684000	-	1
Agustus 2023	8	12	8	648000	-	1

Sumber: Desalinasi Manuleu Metinaro Dili (Januari-Agustus 2023)

Perhitungan nilai *availability* ditampilkan pada Tabel 2.

Tabel 2. Perhitungan Nilai *Availability*

Variabel	Perhitungan	Perhitungan Data	Hasil (Menit)
<i>Available Time</i>	8 jam kerja x 1 shift x 158 hari	480 menit x 1 x 158 hari	75.840
<i>Planned Downtime</i>	8 jam x 1 shift x 8 hari	480 menit x 1 shift x 8 hari	3.840
<i>Loading Time</i>	<i>Available Time - Planned Downtime</i>	75.840 menit-3.840 menit	72.000
<i>Downtime (Losses Availability)</i>	Lama Trouble Mesin + Setup Mesin (menit)	40.800 + 0 menit	40.800
<i>Operating Time</i>	<i>Loading Time - Downtime (Losses Availability)</i>	72.000 menit-40.800 menit	31.200

Sumber: Hasil Perhitungan *Availability* Mesin (Januari-Agustus 2023)

Keterangan:

Terdapat 1 *shift* kerja dalam 1 hari kerja dengan lama waktu kerja 8 jam, maka *available time* = (8 x 60) x 1 *shift* x 158 hari kerja = 75.840 menit

Dikurangi jam istirahat waktu yang telah ditetapkan 8 jam, maka *planned downtime* = (8 x 60) x 1 *shift* x 8 hari = 3.840 menit.

Loading Time = *Loading Time-Downtime (Losses Availability)* = 75.840 menit – 3.840 menit = 72.000 menit

Downtime (Losses Availability) yang terjadi dari Januari-Agustus 2023 sebesar 40.800 menit

Operating Time yang diperoleh sebesar 72.000 menit – 40.800 menit = 31.200 menit

Perhitungan *availability* mesin sebagai berikut (Nakajima, 1988):

$$\begin{aligned} \text{Availability} &= \frac{\text{Loading Time} - \text{Downtime}}{\text{Loading Time}} \times 100\% \\ &= \frac{72.000 - 40.800}{72.000} \times 100\% = \frac{31.200}{72.000} \times 100\% = 0,433 \times 100\% \end{aligned} \quad (2)$$

Nilai *performance efficiency* dihitung dan disajikan pada Tabel 3.

Tabel 3. Perhitungan Nilai *Performance Efficiency*

Variabel	Perhitungan	Perhitungan Data	Hasil
Available Time dari Availability	Loading Time - Downtime (Losses Availability)	72.000 menit – 40.800 menit	31.200 menit
Downtime (Performance Losses)	Lama Quality Check+Waiting+Cleaning	40.800 menit+0+0	40.800 menit
Operating Time	Available Time dari Availability - Downtime (Losses Availability)	31.200 menit – 40.800 menit	-9.600 menit
Process Amount	Banyak produk yang dihasilkan	5.400.000 liter	5.400.000 liter
Ideal Cycle Time	Waktu siklus ideal	4.500 liter/jam	0,00022 menit

Sumber: Hasil Perhitungan *Performance Efficiency* Mesin (Januari-Agustus 2023)

Keterangan:

Operating Time dari Availability = Loading Time - Downtime (Losses Availability) = 72.000 menit – 40.800 menit = 31.200 menit.

Downtime (Performance Losses) yang terjadi dari Januari-Agustus 2023 sebesar 40.800 menit.

Operating Time = Available Time dari Availability - Downtime (Losses Availability) = 31.200 menit – 40.800 menit = -9.600 menit.

Banyak Produk yang dihasilkan dari Januari-Agustus 2023 sebesar 5.400.000 liter

Ideal Cycle Time 4.500 liter/jam yaitu 0,00022 menit/liter

Perhitungan *Performance Efficiency* Januari-Agustus 2023 adalah sebagai berikut:

$$\begin{aligned} \text{Performance Efficiency} &= \frac{\text{P. Amount} \times \text{T. Cycle Time}}{\text{Operating Time}} \times 100\% \\ &= \frac{5.400.000 \times 0,00022}{-9.600} \times 100\% \\ &= \frac{1,188}{-9,600} \times 100\% \\ &= -12,37\% \end{aligned} \quad (3)$$

3.2 Perhitungan *Quality Rate*

$$\begin{aligned} \text{Quality Rate} &= \frac{\text{Processed Amount} - \text{Defect Amount}}{\text{Processed Amount}} \times 100\% \\ &= \frac{4.500.000 - 0}{4.500.000} \times 100\% \\ &= 100\% \end{aligned} \quad (4)$$

Jadi, nilai *quality rate* pada Januari-Agustus 2023 adalah 100%, sehingga air tersebut sudah mempunyai kualitas yang baik dan siap dikonsumsi karena telah memenuhi kriteria *quality rate* yaitu >99%.

3.3 Perhitungan *Overall Equipment Effectiveness* (OEE)

Perhitungan OEE pada mesin pemurnian air laut menjadi air minum menggunakan Persamaan 5 yaitu:

$$\begin{aligned} \text{OEE} &= (\text{Availability} \times \text{Performance Efficiency} \times \text{Quality Rate}) \times 100\% & (5) \\ &= (43,33, \times -12,37\% \times 100) \times 100\% = -43,59\% \end{aligned}$$

Dapat dilihat bahwa efisiensi peralatan produksi yang dipakai berkisar antara -12,37 % hingga 100% dengan hasil rata-rata *availability* dan *performance efficiency* memperoleh nilai yang sangat rendah, hal ini membuktikan bahwa dalam periode Januari-Agustus 2023 mesin terlalu banyak mengalami *downtime* yaitu sebanyak 85 hari + *planned downtime* (8 hari) sehingga total = 93 hari. Mesin hanya beroperasi sebanyak 150 hari dalam 8 bulan yang seharusnya dapat dicapai pada operasional mesin secara maksimal (secara teoritis nilai *availability*>90%, nilai *performance efficiency*>95%, dan *quality rate* yaitu>99%. Berdasarkan tingkat *availability* dan *performance efficiency* mesin dapat disimpulkan bahwa mesin belum efisien dalam operasionalnya. Ini menunjukkan bahwa hal tersebut merupakan salah satu poin yang harus diantisipasi karena akan meningkatkan biaya operasional dan *downtime* mesin. Pada proses pemurnian air laut menjadi air minum tingkat mutu telah mencapai target yang ditetapkan yaitu 100%.

Jadi perusahaan harus memperhatikan pada bagian *availability* dan *performance efficiency* yaitu mesin terlalu banyak mengalami waktu *idle* dan *downtime*. Oleh karena itu harus ditetapkan *planned maintenance* yang baik untuk menghindari *downtime* dengan cara melakukan pemasangan awal terhadap *sparepart* mesin, maksimal 1 bulan dua hari (16 jam) sehingga dapat meminimasi *downtime* guna memperlancar proses produksi.

4. Kesimpulan

Berdasarkan pada pembahasan dan analisis data yang dilakukan oleh peneliti, maka dapat dibuat kesimpulan dan saran yang kiranya dapat menjadi bahan masukan dalam pelaksanaan sistem pemeliharaan terhadap mesin pemurnian air laut menjadi air minum sebagai berikut:

1. OEE untuk mengetahui faktor yang mempengaruhi mesin sehingga mengalami *downtime* dan produktivitas kerja mesin menurun, faktor tersebut adalah sistem pemeliharaan yang kurang cukup baik.
2. Berdasarkan hasil penelitian yang dilakukan terdapat adanya hambatan-hambatan yang dihadapi pada desalinasi menggunakan OEE yaitu sering terjadinya *downtime* pada mesin pemurnian air laut menjadi air minum dengan hasil *availability* sebesar 43,33%, *performance efficiency* sebesar -12,37%, dan *quality rate* sebesar 100%.

3. Nilai *availability* dan *performance efficiency* sangat mempengaruhi desalinasi, nilai *availability* hanya 43,33% dan *performance efficiency* -12,37%, sedangkan (secara teoritis nilai *availability* harus >90%, *performance efficiency*>95%). *Quality rate* telah mencapai standarnya yaitu 100% (teoritis *quality rate*>99%) dan nilai OEE sebesar -43,59%.

Penelitian yang dilakukan di DNSA Departemen Desalinasi Manuleu Metinaro dengan mengantisipasi secara langsung masalah yang sering dihadapi yaitu *downtime* mesin sehingga tidak melakukan operasi proses produksi di Desalinasi Manuleu Metinaro. Oleh karena itu disarankan pada desalinasi untuk dilakukan sebagai berikut:

1. Harus banyak dilakukan *maintenance* secara maksimal pada mesin pemurnian air laut menjadi air minum secara periodik yaitu 1 bulan 2 hari sekali dan melakukan pemesanan *sparepart* lebih awal agar bisa melakukan penggantian secepatnya jika ada mesin atau komponen mesin yang rusak sehingga dapat meminimasi *downtime*.
2. Pihak Perusahaan harus lebih memperhatikan kondisi mesin dan seluruh komponen mesin sebelum melakukan proses produksi, sehingga mesin tersebut dapat beroperasi dengan lancar, tidak mudah rusak, dan dapat dipakai dalam jangka waktu yang panjang
3. Bagi peneliti selanjutnya, hasil penelitian ini dapat dijadikan sebagai acuan dan digunakan untuk mengukur kinerja mesin, faktor-faktor yang mempengaruhi *downtime* mesin, dan kualitas air bersih.

DAFTAR PUSTAKA

- Coetzee, Jasper L. 1999. A Holistic Approach to the Maintenance "Problem". *Journal of Quality in Maintenance Engineering*, Vol. 5 No. 3.
- Eti, M.C., Ogaji, S.O.T. & Probert, S.D. 2006. Reducing the Cost of Preventive Maintenance (PM) through Adopting a Proactive Reliability-focused Culture. *Applied Energy*, 83, 1235-1248.
- Gupta, A.K. dan Garg, R.K. 2012. OEE Improvement by TPM implementation: A Case Study, *Internasional Journal of IT, Engineering and Applied Sciences Research (IJIEASR)*. Vol. 1 No. 1.
- Kutucuoglu, K.Y., Hamali, J., Irani, Z. & Sharp, J.M. 2001. A Framework for Managing Maintenance using Performance Measurement Systems. *International Journal of Operations & Production Management*, 21(1/2), 173-194.
- Leachman, C., Pegels, C.C. & Shin, S.K. 2005. Manufacturing Performance: Evaluation and Determinants. *International Journal of Operations & Production Management*, 25(9), 851-874.
- Ma'arif, M. Syamsul dan Tanjung, Hendri. 2006. *Manajemen Operasi*. Jakarta: Grasindo.
- Nakajima, S. 1988. *Introduction to TPM: Total Productive Maintenance*. Massachusetts: Productivity Press.
- Pranowo, Ignatius Deradjad. 2019. *Manajemen Pemeliharaan (Maintenance: System and Management)*. Yogyakarta: Deepublisher.
- Schenk, Michael, Wirth, Siegfried, and Muller, Egon, 2010. *Factory Planning Manual: Situation-Driven Production Facility Planning*. London New York: Springer Heidelberg Dordrecht.
- www.maxmanroe.com, diakses pada 27 Desember 2023.

