

IMPLEMENTASI *TOTAL PRODUCTIVE MAINTENANCE* DENGAN METODE *OVERALL EQUIPMENT EFFECTIVENESS* DAN *SIX BIG LOSSES* PADA MESIN *HIGH PRESSURE AMMONIA PUMP B* DI PT PUPUK KALIMANTAN TIMUR

Almero Daffa Danendra¹, Novie Susanto^{*2}

Departemen Teknik Industri, Fakultas Teknik, Universitas Diponegoro,
Jl. Prof. Soedarto, SH, Kampus Undip Tembalang, Semarang, Indonesia 50275

Abstrak

Penelitian ini bertujuan untuk mengevaluasi efektivitas operasional mesin High Pressure Ammonia Pump B di pabrik Kaltim 1A PT Pupuk Kalimantan Timur melalui penerapan metode Total Productive Maintenance (TPM) dengan pendekatan Overall Equipment Effectiveness (OEE) dan analisis Six Big Losses. Mesin tersebut dikategorikan sebagai critical item sekaligus chronic item karena tingkat kerusakan yang tinggi, tercermin dari total downtime selama tiga tahun terakhir yang mencapai 892,95 jam. Penelitian dilakukan dengan mengumpulkan data primer dan sekunder berupa jam kerja mesin, downtime, serta data produksi periode 2022–2024. Hasil perhitungan menunjukkan bahwa nilai OEE rata-rata mesin berada pada angka 71,746%, dengan fluktuasi dari 66,299% hingga 75,995%, masih di bawah standar world class sebesar 85% menurut Japan Institute of Plant Maintenance (JIPM). Melalui analisis Six Big Losses, diketahui bahwa faktor kerugian terbesar berasal dari Idling and Minor Stoppages sebesar 36%. Analisis akar penyebab menggunakan Fishbone Diagram mengidentifikasi empat faktor utama penyebab kerugian: manusia, mesin, metode, dan material. Rekomendasi perbaikan difokuskan pada peningkatan kompetensi operator, optimalisasi jadwal preventive maintenance, pemilihan material komponen yang lebih tahan lama, serta penguatan prosedur pelaporan dan perawatan. Penelitian ini diharapkan dapat menjadi dasar pengambilan keputusan dalam perbaikan strategi pemeliharaan untuk meningkatkan produktivitas dan keandalan mesin secara berkelanjutan..

Kata kunci: Total Productive Maintenance, Overall Equipment Effectiveness, Six Big Losses, Downtime, High Pressure Ammonia Pump.

Abstract

This study aims to evaluate the operational effectiveness of the High Pressure Ammonia Pump B at the Kaltim 1A plant of PT Pupuk Kalimantan Timur through the implementation of Total Productive Maintenance (TPM) using the Overall Equipment Effectiveness (OEE) method and Six Big Losses analysis. The machine is categorized as both a critical item and chronic item due to its high downtime, which reached a total of 892.95 hours over the last three years. The research involved collecting primary and secondary data, including machine operating hours, downtime records, and production output from 2022 to 2024. The results showed that the average OEE value was 71.746%, fluctuating between 66.299% and 75.995%, which is below the world-class standard of 85% set by the Japan Institute of Plant Maintenance (JIPM). The Six Big Losses analysis identified Idling and Minor Stoppages as the most significant contributor to downtime, accounting for 36% of total losses. Root cause analysis using a Fishbone Diagram revealed four main contributing factors: manpower, machine, method, and material. Recommended improvements include enhancing operator competencies, optimizing preventive maintenance schedules, selecting more durable component materials, and strengthening reporting and maintenance procedures. This study is expected to support decision-making in improving maintenance strategies to enhance machine reliability and production performance sustainably..

Keywords: Total Productive Maintenance, Overall Equipment Effectiveness, Six Big Losses, Downtime, High Pressure Ammonia Pump.

1. Pendahuluan

Dalam lingkungan industri yang semakin kompetitif, efisiensi operasional dan keandalan peralatan menjadi faktor kunci dalam menjaga kinerja produksi dan

kualitas produk. Perusahaan manufaktur dituntut untuk terus meningkatkan proses produksinya melalui penerapan strategi pemeliharaan yang efektif dan berkelanjutan guna memenuhi tuntutan pasar yang

semakin tinggi. Salah satu pendekatan yang terbukti efektif dalam meningkatkan efisiensi peralatan adalah *Total Productive Maintenance* (TPM), yaitu strategi pemeliharaan yang melibatkan seluruh elemen perusahaan untuk menghilangkan berbagai jenis kerugian produksi dan mengoptimalkan kinerja mesin.

PT Pupuk Kalimantan Timur (PKT), sebagai salah satu produsen pupuk terbesar di Indonesia, memiliki sistem produksi yang kompleks dan sangat bergantung pada keandalan peralatan dalam mencapai target produksi. Salah satu mesin penting yang berada di pabrik Kaltim 1A adalah *High Pressure Ammonia Pump B*, yang dikategorikan sebagai critical item dan *chronical item* karena sering mengalami kerusakan dan memiliki tingkat downtime yang tinggi. Selama periode 2022 hingga 2024, mesin ini mengalami total downtime sebesar 892,95 jam, menunjukkan indikasi rendahnya tingkat efektivitas operasional.

Untuk mengatasi permasalahan tersebut, penerapan metode Overall Equipment Effectiveness (OEE) digunakan sebagai alat ukur dalam menilai keberhasilan implementasi TPM. OEE terdiri dari tiga komponen utama, yaitu availability, performance, dan quality. Selain itu, untuk mengidentifikasi penyebab utama dari kerugian yang terjadi pada mesin, dilakukan analisis Six Big Losses, yang kemudian diperkuat dengan analisis akar penyebab menggunakan Fishbone Diagram. Hasil dari penelitian ini diharapkan dapat memberikan rekomendasi perbaikan yang relevan bagi perusahaan dalam meningkatkan keandalan mesin dan efisiensi produksi secara menyeluruh dan berkelanjutan.

2. Tinjauan Pustaka

2.1 Maintenance

Maintenance atau pemeliharaan merupakan suatu kegiatan yang diarahkan pada tujuan untuk menjamin kelangsungan fungsional suatu sistem produksi sehingga dari sistem itu dapat diharapkan menghasilkan *output* sesuai dengan yang dikehendaki. Pemeliharaan adalah segala kegiatan yang dilakukan untuk menjaga sistem peralatan agar pekerjaan dapat sesuai dengan pesanan. Perawatan juga didefinisikan sebagai suatu aktivitas untuk memelihara atau menjaga fasilitas atau peralatan pabrik dan mengadakan perbaikan atau penyesuaian dan penggantian yang diperlukan agar terdapat suatu keadaan operasi produksi yang memuaskan sesuai dengan apa yang direncanakan. Dapat disimpulkan bahwa kegiatan perawatan dilakukan untuk merawat ataupun memperbaiki peralatan agar dapat melaksanakan kegiatan produksi dengan efektif dan efisien dengan hasil produk yang berkualitas. Sistem perawatan dapat dipandang sebagai bayangan dari sistem produksi, dimana apabila sistem produksi beroperasi dengan kapasitas yang sangat tinggi maka perawatan akan lebih intensif (Ahmadi & Hidayah, 2017). Perawatan adalah sebuah operasi atau aktivitas yang harus dilakukan secara berkala dengan tujuan untuk melakukan pengantian

kerusakan peralatan dengan *resources* yang ada. Perawatan juga ditujukan untuk mengembalikan suatu sistem pada kondisinya agar dapat berfungsi sebagaimana mestinya, memperpanjang usia kegunaan mesin, dan menekan *failure* sekecil mungkin. Manajemen perawatan dapat digunakan untuk membuat sebuah kebijakan mengenai aktivitas perawatan, dengan melibatkan aspek teknis dan pengendalian manajemen ke dalam sebuah program perawatan (Kusnadi & Taryana, 2016).

2.2 Total Productive Maintenance

Total Productive Maintenance (TPM) adalah manajemen perusahaan atau “*way of working*” yang dikembangkan sejak tahun 1970 oleh JIPM (Japan Institute of Plant Maintenance). Penerapan TPM dimulai di Jepang dan telah menyebar di banyak negara, antara lain Amerika Serikat, Eropa, India, China, dan Australia (Miko, 2009). *Total Productive Maintenance* (TPM) adalah strategi pemeliharaan yang dikembangkan untuk meningkatkan efektivitas sistem produksi dengan cara mengoptimalkan kinerja mesin, peralatan, dan tenaga kerja (Venkatesh, 2007). Berdasarkan kedua pengertian tersebut, dapat disimpulkan bahwa TPM merupakan metode pemeliharaan yang melibatkan seluruh personel perusahaan untuk merawat mesin sehingga dapat berfungsi dengan efektif dan optimal,

2.3 Tujuan TPM

Berikut merupakan tujuan dari penerapan *Total Productive Maintenance* (TPM) pada sebuah perusahaan: (Kurniawan, 2013)

1. Meningkatkan kualitas produksi perusahaan, penerapan TPM bertujuan untuk memastikan bahwa semua mesin dan peralatan produksi dapat berjalan dalam kondisi optimal. Dengan demikian, risiko terjadinya kesalahan dalam proses produksi dapat diminimalkan, sehingga kualitas produk yang dihasilkan menjadi lebih baik.
2. Mengurangi biaya produksi, TPM memungkinkan perusahaan untuk mengurangi biaya produksi dengan cara meminimalkan kemungkinan terjadinya kerusakan mesin. Dalam pelaksanaannya, TPM melibatkan seluruh manajemen dan organisasi secara menyeluruh dalam proses perawatan peralatan. Dengan adanya perawatan yang terencana dan sistematis, perusahaan dapat menghindari downtime produksi akibat mesin yang rusak. Dengan demikian, efisiensi produksi meningkat dan keuntungan perusahaan pun lebih maksimal.
3. Meningkatkan kemampuan peralatan dan pengembangan sistem perawatan perusahaan manufaktur. Dengan melakukan perawatan berkala, perusahaan dapat memastikan bahwa mesin-mesin tetap berada dalam kondisi terbaiknya. Selain itu, penerapan program *Autonomous Maintenance* memungkinkan operator untuk lebih memahami kondisi mesin

yang mereka operasikan. Hal ini tidak hanya meningkatkan umur pakai peralatan, tetapi juga membantu dalam pengembangan sistem perawatan yang lebih modern dan efisien di perusahaan manufaktur.

4. Memperkuat sistem pemeliharaan preventif untuk semua peralatan dan memaksimalkan efisiensi penggunaan peralatan TPM menekankan pentingnya pemeliharaan preventif sebagai strategi utama dalam menjaga keandalan mesin. Sistem pemeliharaan preventif memungkinkan perusahaan untuk mengidentifikasi potensi masalah sebelum terjadi kerusakan besar, sehingga mengurangi risiko gangguan dalam proses produksi. Dengan strategi ini, efisiensi penggunaan peralatan dapat dimaksimalkan, karena mesin dapat beroperasi dengan optimal untuk waktu yang lebih lama tanpa mengalami penurunan performa yang signifikan.
5. Mencapai *zero breakdown, zero defect, dan zero accident*. Salah satu tujuan utama dari TPM adalah mencapai kondisi ideal dalam operasional perusahaan, yaitu *zero breakdown* (tidak ada kerusakan mesin yang menyebabkan berhentinya produksi), *zero defect* (tidak ada cacat produk), dan *zero accident* (tidak ada kecelakaan kerja). Hal ini dapat dicapai melalui penerapan sistem perawatan yang menyeluruh, melibatkan semua elemen dalam perusahaan, mulai dari operator hingga manajemen tertinggi

2.4 Overall Equipment Effectiveness (OEE)

Overall Equipment Effectiveness atau OEE merupakan hierarki metrik yang fokus pada seberapa efektif operasi manufaktur digunakan. Hasilnya dinyatakan dalam bentuk generik yang memungkinkan perbandingan antar unit manufaktur di berbagai departemen, organisasi, mesin, dan industri. OEE berfungsi untuk mengidentifikasi dan melacak kerugian. OEE mengukur seberapa efektif peralatan yang digunakan dengan mengidentifikasi kendala, dan bagaimana kendala tersebut berdampak pada OEE. OEE dihitung sebagai produk dari tiga faktor yang berkontribusi yaitu $OEE = Availability \times Performance \times Quality$. Efektivitas diukur dengan mengalikan ketersediaan dan efisiensi kinerja dengan tingkat kualitas produk yang dihasilkan (Stamatis, 2017). *Overall Equipment Effectiveness* (OEE) merupakan salah satu teknik dalam *Total Productive Maintenance* (TPM) untuk mengukur tingkat efisiensi mesin atau peralatan dalam suatu sistem. OEE berperan sebagai indikator kinerja mesin atau sistem produksi. Dalam penerapannya, OEE digunakan sebagai formula yang berfungsi untuk menganalisis efisiensi serta produktivitas mesin secara menyeluruh (Zakaria, 2023). Rumus OEE memberikan gambaran kuantitatif mengenai performa peralatan

berdasarkan berbagai faktor utama yang mempengaruhi kinerja operasionalnya. Berikut ini adalah rumus OEE (Purnomo, Novijanto, & Maeline, 2023).

a. Availability rate

Operation time adalah pengurangan *loading time* dengan waktu *downtime* mesin). *Loading time* merupakan waktu yang ada (*availability time*) setiap hari atau setiap bulan dikurangi menggunakan waktu *downtime* mesin yang ditetapkan (*planned downtime*). Sementara itu, *downtime* mesin merupakan waktu proses yang seharusnya dipakai oleh mesin untuk melakukan proses produksi akan tetapi disebabkan adanya gangguan pada mesin/peralatan (*equipment failures*) mengakibatkan tidak ada *output* yang dihasilkan

$$Availability\ Rate = \frac{Operation\ time}{Loading\ time} \times 100\%$$

b. Performance rate

Performance rate mempertimbangkan elemen-elemen yang menahan proses produksi beroperasi pada kecepatan maksimum yang diperlukan. Salah satu ilustrasinya adalah inefisiensi operator

$$Performance\ rate = \frac{Actual\ Production\ Rate(m^3/h)}{Operation\ Time(m^3/h)} \times 100\%$$

c. Quality rate

Merupakan perbandingan produk yang *finish good* dibagi dengan total produksi. Jumlah produk *finish good* adalah jumlah produksi dikurangi produk cacat. Kemudian diubah menjadi persentase

$$Quality\ Rate = \frac{Jumlah\ Produksi - Produk\ Cacat}{Jumlah\ Produksi} \times 100\%$$

Berikut ini adalah kondisi optimal untuk OEE, menurut perusahaan Japan Institute of *Plant Maintenance* yaitu *Availability Rate* > 90 %; *Performance Rate* > 95 %; *Quality Rate* > 99 %; dan idealnya, nilai OEE adalah $0,90 \times 0,95 \times 0,99 = 85\%$.

Tabel 2. 1 Kondisi Optimal Faktor OEE

<u>OEE Factor</u>	<u>World Class (JIPM)</u>
Availability	90%
Performance	95%
Quality	99%
OEE	85%

2.5 Fishbone Diagram

Fishbone Diagram atau *Cause and Effect Diagram* merupakan salah satu alat (*tools*) yang dipergunakan untuk mengidentifikasi dan menunjukkan hubungan antara sebab dan akibat agar dapat menemukan akar penyebab dari suatu permasalahan. *Fishbone Diagram* dipergunakan untuk menunjukkan faktor-faktor penyebab dan akibat kualitas yang disebabkan oleh Faktor-faktor penyebab tersebut. *Fishbone Diagram*

(diagram tulang ikan) ini juga dikenal sebagai *Cause and Effect Diagram* (diagram sebab akibat), dikatakan *fishbone diagram* karena bentuknya menyerupai kerangka tulang ikan. Ada juga yang menyebutkan *Cause and Effect Diagram* ini sebagai Ishikawa diagram karena yang pertama memperkenalkan *Cause and Effect Chart* ini adalah Prof. Kaoru Ishikawa dari Universitas Tokyo di tahun 1953 (Sinurat, Marno, & Santosa, 2022). *Fishbone Diagram* secara umum adalah sebuah gambaran grafis yang menampilkan data mengenai faktor penyebab dari kegagalan atau ketidak sesuaian hingga menganalisa ke sub paling dalam dari faktor penyebab timbulnya masalah. Bentuk analisa *Fishbone Diagram* yaitu berupa data yang secara dominan dikumpulkan dengan cara subyektif atas pengamatan dan analisa yang bisa jadi berasal dari hal-hal obyektif atau subyektif dengan menggunakan data kuantitatif atau kualitatif

3. Metodologi Penelitian

Laporan Kerja Praktek ini dimulai dengan melakukan studi pendahuluan, yang bertujuan untuk memahami sistem produksi, kondisi mesin, serta faktor-faktor yang dapat memengaruhi efektivitas operasional. Pada tahap ini, dilakukan pengamatan terhadap jalannya proses produksi, wawancara dengan teknisi atau operator mesin, serta pengumpulan informasi awal terkait performa mesin yang akan diteliti. Setelah memahami kondisi di lapangan, langkah berikutnya adalah mengidentifikasi masalah yang terjadi. Identifikasi ini dilakukan dengan menganalisis kendala yang muncul, seperti *downtime* yang sering terjadi, rendahnya *output* produksi, atau inefisiensi dalam penggunaan mesin. Dari hasil identifikasi ini, masalah utama yang memengaruhi efektivitas produksi mulai terlihat.

Setelah masalah teridentifikasi, tahap selanjutnya adalah perumusan masalah. Pada tahap ini, permasalahan yang ditemukan dirangkum dengan jelas dan spesifik agar dapat difokuskan dalam penelitian. Misalnya, jika ditemukan bahwa mesin sering mengalami *downtime* tidak terjadwal, maka perumusan masalah dapat difokuskan pada bagaimana mengurangi downtime tersebut untuk meningkatkan efektivitas mesin. Setelah perumusan masalah selesai, dilakukan studi literatur untuk mencari referensi teori yang relevan dengan perhitungan efektivitas mesin menggunakan metode *Overall Equipment Effectiveness* (OEE), *Six Big Losses* dan pendekatan penyelesaian menggunakan Diagram *Fishbone*. Studi literatur ini bertujuan untuk memperoleh landasan teori yang kuat sehingga solusi yang dikembangkan lebih akurat dan terarah.

Tahapan berikutnya adalah pengumpulan data, yang menjadi dasar dalam perhitungan efektivitas mesin. Data yang dikumpulkan mencakup *available time*, *downtime*, data produksi, *schedule downtime*, dan *ideal cycle time*. Data ini diperoleh melalui penarikan data melalui *System Applications and Products in Data Processing* (SAP) untuk mengetahui waktu *planned*

downtime dan *unplanned downtime*. Selain itu, pengumpulan data juga dilakukan melalui *data sheet* untuk memperoleh nilai *ideal cycle time* dan data produksi pada mesin. Setelah data terkumpul, dilakukan perhitungan OEE untuk mengukur efektivitas mesin berdasarkan tiga indikator utama, yaitu *availability*, *performance*, dan *quality*. Dari hasil perhitungan OEE, dapat diketahui tingkat efektivitas mesin dan sejauh mana mesin beroperasi sesuai dengan standar yang diharapkan.

Setelah mendapatkan nilai OEE, dilakukan analisis *Six Big Losses* untuk kemudian dicari penyebab atau faktor terbesar dari *downtime* yang terjadi.

Selanjutnya, akan dibuat Diagram *Fishbone* atau Ishikawa untuk mengelompokkan faktor-faktor penyebab permasalahan berdasarkan kategori yang lebih spesifik, seperti manusia, mesin, metode, dan material. Diagram ini membantu dalam memahami akar masalah dan mencari solusi yang tepat. Langkah terakhir dalam penelitian ini adalah melakukan analisis hasil yang diperoleh serta memberikan rekomendasi perbaikan untuk meningkatkan efektivitas mesin. Rekomendasi ini dapat berupa tindakan preventif, perbaikan prosedur operasional, peningkatan pemeliharaan mesin, atau pelatihan operator agar dapat mengoptimalkan kinerja mesin. Setelah rekomendasi diberikan, penelitian diakhiri dengan evaluasi hasil implementasi solusi yang telah diterapkan.

4. Hasil dan Pembahasan

4.1 Availability rate

Berikut merupakan perhitungan yang dilakukan untuk mengetahui *availability rate* pada mesin HP NH3 Pump B pada pabrik kaltim 1A.

1. Loading Time

Loading Time merupakan waktu yang tersedia (*availability time*) setiap hari atau setiap bulan dikurangi menggunakan waktu *downtime* mesin yang sudah direncanakan (*planned downtime*). Berikut merupakan *loading time* dari mesin HP NH3 Pump B pada pabrik Kaltim 1A pada tahun 2023

$$\begin{aligned}\text{Loading time} &= \text{Jam Kerja Mesin} - \text{downtime} \\ \text{Loading time} &= (24 \times 365 \text{ hari}) - 797,760 \text{ jam} \\ &= 7962,240 \text{ jam}\end{aligned}$$

2. Operation Time

Operation time didapatkan dari hasil pengurangan *loading time* dengan *downtime* mesin. Berikut adalah perhitungan *operation time* pada mesin HP NH3 Pump pada pabrik Kaltim 1A:

$$\begin{aligned}\text{Operation time} &= \\ \text{Loading time} - \text{Unplanned downtime} \\ \text{Operation time} &= \\ 7962,240 \text{ jam} - 1162,030 \text{ jam} &= 6800,210 \text{ jam}\end{aligned}$$

Setelah melakukan perhitungan *loading time* dan *operation time* maka *availability* dapat diperhitungkan.

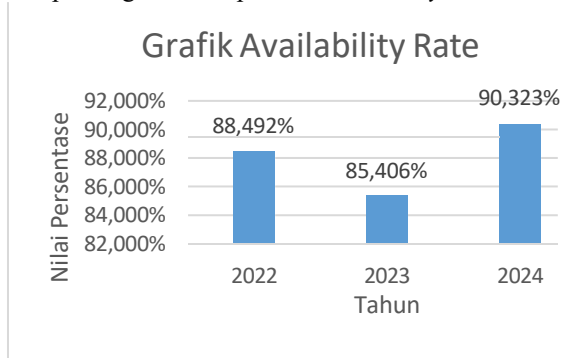
Berikut merupakan perhitungan untuk mendapatkan nilai *availability rate*

$$Availability = \frac{Operation\ time}{Loading\ time} \times 100\%$$

Berikut merupakan salah satu contoh perhitungan untuk mencari nilai *availability rate* pada mesin HP NH3 Pump di pabrik Kaltim 1A pada tahun 2023.

$$Availability = \frac{6800,210jam}{7962,240jam} \times 100\% = 85,406\%$$

Berikut merupakan grafik rekapitulasi *availability rate*



4.2 Performaance rate

Perhitungan *performance rate* pada mesin *High Pressure Ammonia Pump B* di pabrik kaltim 1A menggunakan bantuan *data sheet* untuk mengetahui nilai *ideal cycle time* dengan cara membagi antara 1 jam dengan jumlah *flow normal*, yaitu $67m^3$ ammonia.

$$Ideal\ Cycle\ Time = \frac{1\ jam}{67m^3} = 0,0149\ m^3/jam$$

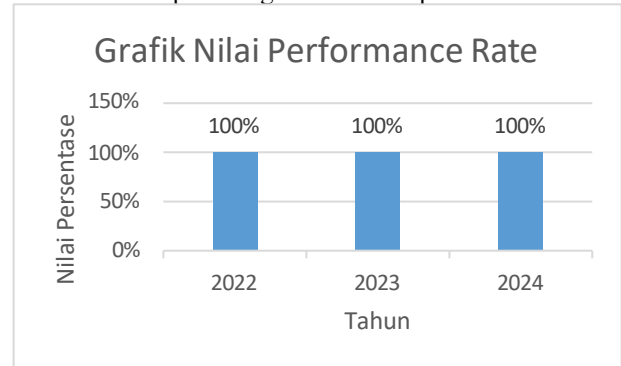
Berdasarkan perhitungan tersebut, didapatkan nilai ideal outputnya adalah $67m^3/jam$. Langkah selanjutnya setelah mendapatkan nilai *ideal outputnya* adalah mencari nilai *Actual Production Rate* (m^3/h). Berikut merupakan perhitungan dari nilai *Actual Production Rate* pada mesin *High Pressure Ammonia Pump B* di pabrik kaltim 1A pada tahun 2023.

$$\begin{aligned} Actual\ Production\ Rate &= operation\ time \times ideal\ cycle\ time \\ Actual\ Production\ Rate &= 6800,210\ jam \times 67m^3 \\ &= 455614,07m^3/h \end{aligned}$$

Setelah mendapatkan nilai hasil produksi, *ideal cycle time*, dan *operation time*, maka kita dapat menghitung nilai performa dari mesin dengan cara mengalikan antara hasil produksi dengan *ideal cycle time*, kemudian membaginya dengan *operation time*. Berikut merupakan perhitungan performansi pada mesin *High Pressure Ammonia Pump B* di pabrik kaltim 1A.

$$\begin{aligned} Performance &= \frac{Hasil\ Produksi \times Ideal\ cycle\ time}{Operation\ Time} \\ Performance &= \frac{455614,07 \times 0,0149}{6800,210} = 100\% \end{aligned}$$

Berikut merupakan grafik nilai *performance rate*



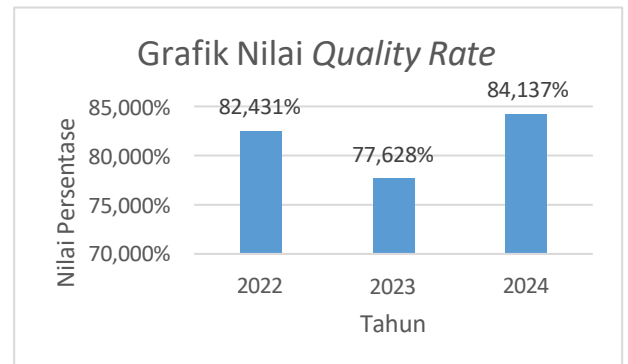
4.3 Quality rate

Berikut merupakan perhitungan *quality rate*

$$Quality\ Rate = \frac{Actual\ Production\ Rate\ m^3/h}{Ideal\ Output\ m^3/h}$$

$$Quality\ Rate = \frac{455614,07m^3/h}{586920m^3/h} = 77,628\%$$

Berikut merupakan grafik nilai *quality rate*



4.4 Perhitungan Nilai OEE

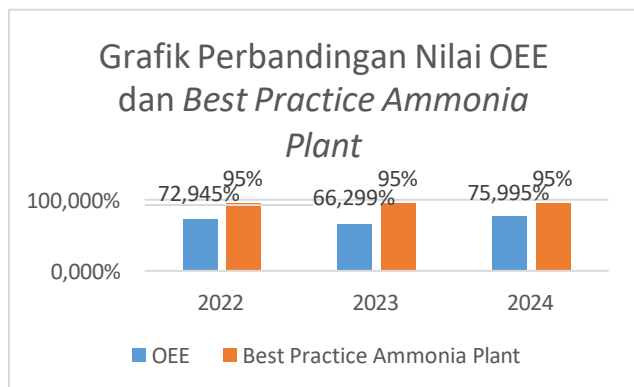
Perhitungan OEE pada mesin HP NH3 Pump B dilakukan menggunakan rumus berikut.

$$OEE = Availability\ Rate \times Performance\ Rate \times Quality\ Rate$$

Berikut merupakan contoh perhitungan yang dilakukan pada tahun 2023.

$$OEE = 90,893\% \times 81,786\% \times 100\% = 74,338\%$$

Berikut merupakan grafik perbandingan nilai OEE dan best Practice Ammonia plant



4.5 Six Big Losses

Setelah melakukan perhitungan nilai OEE, diperlukan analisis *six Big Losses* untuk mengetahui faktor yang paling berpengaruh dalam menyebabkan *downtime* pada mesin *High Pressure Ammonia Pump B*. Berikut merupakan perhitungan *Six Big Losses* yang dilakukan pada mesin *High Pressure Ammonia Pump B* di pabrik kaltim 1A.

1. Equipment Failure

Equipment failure atau *breakdown* merupakan kegagalan proses produksi akibat adanya kerusakan pada mesin atau alat-alat industri. *Breakdown* sendiri merupakan jam kerusakan dari mesin. Berikut merupakan perhitungan *Equipment Failure* pada mesin *High Pressure Ammonia Pump B* di pabrik Kaltim 1A pada tahun 2023

$$\begin{aligned} \text{Equipment Failure} &= \frac{\text{Equipment Failure}}{\text{Loading Time}} \times 100\% \\ &= \frac{1162,03}{7962,24} \times 100\% \\ &= 0,146 \end{aligned}$$

Berikut merupakan tabel rekapitulasi dari perhitungan *equipment failure* pada mesin *High Pressure Ammonia Pump B* dari tahun 2022 sampai tahun 2024

No	Tahun	Equipment Failure
1	2022	0,115
2	2023	0,146
3	2024	0,097

2. Set up & adjustment loss

Set up and adjustment loss merupakan waktu guna melakukan penyesuaian atau penyetelan kembali terhadap mesin. Berikut merupakan contoh perhitungan SAL pada mesin HP NH3 Pump B pada tahun 2023 di pabrik Kaltim 1A:

$$\begin{aligned} \text{SAL} &= \frac{\text{Set up and adjustment}}{\text{Loading Time}} \\ &= \frac{156,14}{7962,24} = 0,01961 \end{aligned}$$

Berikut merupakan tabel rekapitulasi hasil perhitungan *set up and adjustment loss* pada mesin *High Pressure Ammonia Pump B* di pabrik Kaltim 1A pada tahun 2022 sampai tahun 2024

No	Tahun	Set up and adjustment Loss
1	2022	0,02398
2	2023	0,01961
3	2024	0,01286

3. Idling and Minor Stoppages

Idling and Minor Stoppages (IMS) yaitu kerugian *idling* yang timbul pada saat mesin berjalan tanpa menghasilkan *output*. Sedangkan kerugian *minor stoppages* adalah kerugian yang timbul akibat mesin yang mengalami kendala sehingga terhenti secara berulang-ulang. Berikut merupakan contoh perhitungan IMS pada mesin HP NH3 Pump B pada tahun 2023

$$\begin{aligned} \text{IMS} &= \frac{\text{Nonproductive}}{\text{Loading Time}} \times 100\% \\ &= \frac{2115,93}{7962,24} \times 100\% = 0,2657 \end{aligned}$$

Berikut merupakan tabel rekapitulasi hasil dari perhitungan IMS pada mesin HP NH3 Pump B di pabrik Kaltim 1A pada tahun 2022 sampai 2024.

No	Tahun	IMS
1	2022	0,212589
2	2023	0,265746
3	2024	0,183165

4. Reduced Speed Losses

Reduced speed losses merupakan kondisi mesin ketika tidak berjalan secara optimum yang disebabkan adanya selisih antara waktu kecepatan produksi aktual dengan kecepatan produksi ideal mesin. Berikut merupakan contoh perhitungan *reduced speed losses* pada mesin *High Pressure Ammonia Pump B* pada tahun 2023 di pabrik kaltim 1A.

$$\begin{aligned} \text{RSL} &= \frac{(\text{ACT} - \text{ICT}) \times \text{total produksi}}{\text{loading time}} \times 100\% \\ &= \frac{(0,149 - 0,14925) \times 483803,7}{7962,24} \times 100\% \\ &= 0,00 \end{aligned}$$

Berikut merupakan tabel rekapitulasi hasil dari perhitungan RSL pada mesin HP NH3 Pump B di pabrik Kaltim 1A pada tahun 2022 sampai 2024.

No	Tahun	Reduced Speed Losses
1	2022	0,00
2	2023	0,00
3	2024	0,00

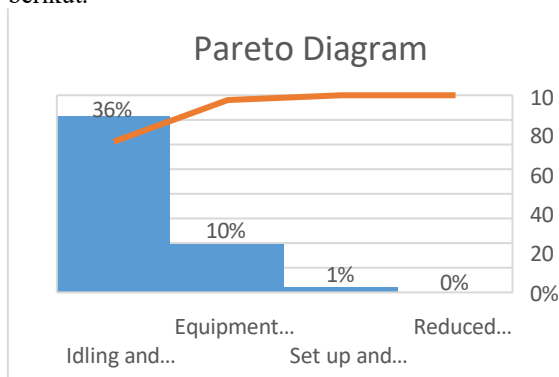
4.6 Analisis Six Big Losses

Dalam mengetahui faktor terbesar yang berkontribusi terhadap *downtime* sebuah mesin dapat menggunakan pareto diagram, pareto diagram dapat menunjukkan persentase dari setiap faktor penyebab kerusakan. Berikut merupakan perhitungan dari diagram pareto.

Tabel 5. 1 Perhitungan Diagram Pareto

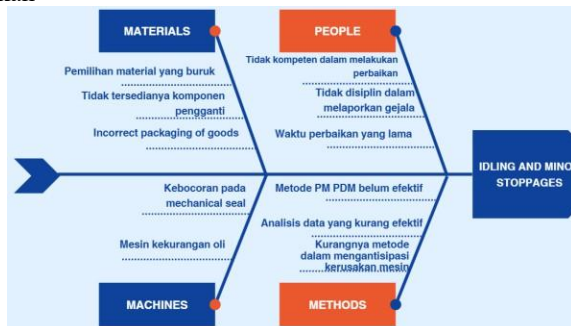
No	Jenis Losses	Jumlah Losses	Persentase	Persentase Kumulatif
1	Equipment failure	10%	21%	21%
2	Set up and adjustment losses	1%	2%	24%
3	Idling and Minor Stoppages	36%	76%	100%
4	Reduced Speed Losses	0%	0%	100%
Total			99%	

Adapun diagram pareto berdasarkan perhitungan yang sudah dibuat adalah sebagai berikut.



4.7 Analisis Fishbone Diagram

Berikut merupakan analisis perbaikan *fishbone diagram* berdasarkan analisis Six Big Losses yang sudah dilakukan



Berdasarkan diagram tersebut, dapat dilihat bahwa terdapat empat faktor yang menyebabkan terjadinya *downtime* pada mesin *High Pressure Ammonia Pump B*

di pabrik Kaltim 1A. Berikut adalah penjelasan dari setiap faktornya.

1. Machine

Faktor mesin merupakan salah satu faktor yang menyebabkan terjadinya *downtime* pada mesin *High Pressure Ammonia Pump B* di pabrik Kaltim 1A. Mesin yang mengalami kerusakan tidak dapat menghasilkan keluaran atau *output*, jika mesin mengalami kondisi tersebut, maka lama waktu mesin tidak dapat menghasilkan *output* tersebut dikategorikan sebagai *downtime* mesin. Penyebab utama dari kerusakan mesin dapat dilihat berdasarkan data SAP perusahaan, dimana terdapat deskripsi dari kerusakan pada setiap perbaikan yang dilakukan. Kerusakan yang paling sering terjadi pada mesin adalah kebocoran pada komponen *mechanical seal*. Penyebab lain dari mudahnya kerusakan pada *mechanical seal* ini adalah kurangnya oli pelumas pada mesin, ketika oli mencapai level tertentu, perlu dilakukan *refilling* oli oleh operator yang bertugas, keterlambatan dalam pengisian ulang oli dapat menyebabkan kepada rusaknya komponen pada mesin

2. Man

Faktor Man pada kerusakan mesin disini mengacu pada lamanya waktu yang diperlukan oleh pekerja untuk melakukan perbaikan saat mesin mengalami *downtime*. Perusahaan menerapkan *preventive maintenance* dan *predictive maintenance* secara terjadwal pada mesin di pabrik Kaltim 1A, kerusakan yang terjadi pada mesin salah satunya disebabkan oleh pekerja yang kurang kompeten dalam menerapkan PM PDM. Selain itu, terjadi kesalahan perbaikan atau pemasangan pada komponen mesin yang disebabkan oleh adanya *human error* atau kesalahan akibat pekerja sehingga menyebabkan mesin mengalami kerusakan lagi setelah diperbaiki sehingga terjadi *unplanned downtime* tambahan. Masalah lain terkait dengan faktor *man* adalah operator yang kurang disiplin dalam melaporkan gejala pada mesin, sehingga jika kita melihat berdasarkan data, masih banyak data-data yang kosong karena operator tidak melaporkan kegiatannya.

3. Method

Kerusakan komponen mesin yang berulang membuktikan bahwa metode perawatan PM PDM pada mesin yang digunakan kurang efektif dalam melakukan perawatan mesin, komponen yang mengalami kerusakan berulang seperti *mechanical seal* harus ditinjau ulang metode perawatannya agar tidak mengalami kerusakan yang berulang dalam rentang waktu yang singkat.

4. Material

Material yang digunakan pada mesin sangat berpengaruh pada ketahanan komponen mesin. Material yang tidak berkualitas dicurigai dapat menjadi penyebab seringnya kerusakan pada bagian *mechanical seal*. Komponen yang mengalami kerusakan tetapi tidak diganti dengan komponen baru karena pengadaan barang yang kurang tepat sehingga hanya dilakukan reparasi juga bisa menyebabkan komponen sering mengalami kerusakan. Selain itu, komponen yang sering rusak sudah seharusnya memiliki komponen cadangan sehingga saat komponen tersebut rusak, komponen pada mesin bisa langsung diganti dengan yang baru.

4.8 Analisis Perbaikan

Dalam usaha untuk menaikkan nilai OEE pada mesin *High Pressure Ammonia Pump B*, diperlukan implementasi perbaikan untuk mengatasi permasalahan yang menyebabkan terjadinya *downtime mesin*. Berikut ini merupakan usulan perbaikan untuk mengurangi *downtime mesin*.

1. Machine

Permasalahan utama pada mesin yaitu frekuensi kebocoran *mechanical seal* yang tinggi sehingga menyebabkan mesin harus berhenti beroperasi dan tidak menghasilkan keluaran atau *output*. Berikut merupakan solusi yang bisa dilakukan:

- Melakukan pergantian komponen pada mesin sebelum komponen tersebut rusak atau saat kinerja mesin pada komponen terlihat menurun
- Melakukan pergantian pada komponen yang sudah tua dengan komponen yang baru

2. Man

Permasalahan pada faktor *man*, yaitu pekerja kurang kompeten dalam melakukan perbaikan dan kurang antisipasi dalam melihat gejala kerusakan mesin. Berikut merupakan solusi yang dapat dilakukan:

- Memberikan pelatihan kepada pekerja atau operator lapangan agar lebih peka dalam melihat gejala awal kerusakan mesin.
- Memberikan pelatihan kepada pekerja untuk melakukan perbaikan secara mandiri apabila kerusakan yang terjadi dapat diperbaiki sendiri
- Memperbaiki sistem kerja dari perbaikan mesin agar proses perbaikan dari mesin yang rusak dapat dilakukan dengan cepat.

3. Method

Permasalahan utama pada metode yang dilakukan adalah penerapan PM PDM yang kurang efektif, sehingga hasilnya kurang maksimal dalam mengantisipasi kerusakan pada mesin. Berikut adalah solusi yang dapat dilakukan.

- Melakukan evaluasi dari keberjalanan PM PDM dengan cara melihat kembali kegiatan PM PDM yang sudah dilakukan pada periode sebelumnya,

kemudian melakukan penilaian untuk mengetahui apakah penjadwalan PM PDM sudah efektif dalam mengantisipasi kerusakan mesin.

- Mengimplementasikan metode untuk mencegah *downtime* mesin seperti melakukan pengawasan langsung ke lapangan untuk melihat mesin sehingga gejala-gejala yang terlihat dapat diantisipasi sebelum mesin mengalami kerusakan.

4. Material

Permasalahan pada *material* yang terjadi adalah *material* yang dipilih untuk dijadikan komponen pada mesin *High Pressure Ammonia Pump B* rentan mengalami kerusakan. Berikut adalah solusi yang dapat dilakukan.

- Menetapkan standar kualitas komponen yang dapat digunakan sebagai komponen pada mesin.
- Memperbaiki penjadwalan untuk pemesanan material agar tidak terjadi *waiting time* dalam proses perbaikan mesin yang disebabkan *material* yang belum tersedia.

5. Kesimpulan

Berdasarkan hasil penelitian yang dilakukan pada mesin *High Pressure Ammonia Pump B* di PT Pupuk Kalimantan Timur, diperoleh bahwa nilai Overall Equipment Effectiveness (OEE) selama tiga tahun terakhir, yaitu 72,945% (2022), 66,299% (2023), dan 75,995% (2024), dengan rata-rata 71,746%, masih berada di bawah standar best practice sebesar 95%. Hasil analisis Six Big Losses menunjukkan bahwa faktor terbesar penyebab penurunan efektivitas adalah *idling and minor stoppages* dengan kontribusi sebesar 66%. Melalui analisis fishbone diagram, ditemukan bahwa penyebab utama tingginya downtime berasal dari empat faktor, yaitu *machine* (kerusakan berulang pada *mechanical seal*), *man* (kurangnya kompetensi teknis dan kesalahan dalam perbaikan), *method* (ketidakefektifan metode preventive dan predictive maintenance serta minimnya pengawasan), dan *material* (penggunaan komponen berkualitas rendah serta keterlambatan pengadaan suku cadang). Untuk meningkatkan performa mesin, perusahaan disarankan melakukan penggantian komponen secara preventif, meningkatkan inspeksi rutin dan pelatihan teknis pekerja, mengevaluasi efektivitas metode perawatan, memperkuat pengawasan lapangan, serta menjamin ketersediaan dan kualitas material guna meminimalkan downtime dan meningkatkan keandalan operasional mesin.

Daftar Pustaka

- Ahmadi, N., & Hidayah, N. Y. (2017). Analisis Pemeliharaan Mesin Blowmould Dengan Metode RCM Di PT. CCAI. *Jurnal Optimasi Sistem Industri*.
- Kurniawan, F. (2013). *MANAJEMEN PERAWATAN INDUSTRI: TEKNIK DAN APLIKASI*. Graha Ilmu.

- Kusnadi, & Taryana. (2016). Usulan Waktu Penggantian Optimum Komponen Mesin Gas Engine (Prechamber Gas Valve) Dengan Model Age-Based Replacemnt Di PT. XYZ. . *Jurnal Teknologi*, 46-47.
- Miko, H. (2009). Evaluasi Efektivitas Mesin Dengan Penerapan Total Productive Maintenance (TPM) di PT. Hadi Baru. *Jurnal Teknik Industri Universitas Sumatera Utara*.
- Purnomo, B. H., Novijanto, N., & Maeline, F. S. (2023). Peningkatan overall equipment effectiveness (OEE) mesin grinding pada produksi cokelat bubuk di PT ABC. *Jurnal Teknologi Industri Pertanian*, 686.
- Sinurat, Y. H., Marno, & Santosa, A. (2022). Mempelajari Proses Produksi Checking Fixture (CF) Panel Unit Dengan Studi Kasus di PT. Fadira Teknik. *Jurnal Ilmiah Wahana Pendidikan*, 85.
- Stamatis, D. (2017). *Understanding Overall Equipment Effectiveness, Reliability, and Maintainability*. New York: Productivity Press.
- Venkatesh. (2007). *An Introduction to Total Productive Maintenance*.
- Zakaria, T. (2023). USULAN PENERAPAN TOTAL PRODUCTIVE MAINTENANCE (TPM) PADA MESIN CONTINUOUS PICKLING LINE (CPL) DI PT. KRAKATAU STEEL (PERSERO) TBK. *Jurnal InTent*, 77.