Analisis *Total Productive Maintenance* (Tpm) Pada Mesin X Dan Mengidentifikasi *Six Big Losses* Di Pabrik NPK PT XYZ

Syarifuddin*[1], Alfina Damayanti[1], Amri[1], Muhammad Zeki[2]
[1]Prodi Teknik Industri, Fakultas Teknik, Universitas Malikussaleh
[2]Prodi Teknik Industri, Fakultas Teknik, Universitas Samudra
*Corresponding Author: syarifuddin@unimal.ac.id

Abstract – *PT XYZ merupakan perusahaan yang bergerak di bidang produksi pupuk, terletak di wilayah Provinsi Aceh, Indonesia. Perusahaan ini sudah menerapkan pilar-pilar Total Productive Maintenance (TPM) guna untuk mengurangi kerusakan mesin dan memastikan proses produksi dapat berjalan dengan lancar. Namun proses produksi di pabrik NPK masing sering terjadi kerusakan mesin, khususnya kerusakan pada mesin X. Pada tahun 2024 downtime yang terjadi di mesin X melebihi allowance yang sudah ditetapkan, hal ini berdampak pada tidak tercapainya target produksi sebesar 83.290 ton. Dari permasalahan tersebut didapat nilai OEE pada mesin X tahun 2024 adalah sebesar 78,58%. Nilai OEE sudah berada di atas batas wajar namun harus ditingkatkan ke standar dunia yaitu 85%. Kemudian dari hasil penelitian didapat losses yang paling tinggi dari six big losses di mesin X yaitu idle and minor stoppage yaitu sebesar 52,06% dari rata-rata six big losses. Selanjutnya dari analisis hubungan keterkaitan six big losses dengan pilar-pilar TPM, didapat usulan rekomendasi perbaikan pada 4 pilar TPM yaitu pilar autonomous maintenance, pilar planned maintenance, pilar training and education dan pilar focused improvement.*

Keywords: *OEE; Six Big Losses; Total Productive Maintenance (TPM)*

1 Pendahuluan

Pemeliharaan dan perawatan mesin berperan penting dalam proses produksi guna untuk menjaga mesin selalu dalam kondisi baik dan dapat mendukung kelancaran proses produksi. Oleh karena itu, diperlukan strategi pemeliharaan yang efektif dan terencana dengan baik. Dengan menerapkan strategi pemeliharaan dan perawatan yang tepat, perusahaan dapat mencegah munculnya masalah pada mesin, meminimalisir terjadinya *downtime* dan memaksimalkan umur pakainya.

Total Productive Maintenance (TPM) adalah sebuah pendekatan yang memiliki tujuan untuk mengurangi dan menghilangkan kerusakan mesin [1]. TPM juga menawarkan solusi untuk menghilangkan cacat, kegagalan, kecelakaan dan masalah kinerja mesin yang sering terjadi [2].

Overall Equipment Effectiveness (OEE) adalah suatu metode pengukuran untuk mengukur tingkat efektivitas dari pemakaian suatu peralatan atau mesin. Persentase OEE akan menunjukkan apakah mesin beroperasi pada kapasitas optimal dan menghasilkan *output* yang berkualitas atau mengalami *downtime* yang tidak perlu [3].

Six Big Losses adalah sebuah metode dalam TPM dan OEE yang bertujuan untuk mengurangi enam sumber utama kerugian efisiensi dalam proses produksi manufaktur. Kerugian-kerugian ini, dapat diidentifikasi melalui analisis OEE yang dikelompokkan menjadi tiga kategori: *Availability* (ketersediaan), *Performance* (kinerja), dan *quality* (kualitas) [4].

PT XYZ merupakan salah satu perusahaan yang bergerak di bidang produksi pupuk. Di Pabrik NPK PT XYZ sudah menerapkan pilar-pilar *Total Productive Maintenance* (TPM) dengan tujuan untuk mengurangi dan menghilangkan kerusakan mesin sehingga dapat meningkatkan efektivitas mesin dan memastikan proses produksi berjalan lancar.

Namun berdasarkan informasi yang diperoleh dari laporan kronologis *trouble* pabrik NPK, proses produksi masih sering terganggu. Hal ini disebabkan oleh kerusakan mesin, khususnya di mesin X. Mesin X merupakan mesin yang digunakan untuk membentuk butiran pupuk. Mesin X beroperasi pada Juli 2023, mesin ini bekerja secara terus-menerus selama 24 jam dan tidak mempunyai mesin cadangan.

Mesin X merupakan mesin yang memiliki *downtime* yang paling besar dibandingkan dengan mesin lainnya, pada periode Januari-Desember 2024 mesin *Granulator M-361* mengalami *downtime* selama 875 jam 11 menit. *Downtime* yang terjadi atas *allowance* yang sudah ditetapkan yaitu 60 jam/bulan. Hal ini tentu akan menimbulkan kerugian bagi perusahaan, terjadinya kemerosotan kuantitas dari

produk yang dihasilkan yang berdampak pada tidak tercapainya target produksi yang sudah direncanakan Target yang direncanakan pada tahun 2024 sebesar 349.960 ton sedangkan realisasi produksi hanya sebesar 266.670 ton. Perusahaan mengalami kerugian atas target yang belum tercapai sebesar 83.290 ton atau 23,79% dari target produksi.

Selain itu *downtime* yang terjadi pada mesin X juga dapat mempengaruhi kecepatan produksi. Kecepatan produksi mesin X sebesar 50 ton/jam, namun kecepatan produksi saat ini hanya dapat menghasilkan produksi 39,94 ton/jam. Hal ini tentunya akan berdampak pada performa dari mesin X. *Downtime* pada mesin granulator tidak menghasilkan produk cacat, berdasarkan hasil wawancara yang dilakukan didapat fakta bahwa di Pabrik NPK tidak terdapat produk pupuk yang cacat, hal ini dikarenakan dilakukan pengecekan sampel pupuk selama 2 jam sekali di laboratorium.

Oleh karena itu diperlukannya perhitungan OEE untuk mengetahui nilai efektivitas dari mesin X, mengidentifikasi *six big losses*, melakukan evaluasi dari penerapan pilar-pilar *Total Productive Maintenance* (TPM) dan memberikan usulan perbaikan sehingga didapat sistem perawatan yang lebih baik untuk dapat meminimalkan *downtime*, meningkatkan kinerja mesin sehingga kegiatan produksi berjalan dengan lancar dan perusahaan dapat mencapai target yang telah direncanakan.

2 Metode

Penelitian ini dilakukan dengan 3 tahap pengolahan data, yaitu menghitung nilai OEE (*Overall Equipment Effectiveness)* dari mesin X, mengidentifikasi *losses* yang paling tinggi dari *six big losses* dan analisis hubungan keterkaitan *six big losses* dengan pilar-pilar TPM.

2.1 Overall Equipment Effectiveness (OEE)

OEE adalah salah satu *tools* yang cocok untuk digunakan dalam manajemen perawatan, tujuan dari OEE ialah untuk menjaga dan memelihara kualitas dan performansi dari suatu fasilitas, peralatan atau mesin agar dapat beroperasi dengan lancar dan sesuai dengan fungsinya [5].

Umumnya, perusahaan menargetkan nilai *Overall Equipment Effectiveness* (OEE) sebesar 85% sebagai indikator efisiensi produksi yang ideal. Untuk mencapai target tersebut, setiap variabel dalam perhitungan OEE harus memenuhi nilai minimum tertentu, seperti nilai *availability* sebesar 90%, nilai *performance* sebesar 95%, dan nilai *quality* sebesar 99%.

Availability Rate merupakan suatu rasio yang menunjukkan waktu yang tersedia untuk mengoperasikan mesin [6]. Untuk menghitung *availability* dapat menggunakan rumus.

$$AR = \frac{Operasional\ time}{Loading\ time} \times 100\% \qquad (1)$$

Performance rate adalah metrik yang menganalisis penyebab perbedaan antara kecepatan produksi aktual dan kecepatan maksimum yang seharusnya ketika di operasikan [1]. Untuk menghitung *performance rate* dapat menggunakan rumus

$$PR = \frac{\text{Jumlah produksi} \times \text{Waktu } ideal\ cycle\ time}{Operational\ time} \times 100\% \quad (2)$$

Quality rate merupakan suatu perbandingan antara hasil produksi yang baik dengan jumlah total produk yang produksi [1]. Untuk menghitung *quality rate* dapat menggunakan rumus

$$QR = \frac{\text{Jumlah produksi - Produk } defect}{\text{Jumlah produksi}} \times 100\% \quad (3)$$

Nilai *Overall Equipment Effectiveness* (OEE) dapat diperoleh dengan mengalikan tiga rasio utama [1]. Secara sistematis formula untuk menghitung nilai OEE adalah sebagai berikut:

$$\text{OEE } (\%) = (AR \times PR \times QR) \times 100\% \quad (4)$$

2.2 Six Big Losses

Six Big Losses adalah sebuah metode untuk mengidentifikasi 6 sumber kerugian efisiensi dalam proses produksi manufaktur. Efisiensi mesin yang rendah, yang seringkali disebabkan oleh penggunaan peralatan/mesin yang tidak optimal, hal ini dapat mengakibatkan kerugian yang signifikan bagi perusahaan [7].

Berikut ini adalah kategori dari 6 kerugian utama adalah sebagai berikut [2]:

Equipment failure (breakdown loss) yaitu kerusakan mesin yang terjadi tiba-tiba dan menyebabkan kerugian [2]. Kerusakan mesin ini dapat dihitung menggunakan rumus

$$Equipment\ failure = \frac{Breakdown}{Loading\ time} \times 100\% \quad (5)$$

Setup and adjustment loss (SAL) yaitu kerugian yang disebabkan oleh pemasangan atau penyetelan [2]. Adapun rumus untuk menghitung *setup and adjustment loss* yaitu

$$SAL = \frac{Setup\ time}{Loading\ time} \times 100\% \quad (6)$$

Idle and minor stoppages losses (IMSL) yaitu kerugian yang disebabkan oleh kejadian-kejadian yang menyebabkan mesin berhenti sejenak, kemacetan mesin, dan *idle time* dari mesin [8]. Untuk menghitung *idle and minor stoppages* dapat menggunakan rumus:

$$IMSL = \frac{(\text{Jumlah target-jumlah produksi}) \times \text{ideal cycle time}}{Loading\ time} \times 100\% \quad (7)$$

Reduce speed loss adalah kerugian yang disebabkan karena mesin tidak bekerja secara optimal (penurunan kecepatan operasi) [2]. *Reduce speed loss* dapat dihitung menggunakan rumus:

$$RSL = \frac{(Actual\ cycle\ time - ideal\ cycle\ time) \times Total\ Produksi}{Loading\ time} \times 100\% \quad (8)$$

Defect losses yaitu kerugian yang terjadi karena produk hasil produksi dimana produk tersebut tidak sesuai dengan standar perusahaan (cacat) setelah keluar dari proses produksi [9]. *Defect losses* dapat menggunakan rumus:

$$Defect\ losses = \frac{Ideal\ cycle\ time \times \text{Total produk } defect}{Loading\ time} \times 100 \quad (9)$$

Reduce yield loss yaitu kerugian yang timbul karena adanya perbedaan pada kualitas produk saat awal mesin dinyalakan hingga mesin tersebut stabil beroperasi [9]. *Reduce yield loss* dapat dihitung dengan menggunakan rumus:

$$Reduce\ yield\ loss = \frac{Ideal\ cycle\ time \times Scap}{Loading\ time} \times 100\% \quad (10)$$

2.3. *Total Productive Maintenance* (TPM)

Total Productive Maintenance merupakan metode inovatif untuk perawatan yang bertujuan untuk memaksimalkan kinerja peralatan/mesin. Pemanfaatan TPM untuk mengukur dan menentukan kinerja mesin/peralatan lain sangat penting untuk dilakukan guna untuk mencapai peningkatan produksi [8].

Pilar-pilar *Total Productive Maintenance* (TPM) ada 8 yaitu [10]: *autonomous maintenance, Planned*

Maintenance, Continuous Improvement, Training dan Education, *Early Equipment Management, Quality Maintenance, Office TPM* dan *Safety, Health and Environment.*

Menurut [11]. TPM digunakan untuk menghilangkan kerugian proses, terbagi menjadi 3 adalah sebagai berikut:

1. Menghilangkan kerugian karena *downtime.*
2. Menghilangkan kerugian karena kinerja buruk.
3. Menghilangkan kerugian karena kualitas buruk.

3. Hasil dan Pembahasan

3.1. Hasil Perhitungan OEE

Berdasarkan data yang diperoleh diketahui pada bulan Februari, Maret sampai 15 April 2024 pabrik stop produksi yang menyebabkan tidak adanya produksi di Mesin X di Pabrik NPK. Adapun hasil perhitungan nilai OEE pada mesin X pada periode Januari-Desember 2024 dapat dilihat pada Tabel 1.

Tabel 1. *Overall Equipment Effectiveness* (OEE) Mesin X Periode Januari-Desember 2024

Bulan	***Availability Rate* (%)**	***Performance Rate* (%)**	***Quality Rate* (%)**	**OEE (%)**
Januari 2024	94,34	69,05	100	65,14%
April 2024	62,35	75,08	100	46,81%
Mei 2024	74,11	69,16	100	51,25%
Juni 2024	55,72	150,17	100	83,68%
Juli 2024	75,86	94,71	100	71,84%
Agustus 2024	78,88	120,42	100	94,99%
September 2024	79,16	116,10	100	91,90%
Oktober 2024	82,51	104,44	100	86,17%
November 2024	92,42	102,64	100	94,87%
Desember 2024	89,66	110,57	100	99,14%
Rata-rata	**78,50**	**101,23**	**100**	**78,58%**

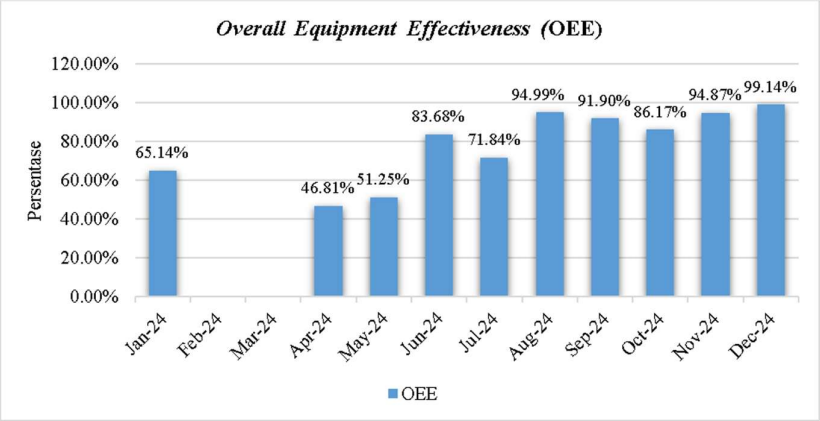
Nilai *availability rate* terendah yang terjadi pada Juni 2024 dengan persentase 55,72%, nilai *availability rate* tertinggi yang terjadi pada Januari 2024 dengan persentase 94,34%. Nilai rata-rata diperoleh sebesar 78,50% masih berada dibawah nilai standar *availability* (90%). Dalam proses produksinya mesin X masih sering mengalami *breakdown* dan banyaknya waktu yang dihabiskan untuk *setup and adjustment,*untuk meningkatkan nilai *availability* di mesin X dapat dilakukan dengan melakukan analisis dan perbaikan pada *equipment failure (breakdown loss)* dan *setup and adjustment loss.*

Selanjutnya hasil perhitungan nilai *performance rate* paling rendah yang terjadi pada Januari 2024 dengan persentase 69,05%, sedangkan nilai *performance rate* paling tinggi yang terjadi pada Juni 2024 dengan persentase 150,17%. Nilai rata-rata diperoleh sebesar 101,23% sudah berada diatas nilai standar *performance rate* (95%). Dalam hal ini mesin X di tahun 2024 bekerja sudah sesuai dengan kecepatan yang ditetapkan oleh perusahaan, namun masih terdapat performa mesin yang masih berada di bawah 95% yaitu di bulan Januari, April dan Mei. untuk meningkatkan nilai *performance rate* di mesin X dapat dilakukan dengan melakukan analisis dan perbaikan pada *idle and minor stoppages losses* dan *reduce speed loss.*

Kemudian untuk nilai *quality rate* di tahun 2024 dengan persentase sebesar 100% sudah berada diatas nilai standar *performance rate* (99%). Dalam proses produksinya di pabrik NPK tidak terdapat produk cacat, sehingga tidak perlu dilakukan perbaikan pada *defect losses* dan *reduce yield loss*.

Berdasarkan Gambar 1. diketahui bahwa selama periode Januari-Desember 2024 nilai OEE terendah muncul pada bulan April 2024 dengan persentase 46,81%, nilai OEE tertinggi muncul pada bulan Oktober 2024 dengan persentase 99,14%. Nilai rata-rata diperoleh sebesar 78,58%, nilai ini sudah berada di batas wajar namun masih perlu ditingkatkan untuk mencapai standar dunia (85%).

Adapun rekapitulasi perhitungan nilai OEE pada tahun 2024 dapat dilihat pada Gambar 1.



Gambar 1. Hasil perhitungan OEE di Mesin X pada Periode Januari-Desember 2024

3.2. HasilPerhitungan *Six Big Losses*

Tabel 2. Hasil Perhitungan *Equipment failure (breakdown loss)* di Mesin X

Bulan	***Breakdown*** **(Menit)**	***Loading Time*** **(Menit)**	***Equipment Failure*** **(%)**
Januari 2024	92	1.626	5,66
April 2024	2.668	7.755	34,40
Mei 2024	6.422	33.433	19,21
Juni 2024	11.637	31.477	36,97
Juli 2024	6.274	25.987	24,14
Agustus 2024	5.793	30.095	19,25
September 2024	5.335	30.609	17,43
Oktober 2024	5.205	39.107	13,31
November 2024	1.723	32.837	5,25
Desember 2024	2.537	34.119	7,44
Rata-rata			**18,31**

Hasil perhitungan *equipment failure (breakdown loss)* dapat dilihat pada Tabel 2. Adapun perhitungan *equipment failure* pada bulan Januari 2024 adalah sebagai berikut:

$$Equipment\ Failure = \frac{Breakdown}{Loading\ Time} \times 100\%$$
$$= \frac{92}{1.626} \times 100\%$$
$$= 5{,}66\%$$

Berdasarkan perhitungan yang dilakukan di perolehan nilai rata-rata *equipment failure* sebesar 18,31%. Nilai *equipment failure* terendah yang terjadi pada bulan November 2024 dengan persentase 5,25%, sedangkan nilai *equipment failure* tertinggi yang terjadi pada bulan Juni 2024 dengan persentase 36,97%. Semakin tinggi nilai *Equipment failure (breakdown loss)* maka semakin besar kerugian yang ditimbulkan dan sebaliknya semakin rendah nilai *Equipment failure (breakdown loss)* maka semakin rendah kerugian yang ditimbulkan.

Hasil perhitungan *Setup and Adjustment Loss* disajikan dalam Tabel 3. Adapun perhitungan *Setup and adjustment loss* pada bulan Januari 2024 adalah sebagai berikut:

$$Setup\ and\ Adjustment\ Loss = \frac{Setup\ and\ Adjustment}{Loading\ time} \times 100\%$$
$$= \frac{15}{1.641} \times 100\%$$
$$= -1{,}07\%$$

Untuk tahun 2024 nilai rata-rata *setup and adjustment loss* sebesar 8,66%. Dalam kurun waktu tersebut, tercatat nilai terendah pada bulan Januari 2024 dengan persentase 0,92%, sedangkan nilai tertinggi pada bulan Juni 2024 dengan persentase 13,59%. Penting untuk dipahami bahwa semakin tinggi nilai *Setup and adjustment loss* maka semakin besar kerugian yang harus ditanggung dan sebaliknya semakin rendah nilai *Setup and adjustment loss* maka semakin rendah kerugian yang ditimbulkan.

Tabel 3. Hasil perhitungan *Setup and Adjustment Loss* di Mesin X

Bulan	*Loading Time* (Menit)	*Setup Adjustment* (Menit)	*Setup and Adjustment Loss* (%)
Januari 2024	1.626	15	0,92
April 2024	7.755	905	11,67
Mei 2024	33.433	2.532	7,57
Juni 2024	31.477	4.278	13,59
Juli 2024	25.987	2.805	10,79
Agustus 2024	30.095	2.997	9,96
September 2024	30.609	2.843	9,29
Oktober 2024	39.107	2.026	5,18
November 2024	32.837	2.481	7,56
Desember 2024	34.119	3.421	10,03
Rata-rata			**8,66**

Hasil perhitungan *idle and minor stoppages losses* dapat dilihat pada Tabel 4. Adapun perhitungan *idle and minor stoppages losses* pada bulan Januari 2024 adalah sebagai berikut:

$$\text{IMSL} = \frac{(\text{Jumlah target-jumlah produksi}) \times \textit{Ideal cycle time}}{\textit{Loading time}} \times 100\%$$

$$= \frac{(1.250 - 1.271) \times 0{,}83}{1.626} \times 100\%$$

$$= -1{,}08\ \%$$

Berdasarkan perhitungan yang dilakukan di perolehan nilai rata-rata sebesar 29,20%. Nilai *idle and minor stoppages losses* terendah terjadi pada bulan Desember 2024 dengan persentase -12,23%, sedangkan nilai *Idle and minor stoppages* tertinggi yang terjadi pada bulan April 2024 dengan persentase 269,12%. Semakin tinggi nilai *idle and minor stoppages* maka semakin besar kerugian yang ditimbulkan dan sebaliknya.

Tabel 4. Hasil Perhitungan *Idle and Minor Stoppages Losses* di Mesin X

Bulan	Target Produksi	Hasil Produksi (Ton)	*Loading Time* (Menit)	*Ideal Cycle Time* (Menit)	*Idle Minor And Stoppages Losses* (%)
Januari 2024	1.250	1.271	1.626	0,83	-1,08
April 2024	29.400	4.356	7.755	0,83	269,12
Mei 2024	32.700	20.563	33.433	0,83	30,25
Juni 2024	31.500	31.607	31.477	0,83	-0,28
Juli 2024	32.700	22.403,42	25.987	0,83	33,02
Agustus 2024	32.700	34.304	30.095	0,83	-4,44
September 2024	32.710	33.757	30.609	0,83	-2,85
Oktober 2024	34.900	40.439	39.107	0,83	-11,80
November 2024	34.900	37.381	32.837	0,83	-6,30
Desember 2024	35.000	40.589,00	34.119	0,83	-13,65
Rata-rata					**29,20**

Pada Tabel 5. terperinci hasil perhitungan *reduce speed loss*. Sebelum menghitung *reduce speed loss,* langkah awal dilakukan perhitungan *actual cycle time* dan *ideal cycle time*. Berikut ini adalah perhitungan nilai *actual cycle time* pada bulan Januari 2024 adalah sebagai berikut:

$$\text{Actual cycle time} = \frac{\text{Operation Time}}{\text{Hasil Produksi}}$$
$$= \frac{1.534}{1.271}$$
$$= 1{,}21 \text{ Menit/Ton}$$

Berikut ini adalah perhitungan nilai *ideal cycle time* pada Mesin X adalah sebagai berikut:

$$\text{Idle cycle time} = \frac{\text{Kapasitas Produksi Per jam}}{\text{60 menit}}$$
$$= \frac{\text{50 ton}}{\text{60 menit}}$$
$$= 0{,}83 \text{ menit/ton}$$

Perhitungan *reduce speed loss* pada bulan Januari 2024 adalah sebagai berikut:

$$RSL = \frac{(\text{Actual cycle time-ideal cycle time}) \times \text{Total Produksi}}{\text{Loading time}} \times 100'$$

$$= \frac{(1{,}21 - 0{,}83) \times 1.271}{1.626} \times 100\%$$

$$= 29{,}20\%$$

Berdasarkan perhitungan yang dilakukan di perolehan nilai rata-rata *reduce speed loss* yaitu sebesar -0,08%. Perolehan nilai *reduce speed loss* terendah yang terjadi yaitu pada bulan Juni 2024 dengan persentase -27,95%. Artinya pada bulan Juni 2024 tidak terdapat kerugian yang disebabkan *reduce speed loss* di mesin X. Perolehan nilai *reduce speed loss* tertinggi yang terjadi yaitu pada bulan Januari 2024 dengan persentase 29,20%. Artinya pada bulan Januari 2024 adalah bulan dengan kerugian yang disebabkan *reduce speed loss* di mesin X yang paling tinggi.

Tabel 5. Hasil Perhitungan *Reduce Speed Loss* di Mesin X

Bulan	*Ideal Cycle Time*	*Actual Cycle Time*	Hasil Produksi (Ton)	*Loading Time* (Menit)	*Reduce Speed Losses* (%)
Januari 2024	0,83	1,21	1.271	1.626	29,20
April 2024	0,83	1,11	4.356	7.755	15,54
Mei 2024	0,83	1,20	20.563	33.433	22,85
Juni 2024	0,83	0,55	31.607	31.477	-27,95
Juli 2024	0,83	0,88	22.403,42	25.987	4,02
Agustus 2024	0,83	0,69	34.304	30.095	-16,10
September 2024	0,83	0,72	33.757	30.609	-12,74
Oktober 2024	0,83	0,80	40.439	39.107	-3,66
November 2024	0,83	0,81	37.381	32.837	-2,44
Desember 2024	0,83	0,75	40.589	34.119	-9,47
		Rata-rata			**-0,08**

Tabel 6. menampilkan hasil perhitungan *defect losses*. Adapun perhitungan *defect losses* pada bulan Januari 2024 adalah sebagai berikut:

$$Defect\ losses = \frac{Ideal\ cycle\ time\ \mathbf{x}\ \mathbf{Total\ produk}\ defect}{Loading\ time} \times 100\%$$
$$= \frac{0{,}83\ \mathbf{x}\ 0}{1.626} \times 100\%$$
$$= 0\%$$

Berdasarkan perhitungan yang dilakukan di perolehan nilai rata-rata *defect losses* yaitu sebesar 0%. Dari hasil wawancara didapat fakta bahwa di Pabrik NPK tidak terdapat produk pupuk yang cacat, hal ini dikarenakan dilakukan pengecekan sampel pupuk selama 2 jam sekali di laboratorium. Pupuk yang tidak sesuai dengan spesifikasi akan dibawa kembali ke mesin X untuk di produksi kembali.

Tabel 6. Hasil Perhitungan *Defect Losses* di Mesin X

Bulan	*Ideal Cycle time*	Produk *Defect* (Ton)	*Loading Time* (Menit)	*Defect Losses* (%)
Januari 2024	0,83	0	1.626	0
April 2024	0,83	0	7.755	0
Mei 2024	0,83	0	33.433	0
Juni 2024	0,83	0	31.477	0
Juli 2024	0,83	0	25.987	0
Agustus 2024	0,83	0	30.095	0
September 2024	0,83	0	30.609	0
Oktober 2024	0,83	0	39.107	0
November 2024	0,83	0	32.837	0
Desember 2024	0,83	0	34.119	0
Rata-rata				**0**

Pada proses produksi di mesin X, penelitian mengidentifikasi tidak terdapat *reduce yield loss.* Fenomena ini disebabkan oleh tidak terdapat *scrap*, semua bahan baku dapat digunakan sehingga tidak ada bahan baku yang terbuang. Selain itu, proses produksi di mesin X baru dapat dimulai jika mesin sudah siap, sehingga kualitas produk tetap konsisten tidak ada perbedaan kualitas antara waktu mesin pertama kali dinyalakan dengan pada saat mesin tersebut sudah stabil beroperasi. Maka dengan kata lain nilai *lose time* dan *reduce yield loss* adalah 0 menit.

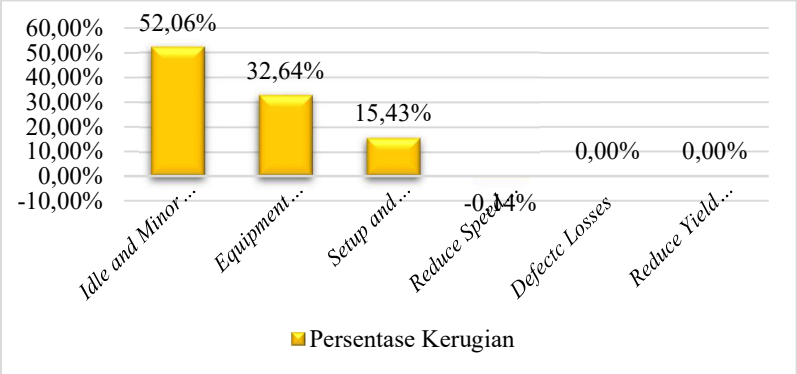
Berdasarkan perhitungan *six big losses* di mesin X pada Periode Januari dan April-Desember 2024 didapat hasil rekapitulasi nilai *six big losses* yang dapat dilihat pada Tabel 7. adalah sebagai berikut:

Tabel 7. Rekapitulasi Hasil Perhitungan *Six Big Losses* di Mesin X

No	*Six Big Losses*	Rata-rata Persentase Terhadap *Loading Time* (%)	Persentase Terhadap *Total Time Losses* (%)
1.	*Idle and Minor Stoppages*	29,20	52,06%
2.	*Equipment Failure*	18,31	32,64%
3.	*Setup and Adjustment Loss*	8,66	15,43%
4.	*Reduce Speed Loss*	-0,08	-0,14%
5.	*Defectc Losses*	0	0,00%
6.	*Reduce Yield Loss*	0	0,00%
	Total	**55,49**	**100%**

Untuk mengetahui losses yang paling tinggi yang menyebabkan rendahnya nilai efektivitas dari mesin X maka dapat menggunakan diagram batang seperti tampak pada Gambar 2. Berdasarkan Gambar 2. dapat diketahui bahwa *Idle and Minor Stoppage Losses* merupakan *losses* yang paling tinggi yang mengakibatkan rendahnya nilai efektivitas dari mesin X yaitu sebesar 29,20% atau 52,06% terhadap *total time losses* sehingga perlu untuk dilakukan perbaikan sebagai langkah awal dalam upaya meningkatkan performa pada mesin X di Pabrik NPK PT XYZ.

Adapun grafik *six big losses* di mesin X dapat diamati pada Gambar 2. adalah sebagai berikut:



Gambar 2. *Six Big Losses* di Mesin X

3.3. Analisis Hubungan Keterkaitan Hasil Perhitungan *Six Big Losses* dengan Pilar-pilar TPM

Tabel 8. Tindakan Perbaikan dari *Six Big Losses* (Sukmoro, 2023)

Jenis Kerugian	Tindakan Perbaikan	Pilar TPM
Breakdown	AM, PM, CILT	Pilar *autonomous maintenance* dan pilar *planned maintenance*
Downtime	AM, PM, CILT, *GOOD OPERATION*	pilar *autonomous maintenance* dan pilar *planned maintenance*
Set Up Adjustment	SMED= *Change Over* Cepat	pilar *autonomous maintenance,* pilar *Training and Education* dan pilar *focus improvement*
Stoppage & small Adjustment	AM, *Competencies*	
Speed Losses	AM, PM, *Calibration*	pilar *autonomous maintenance*, pilar *Training and Education*
Startup Reject	AM, SPC, CPk, DOE	pilar *autonomous maintenance,* pilar *Quality Maintenance,* pilar *Focused Improvement*
Quality Defect	AM, PM, *Competencies*, CPk, *Visual*	pilar *autonomous maintenance*, pilar *Training and Education,* pilar *Quality Maintenance.*

Adapun hubungan keterkaitan hasil perhitungan *six big losses* dengan pilar-pilar TPM adalah sebagai berikut dapat dilihat pada Tabel 9.

Hasil perhitungan *Six Big Losses* didapat bahwa nilai *losses* yang paling tinggi yaitu *idle and minor stoppage* yaitu sebesar 52,06%. Kemudian nilai l*osses equipment failure* yaitu sebesar 32,64%, *setup and adjustment loss* yaitu sebesar 15,43% dan nilai l*osses reduce speed losses* yaitu sebesar -0,14% . Nilai *defect losses* dan *reduce yield loss* yaitu sebesar 0% sehingga tidak perlu dijadikan prioritas perbaikan. Berdasarkan hasil perhitungan tersebut maka perlu dilakukan upaya perbaikan dengan menggunakan penerapan pilar-pilar TPM, prioritas utama dalam usulan perbaikan pada mesin X adalah *idle and minor stoppage.* Tindakan perbaikan yang harus dilakukan untuk meminimalisir *idle and minor stoppage* adalah dengan melaksanakan pilar TPM yaitu pilar *autonomous maintenance* dan pilar *planned maintenance.*

Kemudian prioritas perbaikan yang harus dilakukan adalah perbaikan yang harus dilakukan *equipment failure* tindakan perbaikan yang harus dilakukan adalah dengan menerapkan *autonomous maintenance* dan pilar *planned maintenance* Kemudian perbaikan yang harus dilakukan *setup and adjustment loss* tindakan perbaikan yang harus dilakukan adalah dengan menerapkan pilar *autonomous maintenance,* pilar *Training and Education* dan SMED (pilar *focus improvement*).

Kemudian untuk *reduce speed losses, defect losses* dan *reduce yield loss* tidak perlu dilakukan tindakan perbaikan dikarenakan tidak ada kerugian yang disebabkan oleh penurunan kecepatan produksi dan kualitas pupuk yang buruk dari mesin X di Pabrik NPK PT XYZ.

Tabel 9. Hubungan Keterkaitan Hasil Perhitungan *Six Big Losses* Dengan Pilar-pilar TPM

No	*Six Big Losses*	Persentase (%)	Pilar TPM
1.	*Idle and Minor Stoppages Losses*	52,06%	Pilar *Autonomous Maintenance* dan Pilar *Planned Maintenance*
2.	*Equipment Failure*	32,64%	Pilar *Autonomous Maintenance* dan Pilar *Planned Maintenance*
3.	*Setup and Adjustment Loss*	15,43%	Pilar *Autonomous Maintenance,* Pilar *Training and Education* dan SMED (Pilar *Focus Improvement*)
4.	*Reduce Speed Loss*	-0,14%	Tidak Perlu perbaikan
5.	*Defect Losses*	0,00%	Tidak perlu perbaikan
6.	*Reduce Yield Loss*	0,00%	Tidak perlu perbaikan
Total		**100%**	

3.4**.** Rekomendasi Usulan Perbaikan Penerapan Pilar-pilar *Total Productive Maintenance* (TPM)

a. *Autonomous Maintenance*

Usulan perbaikan pada pilar *autonomous maintenance* dengan memberikan tanggung jawab dan melibatkan operator dalam melakukan perawatan ringan secara rutin untuk membantu bagian *maintenance* seperti melakukan pembersihan mesin, melakukan pengecekan berkala oli pada mesin granulator, membuat jadwal pergantian oli, membuat perkiraan interval waktu pembersihan pabrik secara keseluruhan, membuat mekanisme penggantian oli, membuat tugas harian dan periodik untuk mengurangi waktu membersihkan dan melakukan kegiatan pelumasan dan pengencangan secara berkala, menetapkan standar inspeksi pembersihan, pelumasan, pencatatan data, pemeliharaan alat dan melakukan inspeksi mesin setiap hari.

b. Pilar *planned maintenance*

Usulan perbaikan pada pilar *planned maintenance* dengan melakukan tindakan perawatan dan pencegahan yang dapat dilakukan yaitu *preventive maintenance, corrective maintenance.* Kegiatan *preventive maintenance* dilakukan setiap satu bulan sekali, sedangkan untuk *corrective maintenance* hanya dilakukan ketika terjadi kerusakan yang mengharuskan dilaksanakannya perbaikan sesegera mungkin untuk kelancaran proses produksi.

c. Pilar *training and education*

Usulan perbaikan pada pilar *training and education* dengan melakukan seminar dan pelatihan (*training*) kepada operator mengenai TPM, bagaimana prosedur pengoperasian mesin X dengan benar, melakukan penyetingan mesin guna untuk menambah pengetahuan dan keterampilan operator. Kemudian melakukan edukasi kepada operator tentang *autonomous maintenance* dan merencanakan jadwal untuk melakukan edukasi dan pelatihan kepada seluruh departemen mengenai penerapan *Total Productive Maintenance* (TPM).

d. Pilar *Focused Improvement*

Usulan perbaikan pada pilar *focused improvement* dilakukan dengan cara melakukan langkah-langkah dari penerapan SMED yaitu dengan melakukan pengamatan dan analisis awal dari penyebab terjadinya kerugian, kemudian memisahkan aktivitas pada mesin X, selanjutnya mengubah hal yang internal menjadi eksternal, kemudian menyederhanakan dan mengoptimalkan proses, melakukan uji coba dan evaluasi, dan yang terakhir mempertahankan hasil dan melakukan perbaikan berkelanjutan.

4. Kesimpulan

Berdasarkan analisis dan pembahasan yang telah dilakukan, dapat disimpulkan bahwa nilai efektivitas (OEE) mesin X pada periode Januari-Desember 2024 diantara 46,81% hingga 99,14% dengan nilai rata-rata sebesar 78,50%. Nilai tersebut sudah berada di atas 60% yang berarti sudah dalam standar wajar, namun perlu dilakukan perbaikan untuk meningkatkan efektivitas mesin X untuk mencapai standar dunia yaitu 85% untuk memastikan efektivitas mesin baik dan meminimalisir pemborosan.

Persentase *six big losses* pada mesin X sebesar 55,49% dengan *losses* yang paling tinggi yang

mengakibatkan rendahnya performa dari mesin X yaitu *idle and minor stoppage* yaitu sebesar 52,06%. Kemudian *losses* yang menyebabkan rendahnya efektivitas dari mesin X yaitu *equipment failure* sebesar 18,31%. Selanjutnya *setup and adjustment* juga memberikan dampak pada menurunnya nilai OEE pada mesin X sebesar 15,43%. Selain itu di dapat nilai *reduce speed loss* pada mesin X sebesar -0,14%, hal ini berarti secara keseluruhan tidak terjadi penurunan kecepatan produksi di mesin X, sehingga tidak perlu untuk dijadikan prioritas perbaikan. Kemudian untuk *defect losses* dan *reduce yield loss* tidak perlu dilakukan tindakan perbaikan dikarenakan tidak ada kerugian yang disebabkan kualitas pupuk yang buruk dari mesin X di Pabrik NPK PT XYZ.

Berdasarkan analisis hubungan keterkaitan *six big losses* dengan pilar-pilar TPM, maka diberikan rekomendasi usulan perbaikan pada 4 pilar TPM diantaranya pilar *autonomous maintenance,* pilar *planned maintenance*, pilar *training and education* dan pilar *focused improvement*.

Kelemahan pada peneliti ini adalah belum adanya jaminan yang memastikan bahwa akan terjadi peningkatan nilai OEE pada Mesin X, hal ini dikarenakan hasil penelitian ini hanya sebatas analisis yang dilakukan berdasarkan data historis dari perusahaan. Oleh karena itu, hasil penelitian ini masih perlu untuk diimplementasikan dan dianalisis kembali untuk dapat membandingkan hasil perhitungan OEE mesin X di pabrik NPK PT XYZ saat ini dengan nilai OEE setelah diterapkannya rekomendasi usulan perbaikan dari penerapan pilar-pilar *Total Productive Maintenance* (TPM) yang telah penulis usulkan.

References

[1] Azhara, A. R., Sinaga, Z., & Muhazir, A. (2024). Analisis Nilai Efektivitas Mesin Extruder Pelletizing dengan Metode *Overall Equipment Effectiveness (OEE)* dan *Six Big Losses* di CV . Kurika Plastik *1*(1), 1–18.

[2] Dipa, M., Lestari, F. D., Faisal, M., & Fauzi, M. (2022). Analisis *Overall Equipment Effectiveness* (OEE) dan *Six Big Losses* Pada Mesin Washing Vial Di PT XYZ. *Jurnal Bayesian : Jurnal Ilmiah Statistika Dan Ekonometrika*, *2*(1), 61–74. https://doi.org/10.46306/bay.v2i1.29

[3] Gianfranco, J., Taufik, M. I., Hariadi, F., & Fauzi, M. (2022). Pengukuran *Total Productive Maintenance* (TPM) Menggunakan Metode *Overall Equipment Effectiveness* (OEE) Pada Mesin Reaktor Produksi. *Jurnal Lebesgue : Jurnal Ilmiah Pendidikan Matematika, Matematika Dan Statistika*, *3*(1), 160–172. https://doi.org/10.46306/lb.v3i1.109

[4] Mauluddin, Y., Rahmawati, D., & Oktavianti, D. (2022). Perencanaan Pemeliharaan Mesin Produksi dengan Menggunakan *Total Productive Maintenance* untuk Menjamin Kestabilan Proses Produksi. *Jurnal Kalibrasi*, *20*, 86–92. https://jurnal.itg.ac.id/

[5] Musyafa'ah, M., & Sofiana, A. (2022). *Analysis of Total Productive Maintenance (TPM) Application Using Overall Equipment Effectiveness (OEE) and Six Big Losses on Disamatic Machine PT. XYZ*. *Opsi*, *15*(1), 56. https://doi.org/10.31315/opsi.v15i1.6630

[6] Pranowo, I. D. (2019). *Sistem dan Manajemen Pemeliharaan* (D. Novidiantoko, Ed.; Pertama). CV. Budi Utama.

[7] Pratitis, A. C. W., & Maryanty, Y. (2024). Evaluasi Tpm (*Total Productive Maintenance*) Dan Penerapan Am (*Autonomous Maintenance*) Pada Produksi Susu Kental Manis Di Pabrik Dairy. *DISTILAT: Jurnal Teknologi Separasi*, *10*(1), 245–255. https://doi.org/10.33795/distilat.v10i1.4908

[8] Ramadhan, M. F., & Ilmaniati, A. (2024). Analisis *Total Productive Maintenance* Dengan Metode *Overall Equipment Effectivness* Dalam Mengurangi *Six Big Losses* (Studi Kasus Cv . Nusa Jaya). *Prosiding Seminar Nasional Teknologi Industri Berkelanjutan IV*, *2*(2), 1–7.

[9] Sukmoro, W. (2023). *Total Productive Management Praktek Total Productive Maintenance pada Peningkatan Kinerja Manajemen guna Mendongkrak Pertumbuhan Bisnis Berkelanjutan* (S. Anwar, Ed.; Pertama). CV. Budi Utama.

[10] Sulistyo, A. B., & Wirawati, S. M. (2024). Analisis Penerapan *Total Productive Maintenance* (TPM) dengan Perhitungan *Overall Equipment Effectiveness* (OEE) pada Mesin Sewing di PT Parkland World Indonesia. *Sains Dan Teknologi Keilmuan Dan Aplikasi Teknologi Industri*, *24*, 278–288.

[11] Wahid, A., Munir, M., Nuriyanto, N., Misbah, A., & Pusakaningwati, A. (2022). Pengukuran Efektivitas Mesin Chenyueh menggunakan Pendekatan *Overall Equipment Effectiveness* (OEE) dan *Six Big Losses* pada CV. AABI Surabaya. *Journal of Industrial View*, *4*(1), 31–40. https://doi.org/10.26905/jiv.v4i1.7680.