

USULAN PENERAPAN TOTAL PRODUCTIVE MAINTENANCE (TPM) UNTUK MENINGKATKAN EFEKTIVITAS MESIN TOWER 4 PADA PT XYZ DENGAN MENGGUNAKAN METODE OVERALL EQUIPMENT EFFECTIVENESS (OEE)

PROPOSED APPLICATION OF TOTAL PRODUCTIVE MAINTENANCE (TPM) TO IMPROVE THE EFFECTIVENESS OF TOWER 4 MACHINE IN PT XYZ USING THE OVERALL EQUIPMENT EFFECTIVENESS (OEE) METHOD

Muhammad Bangkit Hidayanto¹, Fransiskus Tatas Dwi Atmaji², Endang Budiasih³

^{1,2,3}Program Studi Teknik Industri, ^{1,2,3}Fakultas Rekayasa Industri, ^{1,2,3}Universitas Telkom

¹mbangkith@gmail.com ²Franstatas@telkomuniversity.ac.id ³endangbudiasih@telkomuniversity.ac.id

Abstrak

PT Pikiran Rakyat merupakan salah satu perusahaan yang bergerak dalam bidang percetakan koran atau surat kabar. Mesin Tower 4 merupakan salah satu mesin unit cetak untuk menghasilkan koran, maka dari itu mesin harus selalu siap pakai karena mempengaruhi target produksi dan pendapatan perusahaan. Karena tingginya frekuensi kerusakan pada mesin Tower 4 di tahun 2016-2018 sebesar 369 kali terjadi kerusakan yang menyebabkan rendahnya nilai efektivitas mesin, maka dari itu diperlukannya kegiatan yang dapat meningkatkan efektivitas mesin Tower 4. Pada penelitian ini kegiatan yang akan diterapkan adalah Total Productive Maintenance (TPM) yang bertujuan untuk meningkatkan efektivitas mesin Tower 4. Sebelum melakukan penerapan TPM, terlebih dahulu dilakukan analisis dengan menggunakan metode Overall Equipment Effectiveness (OEE) yang berfungsi untuk menganalisis kondisi existing dari efektivitas mesin Tower 4. Berdasarkan nilai efektivitas mesin Tower 4 di tahun 2016-2018 dengan menggunakan metode OEE pada tahun 2016 sebesar 13.93% untuk tahun 2017 sebesar 13.25%, dan pada tahun 2018 sebesar 12.77%. Nilai OEE tersebut belum mencapai nilai Standart World Class yang ditetapkan yaitu sebesar 85%. Kemudian dilakukan analisis dari Six big loss yang menyebabkan rendahnya nilai OEE. Faktor dari Six big loss yang paling mempengaruhi nilai OEE pada mesin Tower 4 adalah Reduced Speed Loss dan Idling and Minor Stoppage. Faktor dari Six big loss yang paling mempengaruhi nilai OEE pada mesin Tower 4 pada tahun 2016 sebesar 57.88% dan 22.25 % untuk tahun 2017 sebesar 62.08 % dan 20.11 %, dan pada tahun 2018 sebesar 68.24 dan 17.02 % dari total keseluruhan Six big Loss. Kemudian dilakukan analisis dengan menggunakan diagram sebab-akibat (fish bone) untuk mengetahui penyebab terjadinya faktor Six big loss yang paling mempengaruhi nilai OEE dengan mempertimbangkan faktor manusia, lingkungan, metode, material/sparepart, dan mesin.

Kata Kunci: *Total Productive Maintenance (TPM), Overall Equipment Effectiveness (OEE), Efektivitas, Diagram Sebab-Akibat (Fish Bone), Downtime.*

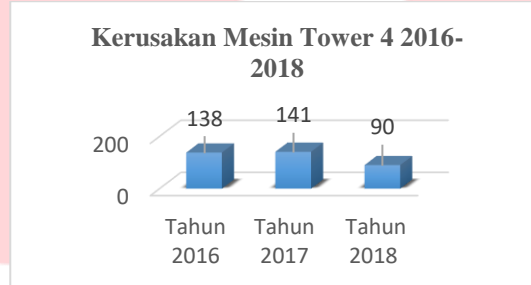
Abstract

PT Pikiran Rakyat is one of the companies that is engaged in printing papers or newspapers. The Tower 4 machine is one of the printing machine units which functions to produce newspapers. So, the machine must always be ready in order to fulfill the company's production target and income. Because of the high frequency damages on a Tower 4 machine (there are 369 damages in 2016 until 2018 that caused the lower quality of the machine, it is necessary to carry out activities that could improve the effectiveness of the Tower 4 machine. In this study, the activities that will be carried out is Total Productive Maintenance (TPM) which aims to increase the effectiveness of the Tower 4 machine. Before implementing the TPM implementation, the analysis is carried out using the Overall Equipment Effectiveness (OEE) method that analyzes the existing condition of effectiveness of the Tower 4 machine. Based on the effectiveness of Tower 4 machine in 2016-2018 using the OEE method, it is amounted to 13.93% in 2016, 13.25% for 2017, and 12.77% for 2018. The OEE value has not yet reached the World Class standard value which has been set at 85%. Then a Six Big Loss analysis is carried out which causes a low OEE value. The Six Big Loss factors that most influence the OEE value of Tower 4 machine are Reduced Speed Loss and Idling and Minor Stoppage, which each of them are amounted to 57.88% and 22.25% in 2016, for 2017 at 62.08% and 62.08%, and in 2018 at 68.24% and 17.02% of the total Six Big Loss. After that, an analysis is carried out using a causal diagram (fish bone) to determine the causes of the Six Big Loss factors that most influence the OEE value by considering human factors, environment, methods, materials/spare parts, and machinery.

Keywords: *Total Productive Maintenance (TPM), Overall Equipment Effectiveness (OEE), Effectiveness, Causal Diagram (Fish Bone), Downtime.*

1 Pendahuluan

PT Pikiran Rakyat merupakan salah satu perusahaan yang bergerak dalam bidang koran atau surat kabar. Pada perkembangan selanjutnya di tahun 2005 PT Pikiran Rakyat melengkapi diri dengan percetakan mesin Goss Universal. Mesin cetak ini atau Tower, mampu mencetak koran atau surat kabar sebanyak 50.000 eksemplar dalam satu jam. Mesin produksi akan berjalan dengan lancar apabila didukung oleh sistem perawatan yang terorganisasi dengan baik. Berdasarkan data-data sekunder yang telah didapatkan dan diolah oleh peneliti, observasi lapangan dan wawancara yang dilakukan didapatkan mesin Tower 4 mengalami frekuensi kerusakan paling banyak. Mesin Tower 4 memiliki frekuensi yang paling tinggi yaitu 369 kali kerusakan selama tahun 2016-2018, dapat dilihat pada Gambar 1 berikut:



Gambar 1-1 Frekuensi Kerusakan Mesin Tower 4

Berdasarkan Gambar 1.3 kerusakan mesin Tower 4 dapat terjadi pada setiap tahunnya. Permintaan maintenance mesin Tower 4 paling besar terjadi pada tahun 2017, sedangkan yang paling kecil terjadi pada tahun 2018. Selama melaksanakan maintenance mesin Tower 4 tidak dapat digunakan, waktu selama Tower 4 tidak digunakan disebut *downtime*. Dalam permasalahan yang dihadapi oleh perusahaan PT Pikiran Rakyat, diperlukannya langkah-langkah yang tepat dalam pemeliharaan mesin, salah satunya yaitu dengan ada penerapan *Total Productive Maintenance* (TPM) dan kemampuan operator serta teknisi yang tidak sama dapat mempengaruhi jalannya produksi karena akan menurunkan nilai efektivitas dari mesin itu sendiri. Untuk meningkatkan nilai efektivitas dari mesin Tower 4 akan dilakukan analisis kondisi *existing* efektivitas mesin menggunakan metode *Overall Equipment Effectiveness* (OEE) dan *Six big loss* untuk mengetahui penyebab utama rendahnya nilai OEE mesin Tower 4. Setelah diketahui akan diberikan usulan dari setiap penyebab rendahnya nilai OEE dan usulan penerapan *Total Productive Maintenance* (TPM).

2 Dasar Teori dan Metodologi Penelitian

2.1 Dasar Teori

2.1.1 Manajemen Perawatan

Maintenance atau perawatan adalah semua tindakan yang diperlukan untuk mengembalikan item/equipment pada kondisi semula (B. Dhillon, 2002). Pengertian lainnya adalah Perawatan (*maintenance*) merupakan aktivitas agar komponen atau sistem yang rusak dapat dikembalikan atau diperbaiki dalam suatu kondisi tertentu pada periode tertentu (Ebeling, 1997).

2.1.2 Tujuan Maintenance

Tujuan dari *maintenance* sebagai berikut:

1. Untuk memperpanjang usia kegunaan aset.
2. Untuk menjamin ketersediaan optimum peralatan yang dipasang untuk produksi.
3. Untuk menjamin kesiapan operasional peralatan yang diperlukan dalam keadaan darurat setiap waktu.
4. Untuk menjamin keselamatan orang yang menggunakan sarana tersebut.

2.1.3 Preventive Corrective dan Predictive Maintenance

Preventive maintenance adalah kegiatan perawatan yang dilakukan sebelum komponen atau sistem mengalami kerusakan dan bertujuan untuk mencegah terjadinya kegagalan fungsi.

Corrective maintenance merupakan kegiatan perawatan yang dilakukan setelah terjadinya kerusakan atau kegagalan pada suatu sistem untuk mengembalikan sistem ke fungsi awal. Kegiatan ini bersifat tidak terjadwal, yang berarti tergantung pada kondisi sistem tersebut.

Predictive maintenance merupakan strategi perawatan dimana pelaksanaannya didasarkan kondisi mesin itu sendiri.

2.1.4 Total Productive Maintenance (TPM)

Kegiatan perawatan mesin berguna untuk menjaga, memelihara, mempertahankan, mengembangkan dan memaksimalkan kinerja mesin untuk dapat beroperasi sesuai dengan fungsinya dan tersedia saat akan digunakan. TPM adalah suatu metode yang bertujuan untuk memaksimalkan efisiensi penggunaan peralatan, dan memantapkan sistem perawatan preventif yang dirancang untuk keseluruhan peralatan dengan mengimplementasikan suatu aturan dan memberikan motivasi kepada seluruh bagian yang berada di dalam suatu perusahaan tersebut, melalui peningkatan komponesipasi dari seluruh anggota yang terlibat mulai dari manajemen puncak sampai kepada level terendah. TPM terdiri dari delapan bagian berbeda kemudian dikenal sebagai pilar.

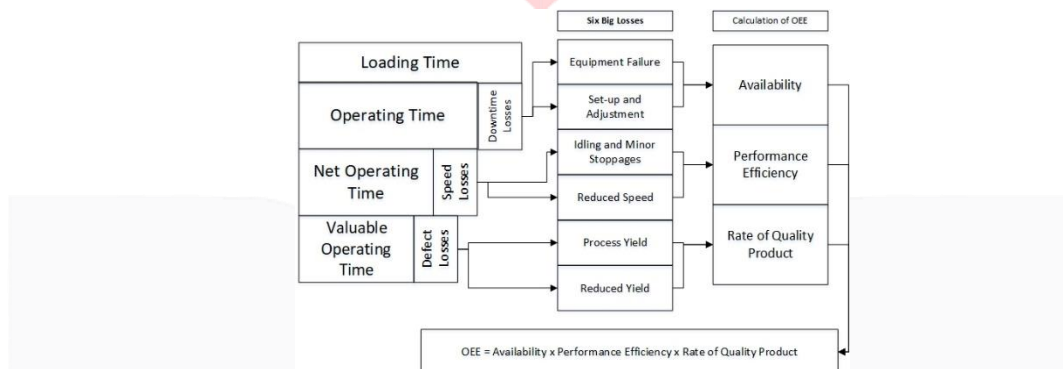
Pilar-pilar dari TPM adalah Manajemen Tahap Awal, Kesehatan dan Keamanan, Edukasi dan Pelatihan, *Autonomous Maintenance* (AM), Perawatan Terencana, Pemeliharaan Kualitas, Pengembangan Terfokus, dan Sistem Pendukung. Perawatan Terencana atau *Preventive Maintenance* merupakan tindakan yang dilakukan dalam sebuah jadwal yang terencana, periodik, dan spesifik untuk menjaga sebuah perangkat dalam kondisi operasional yang ditentukan, dengan melalui proses pemeriksaan dan rekondisi.

2.2 Overall Equipment Effectiveness (OEE)

Overall equipment effectiveness (OEE) merupakan produk dari *six big losses* pada mesin/peralatan. Keenam faktor dalam *six big losses* seperti telah dijelaskan diatas, dapat dikelompokkan menjadi tiga komponen utama dalam OEE untuk dapat digunakan dalam mengukur kinerja mesin/ peralatan yaitu *downtime losses*, *speed losses*, dan *defect losses*. OEE mengukur efektivitas keseluruhan peralatan dengan mengalikan *availability*, *performance efficiency*, dan *rate of quality product*. Pengukuran efektivitas ini mengkombinasikan faktor waktu, kecepatan, dan kualitas operasi dari peralatan dan mengukur bagaimana faktor-faktor ini dapat meningkatkan nilai tambah. Hubungan antar peralatan, *six big losses*, dan perhitungan OEE.

2.2.1 Overall Equipment Effectiveness (OEE)

Overall equipment effectiveness (OEE) merupakan produk dari *six big losses* pada mesin/peralatan. Keenam faktor dalam *six big losses* seperti telah dijelaskan diatas, dapat dikelompokkan menjadi tiga komponen utama dalam OEE untuk dapat digunakan dalam mengukur kinerja mesin/ peralatan yaitu *downtime losses*, *speed losses*, dan *defect losses*. OEE mengukur efektivitas keseluruhan peralatan dengan mengalikan *availability*, *performance efficiency*, dan *rate of quality product*. Pengukuran efektivitas ini mengkombinasikan faktor waktu, kecepatan, dan kualitas operasi dari peralatan dan mengukur bagaimana faktor-faktor ini dapat meningkatkan nilai tambah. Hubungan antar peralatan, *six big losses*, dan perhitungan OEE.



Gambar 2-1 Hubungan Peralatan, *Six Big Losses*, dan OEE

2.2.2 Six Big Losses

Pengukuran efektivitas mesin/peralatan dapat diidentifikasi melalui the *six big losses* di antaranya :

1. Equipment Failures

Equipment failures disebabkan oleh kecacatan peralatan yang membutuhkan perbaikan. Kerugian besar meliputi *product opportunity loss*, *sparepart loss*, *sporadic losses*.

2. Set-up and Adjustments

Set-up and adjustments disebabkan oleh perubahan-perubahan dalam kondisi operasi, seperti pergantian jenis produk yang dibuat, pergantian shift, penyesuaian kondisi operasi.

3. Idling and Minor Stoppages

Idling and minor stoppages, karena kesalahan sensor atau menunggu material/part yang akan datang atau diproses. Idling and minor stoppages disebabkan karena kejadian mesin terhambat terhenti sejenak dan idle.

4. Reduced Speed Losses

Reduced speed losses disebabkan karena menurunnya kecepatan mesin, mesin tidak bekerja pada kecepatan normalnya.

5. Scrap and Re-work

Scrap disebabkan karena produk yang dihasilkan berada di luar spesifikasi atau cacat pada saat proses produksi berlangsung secara normal, serta kualitas yang dihasilkan buruk. Produk harus dikerjakan ulang atau *re-work*.

6. Reduced Yield Losses

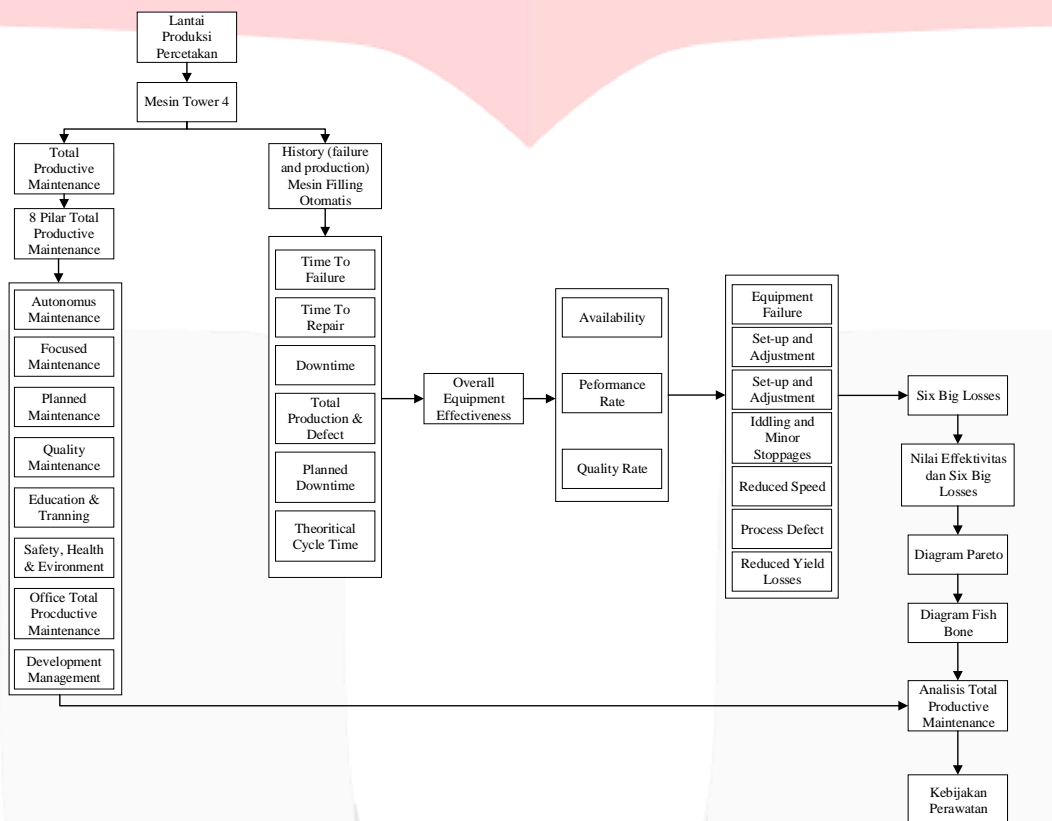
Reduced Yield Losses dibagi menjadi dua, yaitu kerugian bahan baku akibat desain produk dan metode manufaktur serta kerugian penyesuaian karena cacat kualitas produk yang diproduksi pada awal proses produksi dan saat terjadi pergantian.

2.2.3 Fish Bone Diagram

Diagram sebab-akibat (*Fish Bone Diagram*) adalah sebuah gambar yang terdiri dari garis dan symbol yang dirancang untuk menunjukkan antara dampak dan penyebab (Besterfielf, D.H, 2003). Pada diagram sebab-akibat dengan akibat berada di sebelah kanan dan penyebab sebelah kiri. Akibat adalah suatu karekteristik dan kualitas yang harus diperbaiki. Penyebab dipecah menjadi penyebab utama dan penyebab minor, Penyebab utama terdiri dari *methods, material, measurement, people, equipment dan evrinment*.

2.2.4 Model Konseptual

Model konseptual merupakan bentuk aliran yang menunjukkan hubungan konsep pemikiran yang dirangkaikan berdasarkan aspek hipotesis dan teoritis untuk menuntun penelitian mencapai tujuan yang diinginkan. Aliran atau langkah-langkah untuk melakukan penelitian ini dituangkan dalam model konseptual, berdasarkan penelitian yang akan dilakukan pada mesin Tower 4 maka untuk itu bisa dilihat pada gambar di bawah, Penelitian ini akan menghasilkn ukuran *performance* dari mesin Tower 4 dengan menggunkana metode *Total Productive Maintenance (TPM)* dan *overall equipment effectiveness (OEE)*. Berikut ini merupakan model konseptual berdasarkan pada permasalahan yang akan diteliti.



Gambar 2-2 Model Konseptual

3 Pembahasan

3.1 Perhitungan Overall Equipment Effectiveness

Berdasarkan hasil perhitungan OEE pada mesin Tower 4 yang dapat dilihat pada Tabel dibawah. Dapat diketahui apakah nilai *availability, performance rate, dan quality rate* pada mesin-mesin tersebut sudah memenuhi kriteria yang telah ditetapkan oleh *Japanese Institute of Plant Maintenance (JIPM)* atau belum. JIPM menetapkan batasan ideal dari indeks OEE berdasarkan pengalaman perusahaan - perusahaan, berupa:

Tabel 3-1 OEE Industry Standard World Class

OEE Standard Word Class	
<i>Availability</i>	90.0%
<i>Performance</i>	95.0%
<i>Quality</i>	99.9%
<i>Overall</i>	85.0%

Berikut adalah tabel klasifikasi pemenuhan kriteria JIPM dari hasil perhitungan OEE:

a. $Availability = (operating\ time / loading\ time) \times 100\% = ((loading\ time - downtime) / loading\ time) \times 100\%$

- b. $Performance\ Efficiency = ((processed\ amount \times theoretical\ cycle\ time) / operating\ time) \times 100\%$
- c. $Quality\ Product = ((processed\ amount - number\ of\ defect) / processed\ amount) \times 100\%$

Tabel 3-2 Nilai Overall Equipment Effectiveness

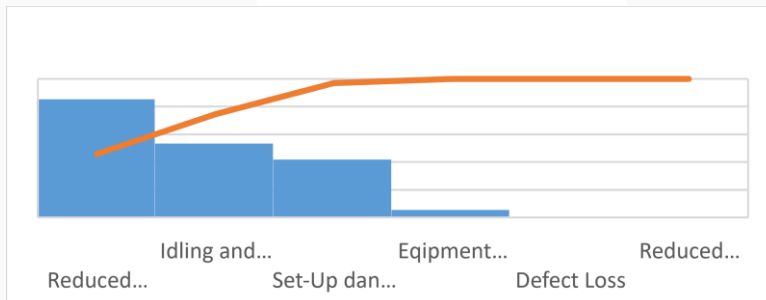
Tahun	Pemenuhan Nilai JIPM		
	Availability	Performance Rate	Quality Rate
2016	77.54%	18.25%	99.23%
	TIDAK	TIDAK	YA
2017	76.40%	17.63%	99.23%
	TIDAK	TIDAK	YA
2018	83.78%	15.42%	99.34%
	TIDAK	TIDAK	YA

3.2 Six Big Losses

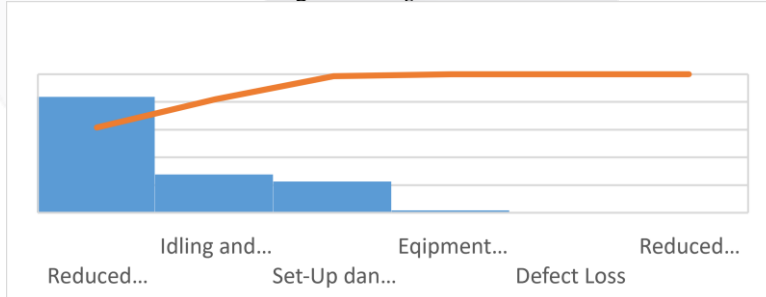
Pada *six big losses* ini menunjukkan bahwa, Persentase terbesar pertama dari total *six big losses* adalah *defect losses* sebesar 36,65%, hal tersebut menunjukkan bahwa *defect losses* terjadi karena produk tidak memenuhi spesifikasi yang telah ditentukan, Membuat produk mejadi *downgrade* dan ini menjadi *losses* yang harus diperhatikan, persentase terbesar kedua dari total *Six big losses* terdapat pada *reduce speed* sebesar 28,75%, hal tersebut menunjukkan bahwa mesin beroperasi tidak mencapai waktu ideal yang telah ditentukan. Persentase terbesar ketiga dari total *six big losses* adalah *idling and minor stoppages* sebesar 24,05%, hal tersebut menunjukam bahwa mesin berhenti secara berulang-ulang dan terlalu seringnya mesin tidak bekerja dikarenakan menganggur atau menunggu sehingga berpengaruh pada proses produksi, salah satunya terjadinya selisih produksi pada produk. Untuk mengatasi masalah kerugian karena *idling and minor stoppages* adalah melakukan perawatan *preventive, corrective*, dibuatkan standar kerja dalam penggantian material mesin. Mesin yang dipengaruhi faktor *idling and minor stoppages* juga dapat membuat waktu operasi mesin tidak mencapai waktu ideal. Oleh karena itu *reduce speed* menjadi salah satu persentase *losses* terbesar.

Dimana persamaannya:

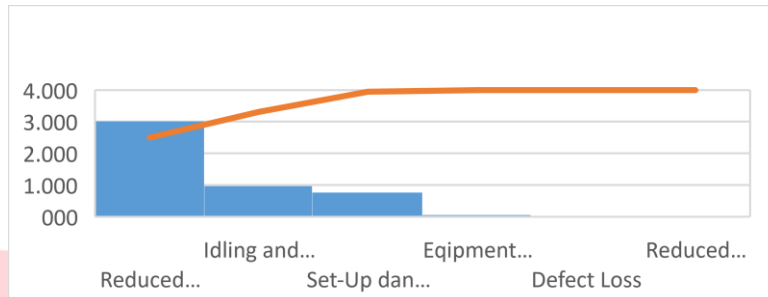
- a. $Breakdown\ Loss = \frac{Total\ Breakdown\ Time}{Loading\ Time} \times 100\%$
- b. $Setup\ and\ Adjustment\ Losses = \frac{Total\ Setup\ and\ Adjustment}{Loading\ Time} \times 100\%$
- c. $Idling\ Minor\ Soppages\ Losses = \frac{(Jumlah\ target - jumlah\ produksi) \times Teorical\ cycle\ time}{Loading\ Time} \times 100\%$
- d. $Reduce\ Speed\ Losses = \frac{Actual\ Operation\ time - ideal\ operation\ time}{Loading\ Time} \times 100\%$
- e. $Defect\ Losses = \frac{(Total\ Reject \times Ideal\ Cycle\ Time)}{Loading\ Time} \times 100\%$
- f. $Start\ up\ Losses = \frac{Waktu\ Siklus\ Ideal \times jumlah\ cacat\ pada\ awal\ produksi}{Loading\ Time} \times 100\%$



Gambar 3-2 Hasil Perhitungan Six Big Loss Mesin Tower 4 Tahun 2016

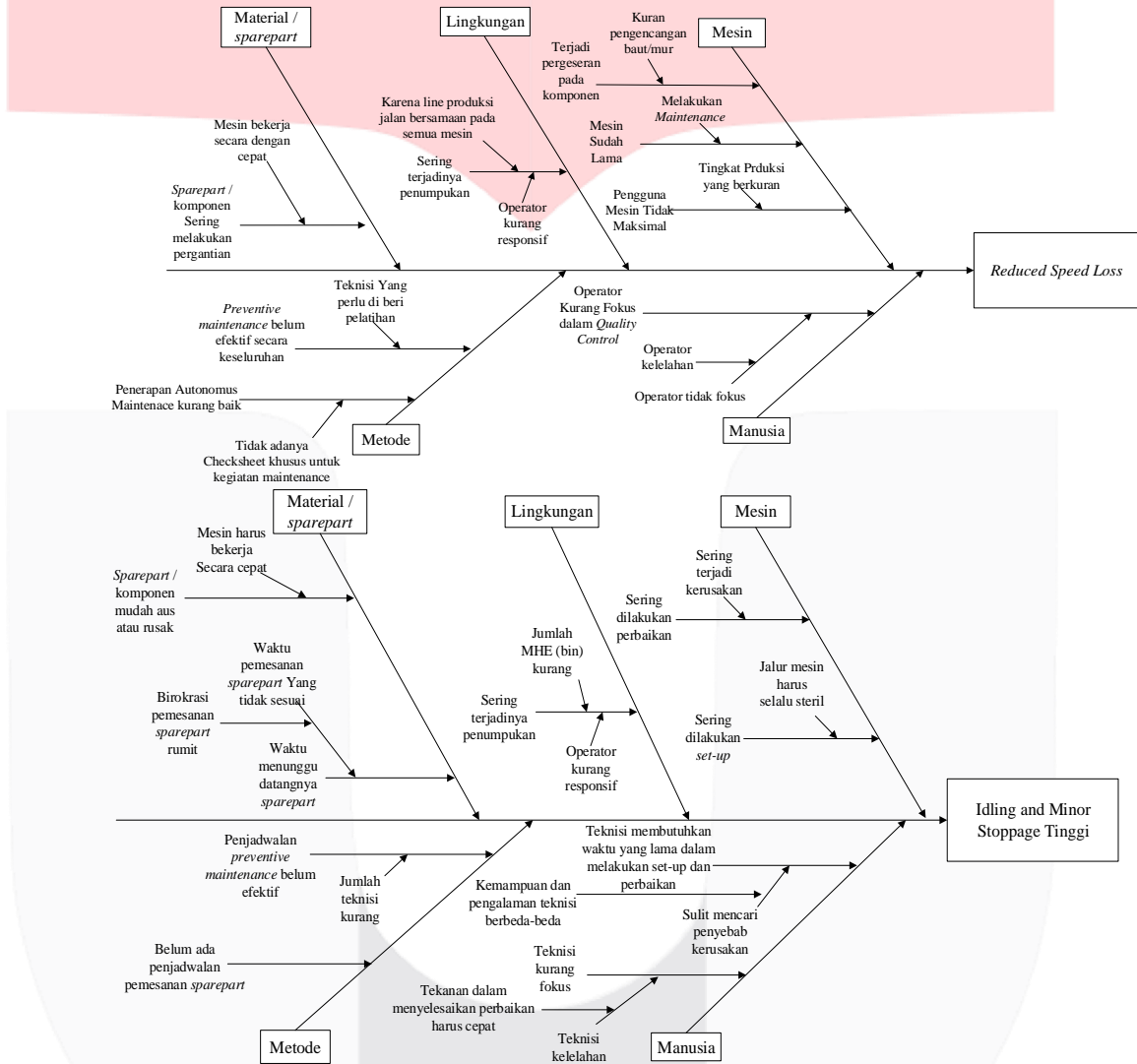


Gambar 3-3 Hasil Perhitungan Six Big Loss Mesin Tower 4 Tahun 2017



Gambar 3-4 Hasil Perhitungan *Six Big Loss* Mesin Tower 4 Tahun 2018

3.3 Analisis Fish Bone Diagram



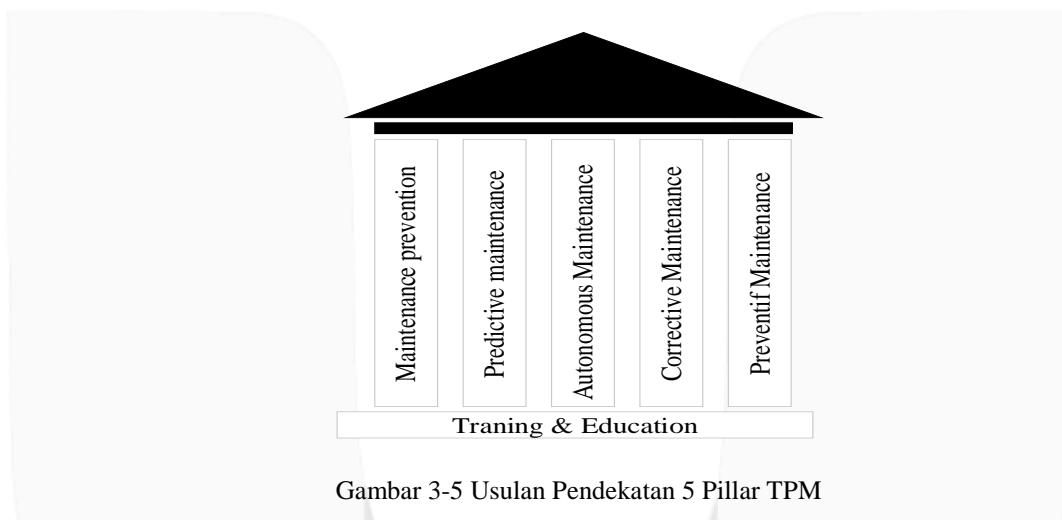
3.4 Usulan Rancangan Penerapan Total Productive Maintenance (TPM)

Tahapan	Langkah-Langkah Implementasi TPM
<i>Preparation</i>	1. Memberitahukan keputusan <i>Top Management</i> untuk melakukan implementasi TPM
	2. Menyelenggarakan pendidikan serta kampanye mengenai TPM
	3. Membuat organisasi/divisi untuk TPM
	4. Menentukan kebijakan dasar dan target dari TPM
	5. Menyusun <i>Master Plan</i> untuk pengembangan TPM
<i>Preliminary Implementation</i>	6. Peresmian dimulainya penerapan TPM

<p><i>TPM Implementation</i></p>	<p>7. Meningkatkan efektivitas mesin/peralatan</p> <p>8. Merapakan dan mengembangkan program <i>Autonomous Maintenance</i></p> <p>9. Mengembangkan program <i>Preventive Maintenance</i> untuk divisi <i>maintenance</i></p> <p>10. Menyelenggarakan pelatihan untuk memperbaiki dan mengembangkan pengetahuan dan <i>skill</i> dari operator dan teknisi</p> <p>11. Pengembangan tahap awal dari manajemen program tentang peralatan</p>
<p><i>Stabilization</i></p>	<p>12. Penerapan TPM secara menyeluruh dan evaluasi</p>

3.5 Analisis Terhadap Usulan Rancangan Penerapan *Total Productive Maintenance (TPM) Pada Divisi Maintenance*

Dalam 12 langkah diatas yang telah dibagi menjadi 4 tahap yaitu Preparation, Preliminary Implementation, TPM Implementation, Stabilization. Dan telah direncanakan pada proses implementasi TPM, pada tingkat tertinggi memerlukan inisialisasi, implementasi, dan pelembagaan. Dalam model ini, "Pelatihan dan Pendidikan" adalah elemen integral dari semua pilar lainnya daripada pilar yang berdiri sendiri seperti dalam model Nakajima. TPM berfokus pada peralatan yang mudah dioperasikan, membutuhkan pekerjaan pemeliharaan minimum, dan mampu diandalkan, berbiaya rendah, dan operasi berkualitas tinggi.



Gambar 3-5 Usulan Pendekatan 5 Pillar TPM

4 Kesimpulan

Nilai overall equipment effectiveness mesin Tower 4 yaitu, nilai Availability mesin Tower 4 pada tahun 2016 sebesar 77.54% untuk Availability mesin Tower 4 pada tahun 2017 sebesar 76.40% dan untuk nilai Availability mesin Tower 4 pada tahun 2018 sebesar 83.78%. Nilai Performance Rate mesin Tower 4 pada tahun 2016 sebesar 18.25% untuk Performance Rate tahun 2017 sebesar 17.63 %, dan untuk nilai Performace Rate mesin Tower pada tahun 2018 sebesar 15.42%. Nilai Quality Rate mesin Tower 4 pada tahun 2016 sebesar 99.23% untuk Quality Rate tahun 2017 sebesar 99.23%, dan untuk nilai Quality Rate mesin Tower 4 pada tahun 2018 sebesar 99.34%.

Berdasarkan JIMP untuk kesimpulan OEE perusahaan tidak memenuhi standar KPI 85%, sedangkan nilai *Overall Equipment Effectiveness (OEE)* pada tahun 2016 sebesar 12,93 % untuk tahun 2017 sebesar 13.25%, dan untuk nilai OEE mesin Tower 4 pada tahun 2018 sebesar 12,77%. Dari hasil OEE dan *six big losses* dapat diambil kesimpulan bahwa mesin memiliki performasi yang kurang bagus, dikarenakan tidak sesuai dengan standar KPI pada JIMP dan memiliki faktor defect paling tinggi, maka dari itu disarankan ke perusahaan untuk mengkaji ulang penggunaan mesin maupun dari sumber daya manusianya.

DAFTAR PUSTAKA

- [1] F. T. D. Atmaji, "Optimasi Jadwal Perawatan Pencegahan Pada Mesin Tenun Unit Satu Di PT KSM, Yogyakarta," *J. Rekayasa Sist. Ind.*, vol. 2, no. April, pp. 7–11, 2015.
- [2] A. R. Eliyus, J. Alhilman, and Sutrisno, "Estimasi Biaya Maintenance Dengan Metode Markov Chain Dan Penentuan Umur Mesin Serta Jumlah Maintenance Crew Yang Optimal Dengan Metode Life Cycle Cost (Studi Kasus: PT Toa Galva)," *J. Rekayasa Sist. Ind.*, vol. 1, no. 2, pp. 48–54, 2014.
- [3] U. T. Kirana, J. Adhilman, and Sutrisno, "Perencanaan Kebijakan Perawatan Mesin Corazza FF100 Pada Line 3 PT XYZ Dengan Metode Reliability Centered Maintenance (RCM) II," *J. Rekayasa Sist. Ind.*, vol. 03, pp. 47–53, 2016.
- [4] X. John and Wang, *Lean Manufacturing Business Botton-Line Based*. USA: CRC Press Taylor & Francis Group, 2011.
- [5] S. Borris, *Total Productive Maintenance*. United States of America: McGraw-Hill, 2006.
- [6] N. Dhamayanti, D. S., Alhilman, J., & Athari, "Usulan Preventive Maintenance Pada Mesin KOMORI LS440 dengan Menggunakan Metode Reliability Centered Maintenance (RCM II) dan Risk Based Maintenance (RBM) di PT ABC," *J. Rekayasa Sist. Ind.*, vol. 3, no. April, pp. 31–37, 2016.
- [7] P. Willmott, *Total Productive Maintenance*. England: The Western Way, 1994.
- [8] Davis and K. Roy, *Productivity Improvement Through TPM*. United Kingdom: Prentice Hall, 1995.
- [9] T. Wireman, *Total Productive Maintenance*, Second Edi. Industrial Press Inc, 2004.
- [10] S. Nakajima, *Introduction to TPM Total: Productive Maintenance*. Productivity Press: Cambridge, 1988.
- [11] Vorne Industries, *The Fast Guide to OEE*. United State of America: Vorne Industries, 2008.
- [12] et al Besterfield, D. H, *Total Quality Management*. New Jersey: Pearson Education, 2003.
- [13] J. Venkatesh, "An Introduction to Total Productive Maintenance," *Plant Maintenance Resource Center*, 2007. [Online]. Available: http://www.plantmaintenance.com/articles/tpm_intro.shtml.