

Analisis Penerapan *Total Productive Maintenance* Pada Industri Pipa Baja

Yopi Ramadhani Robi Putra¹, Fuad Achmadi²

¹Jurusan Teknik Industri, Fakultas Teknologi Industri, Institut Teknologi Adhi Tama Surabaya

²Jurusan Teknik Industri, Fakultas Teknologi Industri, Institut Teknologi Nasional Malang

Email: ¹yopiramadhanirobi@gmail.com, ²fuadachmadi@gmail.com

Abstract

PT. ABC is a manufacturing industry engaged in the production of steel pipes. One of the dominant machines for production activities is the slitter machine. The maintenance system applied is preventive maintenance but the implementation is not optimal because slitter machines often experience maintenance breakdowns. Data for 12 months shows that the slitter machine experienced 1281 hours of downtime. This study aims to analyze the implementation of Total Productive Maintenance with the Overall Equipment Effectiveness (OEE) approach and six big losses. OEE calculation results show a value of 75.9%. There are two components that are still not good and are below world class standards, namely availability of 77.3% and quality of 98.7%. And from the results of the analysis of the six big losses obtained dominant losses to the low value of availability is set up and adjustment with a percentage loss of 20%.

Keywords: OEE, Six Big Losses, Slitter, TPM

Abstrak

PT. ABC adalah industri manufaktur yang bergerak dalam bidang produksi pipa baja. Salah satu mesin yang dominan terhadap aktivitas produksinya adalah mesin slitter. Sistem perawatan yang diterapkan adalah preventive maintenance namun implementasinya belum optimal karena mesin slitter sering mengalami breakdown maintenance. Data selama 12 bulan menunjukkan bahwa mesin slitter mengalami 1281 jam downtime. Penelitian ini bertujuan untuk melakukan analisis penerapan Total Productive Maintenance dengan pendekatan Overall Equipment Effectiveness (OEE) dan six big losses. Hasil perhitungan OEE menunjukkan nilai sebesar 75,9%. Terdapat dua komponen yang masih kurang baik dan berada dibawah standar kelas dunia yaitu availability sebesar 77,3% dan quality sebesar 98,7%. Dan dari hasil analisis six big losses diperoleh losses yang dominan terhadap rendahnya nilai availability adalah set up and adjustment dengan persentase losses sebesar 20%.

Kata Kunci: OEE, Six Big Losses, Slitter, TPM

1. Pendahuluan

Dalam upaya peningkatan produktivitas, dibutuhkan suatu mekanisme yang memiliki manfaat dalam peningkatan efisiensi mesin. Salah satu yang bisa diterapkan adalah *Total Productive Maintenance* (TPM) [1]. *Total Productive Maintenance* (TPM) adalah kegiatan perencanaan pemeliharaan peralatan dari aspek pemeriksaan, perbaikan kecil sampai perbaikan yang terencana dengan melibatkan semua personil yang terkait dengan pemeliharaan [2]. Filosofi yang dikandung oleh TPM memungkinkan bagi perusahaan untuk melakukan program pemeliharaan mesin/peralatan sehingga proses produksi dapat berjalan dengan efektif dan efisien. Melalui TPM perusahaan dapat menemukan potensi-potensi pemborosan yang ditimbulkan dari aktivitas produksinya.

PT. ABC adalah industri manufaktur yang bergerak dalam bidang produksi pipa baja. Produk yang dihasilkan adalah pipa baja jenis bulat dan jenis kotak dengan ketebalan sesuai permintaan pelanggan dan standart yang berlaku. Produk yang dihasilkan banyak digunakan untuk proyek pembangunan dalam Negeri maupun swasta dan sebagian lainnya dieksport untuk memenuhi kebutuhan pasar luar negeri. Dalam melakukan aktivitas produksinya PT. ABC kerap kali menemui permasalahan yang berkaitan dengan mesin dan peralatan yang digunakan. Peralatan yang digunakan

dalam proses produksi berjalan 24 jam *non-stop*, sehingga efektivitas dan efisiensi peralatan menjadi hal yang sangat diutamakan. Salah satu stasiun kerja yang memberikan peran penting terhadap kelangsungan proses produksi pada PT. ABC adalah mesin *slitter*. Pada stasiun kerja tersebut dilakukan proses pemotongan baja gulungan (*coil*) secara memanjang/longitudinal sesuai dengan lebar yang dibutuhkan untuk bahan baku pembuatan pipa baja. Mesin bekerja berdasarkan order yang diturunkan oleh pihak PPIC. Semakin banyak order yang ada maka mesin dituntut supaya selalu siap ketika dibutuhkan, sehingga produktivitas mesin perlu untuk diukur dan diketahui sampai sejauh mana tingkatannya.

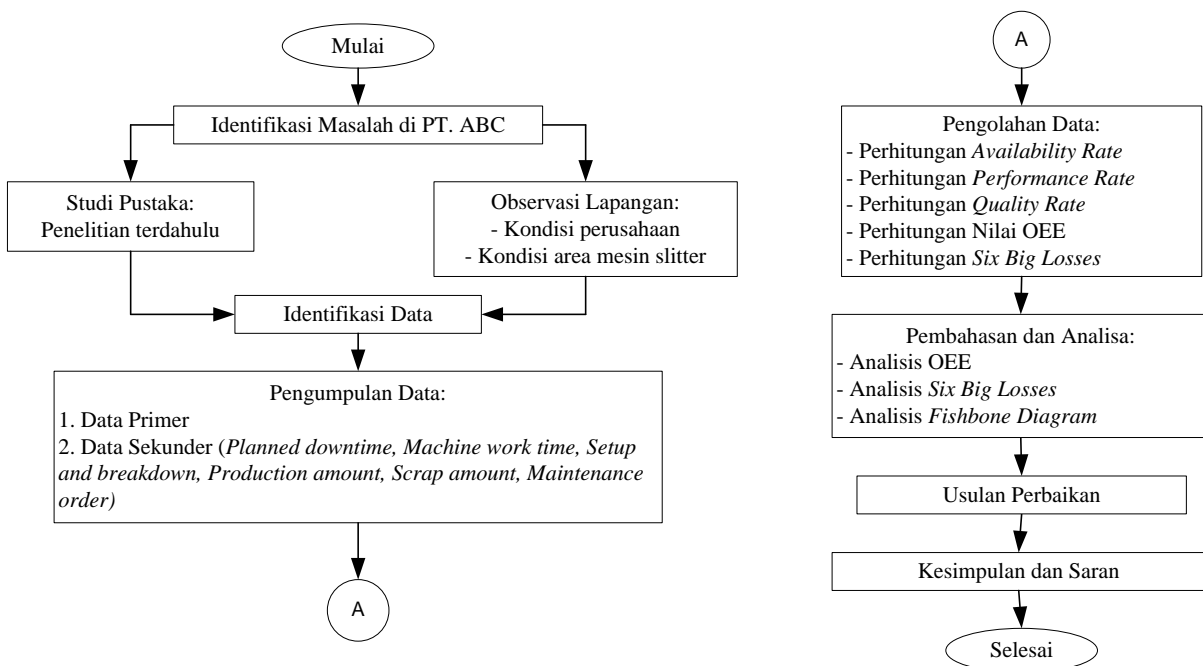
Sistem perawatan yang diterapkan pada PT. ABC adalah *preventive maintenance* namun implementasinya belum optimal karena mesin *slitter* sering mengalami *breakdown maintenance*. Tentu hal tersebut akan berdampak pada pemborosan waktu yang ditimbulkan dari perawatan yang dilakukan karena jenis kerusakan yang terjadi bisa saja berat sehingga membutuhkan waktu yang lebih lama dalam proses perbaikan, sehingga dapat menghambat produktivitas mesin. Sistem perawatan memegang peranan penting dalam dunia industri. Bahkan perusahaan akan mengalami kerugian besar jika tidak memperhatikan perawatan dengan baik, seperti terjadinya kerusakan mesin, meningkatnya produk cacat, intensitas penggantian komponen yang terlalu sering [3].

Tujuan dari penelitian ini adalah melakukan analisis penerapan *Total Productive Maintenance* dengan pendekatan OEE (*Overall Equipment Effectiveness*) dan *six big losses* serta memberikan usulan perbaikan yang terbaik untuk efektifitas perawatan sehingga produktivitas dapat dicapai.

2. Metode

Metodologi penelitian menggambarkan tahap-tahap yang dilakukan oleh peneliti dalam melakukan penelitian. Tahap awal dimulai dengan proses identifikasi masalah di PT. ABC, tahap kedua adalah studi pustaka dan observasi lapangan untuk mengumpulkan informasi terkait teori dan metode pendekatan dalam menyelesaikan persoalan. Tahap ketiga adalah identifikasi dan pengumpulan data (data primer dan data sekunder). Selanjutnya dilakukan tahap pengolahan data dan dilakukan perhitungan *availability rate*, *performance rate*, dan *quality rate* sehingga bisa didapatkan nilai OEE dan *six big losses*. Setelah pengolahan data dilakukan lanjut pada tahap pembahasan dan analisa. Sampai dengan tahap akhir yaitu usulan perbaikan yang diberikan dan kesimpulan.

Tahapan alur penelitian diuraikan pada gambar berikut:



Gambar 1. Tahapan proses penelitian

3. Hasil dan Pembahasan

Seperti yang telah diuraikan pada tahapan proses penelitian diatas, bahwa penelitian dimulai dengan pengumpulan data historis yang menunjang untuk dilakukan perhitungan OEE dan *six big losses*, dimana data historis yang dimaksud adalah *planned downtime*, *set up and ajsument*, dan *breakdown time*.

Tabel 1. Data Planned Downtime

No	Bulan	Planned Downtime (Menit)	Planned Downtime (Jam)
1	November 2018	120	2
2	Desember 2018	90	1.5
3	Januari 2019	150	2.5
4	Februari 2019	90	1.5
5	Maret 2019	120	2
6	April 2019	150	2.5
7	Mei 2019	90	1.5
8	Juni 2019	180	3
9	Juli 2019	150	2.5
10	Agustus 2019	120	2
11	September 2019	150	2.5
12	Oktober 2019	150	2.5

Tabel 2. Data Set Up and Adjustment

No	Bulan	Set Up and Adjusment (Menit)	Set Up and Adjusment (Jam)
1	November 2018	5110	85.17
2	Desember 2018	6120	102
3	Januari 2019	4995	83.25
4	Februari 2019	4850	80.83
5	Maret 2019	5040	84
6	April 2019	5715	95.25
7	Mei 2019	5400	90
8	Juni 2019	2715	45.25
9	Juli 2019	6270	104.5
10	Agustus 2019	7050	117.5
11	September 2019	6625	110.42
12	Oktober 2019	6990	116.5

Tabel 3. Data Breakdown

No	Bulan	Breakdown (Menit)	Breakdown (Jam)
1	November 2018	1230	20.5
2	Desember 2018	1860	31
3	Januari 2019	415.2	6.92
4	Februari 2019	345	5.75
5	Maret 2019	445.2	7.42
6	April 2019	480	8
7	Mei 2019	435	7.25
8	Juni 2019	1830	30.5
9	Juli 2019	79.8	1.33
10	Agustus 2019	330	5.5
11	September 2019	469.8	7.83
12	Oktober 2019	510	8.5

Setelah data-data penunjang dihimpun, selanjutnya adalah melakukan analisis perhitungan *availability*, *performance*, dan *quality*. *Availability ratio* merupakan suatu perbandingan yang menggambarkan pemanfaatan waktu yang tersedia untuk kegiatan operasi mesin atau peralatan [4].

$$Availability = \frac{Operation\ Time}{Loading\ Time} \times 100\% \quad (1)$$

Tabel 4. Hasil Perhitungan Availability Mesin Slitter

No	Bulan	Waktu Kerja Mesin (Jam)	Planned Downtime (Jam)	Total Downtime (Jam)	Loading Time (Jam)	Operating Time (Jam)	Availability (%)
1	November 2018	428.0	2	105.7	426	320.3	75.2%
2	Desember 2018	457.0	1.5	133.0	456	322.5	70.8%
3	Januari 2019	413.0	2.5	90.2	411	320.3	78.0%
4	Februari 2019	374.0	1.5	86.6	373	285.9	76.8%
5	Maret 2019	479.0	2	91.4	477	385.6	80.8%
6	April 2019	434.5	2.5	103.3	432	328.8	76.1%
7	Mei 2019	502.5	1.5	97.3	501	403.8	80.6%
8	Juni 2019	374.0	3	75.8	371	295.3	79.6%
9	Juli 2019	570.0	2.5	105.8	568	461.7	81.4%
10	Agustus 2019	539.5	2	123.0	538	414.5	77.1%
11	September 2019	501.0	2.5	118.2	499	380.3	76.3%
12	Oktober 2019	500.5	2.5	125.0	498	373.0	74.9%

Performance ratio adalah rasio yang merepresentasikan kemampuan dari mesin atau peralatan dalam menghasilkan produk/barang.

$$Performance\ ratio = \frac{Processed\ amount \times Ideal\ cycle\ time}{Operation\ Time} \times 100\% \quad (2)$$

Tabel 5. Perhitungan *Performance Efficiency*

No	Bulan	Jumlah Produksi (Ton)	Waktu Siklus Ideal (Jam/Ton)	Operating Time (Jam)	Performance (%)
1	November 2018	3385.8	0.094	320.3	99.5%
2	Desember 2018	3194.7	0.101	322.5	99.7%
3	Januari 2019	2462.0	0.129	320.3	99.4%
4	Februari 2019	2970.1	0.096	285.9	99.6%
5	Maret 2019	4945.5	0.078	385.6	99.6%
6	April 2019	3606.6	0.091	328.8	99.4%
7	Mei 2019	5334.5	0.075	403.8	99.7%
8	Juni 2019	3120.6	0.094	295.3	99.2%
9	Juli 2019	5495.1	0.084	461.7	99.6%
10	Agustus 2019	4735.9	0.087	414.5	99.6%
11	September 2019	4786.5	0.079	380.3	99.5%
12	Oktober 2019	4542.7	0.082	373.0	99.5%

Quality ratio adalah rasio yang menggambarkan kemampuan mesin/peralatan dalam menghasilkan produk/barang yang sesuai dengan standar yang telah ditetapkan.

$$Quality\ ratio = \frac{Processed\ Amount \times Defect\ Amount}{Processed\ Amount} \times 100\% \quad (3)$$

Tabel 6. Hasil Perhitungan *Quality*

No	Bulan	Jumlah Produksi Kotor (Ton)	Produk Baik (Ton)	Afval (Ton)	Quality (%)
1	November 2018	3,385.77	3,343.61	42.16	98.8%
2	Desember 2018	3,194.71	3,147.54	47.16	98.5%
3	Januari 2019	2,461.96	2,424.13	37.83	98.5%
4	Februari 2019	2,970.13	2,916.42	53.71	98.2%
5	Maret 2019	4,945.50	4,872.47	73.03	98.5%
6	April 2019	3,606.57	3,553.64	52.94	98.5%
7	Mei 2019	5,334.53	5,260.42	74.12	98.6%
8	Juni 2019	3,120.58	3,080.48	40.09	98.7%
9	Juli 2019	5,495.12	5,429.00	66.12	98.8%
10	Agustus 2019	4,735.94	4,687.91	48.03	99.0%
11	September 2019	4,786.51	4,740.49	46.02	99.0%
12	Oktober 2019	4,542.71	4,500.71	42.01	99.1%

Setelah *availability*, *performance*, dan *quality* didapatkan maka selanjutnya dapat diperoleh nilai OEE.

$$OEE = Availability\ Ratio \times Performance\ Ratio \times Quality\ Ratio \quad (4)$$

Tabel 7. Hasil Perhitungan Nilai OEE

No	Bulan	Availability (%)	Performance (%)	Quality (%)	OEE (%)
1	November 2018	75.2%	99.5%	98.8%	73.9%
2	Desember 2018	70.8%	99.7%	98.5%	69.5%
3	Januari 2019	78.0%	99.4%	98.5%	76.4%
4	Februari 2019	76.8%	99.6%	98.2%	75.1%
5	Maret 2019	80.8%	99.6%	98.5%	79.3%
6	April 2019	76.1%	99.4%	98.5%	74.6%
7	Mei 2019	80.6%	99.7%	98.6%	79.2%
8	Juni 2019	79.6%	99.2%	98.7%	77.9%
9	Juli 2019	81.4%	99.6%	98.8%	80.0%
10	Agustus 2019	77.1%	99.6%	99.0%	76.1%
11	September 2019	76.3%	99.5%	99.0%	75.2%
12	Oktober 2019	74.9%	99.5%	99.1%	73.8%
	Rata-rata	77.3%	99.5%	98.7%	75.9%

Hasil perhitungan rata-rata nilai OEE mesin *Slitter* pada PT. ABC selama periode November 2018 – Oktober 2019 didapatkan sebesar 75,9% dan menurut [5] nilai tersebut masuk dalam kategori sedang (60% - 84%). Terdapat selisih sebesar 9,1% untuk bisa mencapai OEE kelas dunia yaitu 85%. Untuk bisa mencapai nilai OEE 85%, masing-masing komponen penyusun harus memenuhi standar minimal yang dipersyaratkan, *availability* minimal 90%, *performance* minimal 95%, dan *quality* minimal 99% [6]. Nilai yang didapatkan pada mesin *Slitter* PT. ABC adalah *availability* sebesar 77,3%, *performance* sebesar 99,5%, dan *quality* sebesar 98,7%. Pada *availability* terdapat selisih sebesar 12,7% untuk bisa mencapai batas minimal yang ditentukan (90%). Pada *performance* sudah menunjukkan nilai yang baik dan melebihi batas minimal yang ditentukan (95%). Pada *quality* terdapat selisih sebesar 0,3% untuk bisa mencapai batas minimal yang ditentukan (99%).

Setelah nilai OEE diperoleh analisis selanjutnya adalah menghitung *six big losses*. Pengukuran nilai *six big losses* adalah tindakan yang dilakukan tidak hanya fokus pada pencegahan kegagalan, tetapi juga untuk meminimalkan *downtime* mesin [7].

Tabel 8. Hasil Perhitungan Nilai Breakdown Losses

No	Bulan	Breakdown (Jam)	Loading Time (Jam)	Breakdown Losses (%)
1	November 2018	20.50	426	4.8%
2	Desember 2018	31.00	455.5	6.8%
3	Januari 2019	6.92	410.5	1.7%
4	Februari 2019	5.75	372.5	1.5%
5	Maret 2019	7.42	477	1.6%
6	April 2019	8.00	432	1.9%
7	Mei 2019	7.25	501	1.4%
8	Juni 2019	30.50	371	8.2%
9	Juli 2019	1.33	567.5	0.2%
10	Agustus 2019	5.50	537.5	1.0%
11	September 2019	7.83	498.5	1.6%
12	Oktober 2019	8.50	498	1.7%

Tabel 9. Hasil Perhitungan Nilai Set Up and Adjustment Losses

No	Bulan	Set Up and Adjustment (Jam)	Loading Time (Jam)	Set Up and Adjustment Losses (%)
1	November 2018	85.17	426	20.0%
2	Desember 2018	102.00	455.5	22.4%
3	Januari 2019	83.25	410.5	20.3%
4	Februari 2019	80.83	372.5	21.7%
5	Maret 2019	84.00	477	17.6%
6	April 2019	95.25	432	22.0%
7	Mei 2019	90.00	501	18.0%
8	Juni 2019	45.25	371	12.2%
9	Juli 2019	104.50	567.5	18.4%
10	Agustus 2019	117.50	537.5	21.9%
11	September 2019	110.42	498.5	22.1%
12	Oktober 2019	116.50	498	23.4%

Tabel 10. Hasil Perhitungan Reduced Speed Losses

No	Bulan	Operating Time (Jam)	Waktu Siklus Ideal (Jam/Ton)	Jumlah Produksi (Ton)	Loading Time (Jam)	Reduce Speed Loss (Jam)	Reduce Speed Loss (%)
1	November 2018	320.3	0.094	3385.8	426.0	1.50	0.35%
2	Desember 2018	322.5	0.101	3194.7	455.5	1.06	0.23%
3	Januari 2019	320.3	0.129	2462.0	410.5	1.94	0.47%
4	Februari 2019	285.9	0.096	2970.1	372.5	1.15	0.31%
5	Maret 2019	385.6	0.078	4945.5	477.0	1.61	0.34%
6	April 2019	328.8	0.091	3606.6	432.0	1.89	0.44%
7	Mei 2019	403.8	0.075	5334.5	501.0	1.21	0.24%
8	Juni 2019	295.3	0.094	3120.6	371.0	2.37	0.64%
9	Juli 2019	461.7	0.084	5495.1	567.5	2.02	0.36%
10	Agustus 2019	414.5	0.087	4735.9	537.5	1.54	0.29%
11	September 2019	380.3	0.079	4786.5	498.5	1.90	0.38%
12	Oktober 2019	373.0	0.082	4542.7	498.0	1.86	0.37%

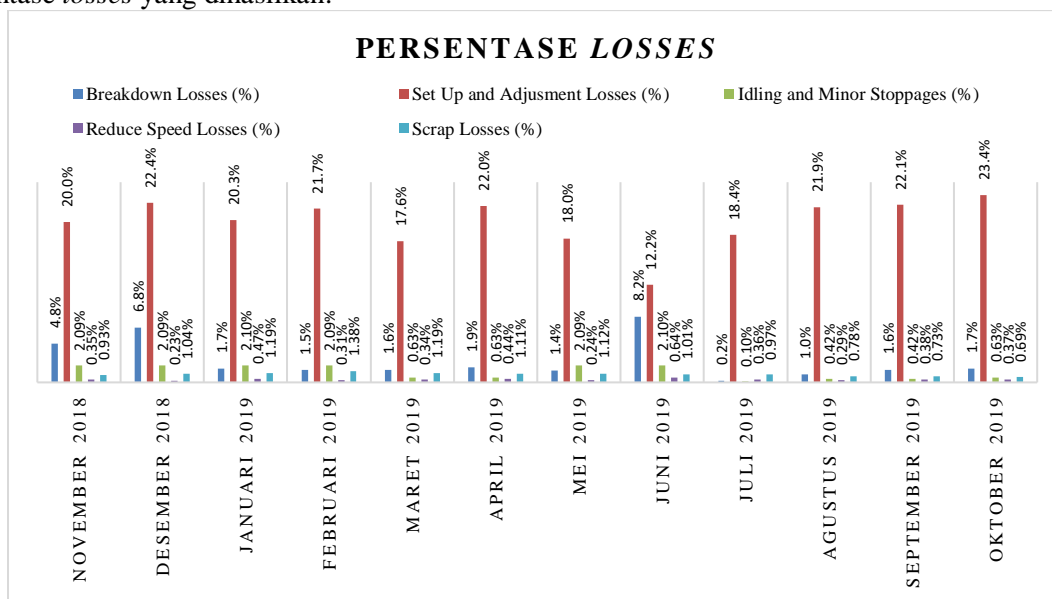
Tabel 11. Hasil Perhitungan Idling and Minor Stoppages

No	Bulan	Nonproductive time (Jam)	Loading Time (Jam)	Idling and Minor Stoppages (%)
1	November 2018	8.9	426	2.09%
2	Desember 2018	9.5	456	2.09%
3	Januari 2019	8.6	411	2.10%
4	Februari 2019	7.8	373	2.09%
5	Maret 2019	3.0	477	0.63%
6	April 2019	2.7	432	0.63%
7	Mei 2019	10.5	501	2.09%
8	Juni 2019	7.8	371	2.10%
9	Juli 2019	0.6	568	0.10%
10	Agustus 2019	2.2	538	0.42%
11	September 2019	2.1	499	0.42%
12	Oktober 2019	3.1	498	0.63%

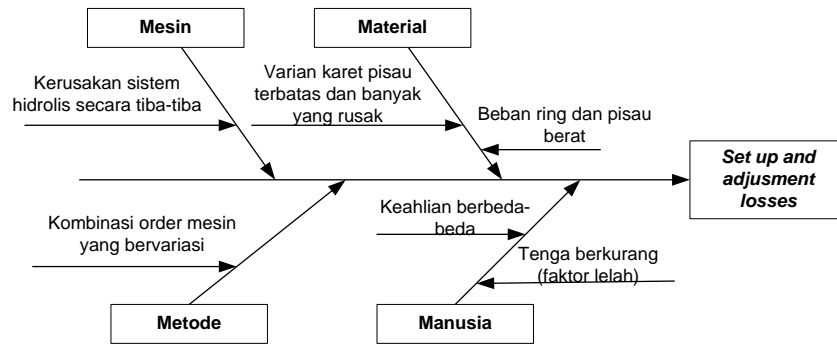
Tabel 12. Hasil Perhitungan Scrap Losses

No	Bulan	Waktu Siklus Ideal (Jam/Ton)	Scrap (Ton)	Loading Time (Jam)	Scrap Losses (%)
1	November 2018	0.094	42.16	426.0	0.93%
2	Desember 2018	0.101	47.16	455.5	1.04%
3	Januari 2019	0.129	37.83	410.5	1.19%
4	Februari 2019	0.096	53.71	372.5	1.38%
5	Maret 2019	0.078	73.03	477.0	1.19%
6	April 2019	0.091	52.94	432.0	1.11%
7	Mei 2019	0.075	74.12	501.0	1.12%
8	Juni 2019	0.094	40.09	371.0	1.01%
9	Juli 2019	0.084	66.12	567.5	0.97%
10	Agustus 2019	0.087	48.03	537.5	0.78%
11	September 2019	0.079	46.02	498.5	0.73%
12	Oktober 2019	0.082	42.01	498.0	0.69%

Hasil pengukuran nilai *six big losses* menunjukkan nilai yang bermacam-macam. Berikut grafik persentase *losses* yang dihasilkan:

**Gambar 2. Grafik nilai Losses**

Gambar 2 dapat dilihat bahwa yang mendominasi *losses* dengan persentase tertinggi adalah *set up and adjustment* yakni dengan *losses* rata-rata sebesar 20%. Tingginya nilai *set up and adjustment losses* pada mesin *slitter* menjadi penyebab utama belum optimalnya nilai OEE yang dihasilkan. Pengurangan nilai *availability* (ketersediaan waktu) pada akhirnya akan menurunkan efektivitas mesin pada stasiun *slitter* PT. ABC sehingga pada tahap selanjutnya perlu dilakukan identifikasi terhadap penyebab munculnya *losses* tersebut. *Fishbone diagram* pada gambar 3 digunakan untuk menelusuri sumber permasalahan yang menjadi sebab rendahnya nilai *availability* pada mesin *slitter*.



Gambar 3. Diagram fishbone

Berdasarkan hasil analisis diagram *fishbone* selanjutnya diperlukan usulan perbaikan guna meminimalkan *downtime* yang disebabkan oleh tingginya nilai *set up and adjustment losses*.

Tabel 13. Usulan Perbaikan

No	Faktor-Faktor	Usulan Penyelesaian Masalah
1	Manusia	<ul style="list-style-type: none"> - Pembekalan pengetahuan dan kemampuan (<i>training</i>) kepada semua operator mesin <i>slitter</i>. - Pembagian job desc pekerjaan dimesin sehingga lebih menghemat tenaga.
2	Metode	<ul style="list-style-type: none"> - Koordinasi dengan pihak pemberi order (PPIC) terkait dengan kombinasi order mesin dan menetapkan standar waktu untuk pembongkaran masing-masing order sesuai tingkat kesulitannya.
3	Mesin	<ul style="list-style-type: none"> - Pembekalan pengetahuan kepada operator terkait pemeliharaan ringan yang harus dilakukan pada komponen hidrolis. - Koordinasi dengan bagian pemeliharaan untuk lebih intens ketika melakukan tindakan perbaikan preferentif sehingga komponen hidrolis yang vital tidak sampai rusak secara mendadak ketika mesin sedang dibutuhkan untuk beroperasi.
4	Material	<ul style="list-style-type: none"> - Melengkapi karet pisau yang belum tersedia dengan ukuran yang beragam sesuai dengan kebutuhan pengerjaan order. - Koordinasi dengan bagian engineering untuk merekayasa supaya ring dan pisau mesin dibuat sedemikian rupa yang lebih ringan atau dibuat alat bantu untuk memudahkan operator agar tenaganya tidak banyak terkuras ketika proses penyetulan bongkar pasang.

4. Kesimpulan

Berdasarkan hasil penelitian yang telah dilakukan di PT. ABC pada stasiun kerja *slitter* telah didapatkan nilai *availability* sebesar 77,3%, nilai *performance* sebesar 99,5%, dan nilai *quality* sebesar 98,7%. Sehingga nilai OEE yang dihasilkan adalah sebesar 75,9%. Nilai tersebut masih berada dibawah standar kelas dunia (< 85%) karena nilai *availability* dan *quality* masih kurang baik. Dari analisis *six big losses* yang dilakukan telah ditemukan *losses* yang paling berpengaruh terhadap rendahnya nilai *availability* yaitu *set up and adjustment* dengan persentase nilai *losses* sebesar 20%. Melalui analisis diagram *fishbone* ditemukan sumber utama penyebab rendahnya nilai *availability* ditinjau dari aspek manusia, metode, mesin dan material. Berbagai tindakan perbaikan diusulkan dengan harapan mampu memperbaiki dan meningkatkan efektivitas mesin *slitter*.

Referensi

- [1] M. Darsin, "APLIKASI OVERALL EQUIPMENT EFFECTIVENESS (OEE) DALAM UPAYA MENGATASI TINGGINYA DOWNTIME PADA STASIUN KETEL DI PG X JAWA TIMUR," *MULTITEK INDONESIA*, vol. 13, no. 2, pp. 95-103, 2020.

- [2] E. Rimawan and A. Raif, "Analisis Pengukuran Nilai Overall Equipment Effectiveness (Oee) pada Proses Packaging di Line 2 (Studi Kasus PT. Multi Bintang Indonesia. Tbk)," *Sinergi*, vol. 20, no. 2, pp. 140-148, 2016.
- [3] I. Pratiwi, "Usulan Penerapan Total Productive Maintenance pada Mesin Turbin Gas," *Jurnal Optimasi Sistem Industri*, vol. 18, no. 1, pp. 37-47, 2019.
- [4] D. Alvira, Y. Helianty, and H. Prasetyo, "USULAN PENINGKATAN OVERALL EQUIPMENT EFFECTIVENESS (OEE) PADA MESINTAPPING MANUAL DENGAN MEMINIMUMKAN SIX BIG LOSSES," *Reka Integra*, vol. 3, no. 3, 2015.
- [5] S. Nakajima, "Introduction to TPM: total productive maintenance.(Translation)," *Productivity Press, Inc., 1988*, p. 129, 1988.
- [6] B. Dal, P. Tugwell, and R. Greatbanks, "Overall equipment effectiveness as a measure of operational improvement—a practical analysis," *International Journal of Operations & Production Management*, 2000.
- [7] R. Rahmad, P. Pratikto, and S. Wahyudi, "Penerapan Overall Equipment Effectiveness (Oee) Dalam Implementasi Total Productive Maintenance (TPM)(Studi Kasus di Pabrik Gula PT. "Y").," *Rekayasa Mesin*, vol. 3, no. 3, pp. 431-437, 2012.