



ANALISIS EFEKTIVITAS KINERJA MESIN PRINTING SM-52 UNTUK PRODUK BUKU TAHUNAN Studi Kasus : CV RENJANA OFFSET

Dwi Dasa Candra

Program Studi Teknik Industri, Universitas Teknologi Yogyakarta

Ir. Widya Setiafindari, S.T., M.Sc

Program Studi Teknik Industri, Universitas Teknologi Yogyakarta

Jl. Glagahsari No 63, Umbulharjo, Yogyakarta 55164

Korespondensi penulis: dcdwik73@gmail.com

Abstract. *The purpose of this study is to analyze the effectiveness of the machine and provide suggestions for repairing losses on the SM-52 engine, for 6 months there was a breakdown for 17.5 hours. Overall Equipment Effectiveness is used to measure Total Productive Maintenance (TPM). The Availability Rate and Quality Rate values have met the standards, while the average Performance Rate has not met the standards. The results of the calculation of the Overall Equipment Effectiveness of 94.54% have met the World Class OEE standards. The cause of the low value is Set Up And Adjustment Losses of 30%. Companies can carry out planned maintenance, continuous maintenance, and quality maintenance.*

Keywords: *Overall Equipment Effectiveness, Breakdown , Total Productive Maintenance*

Abstrak. Tujuan penelitian ini guna menganalisis efektivitas mesin dan memberi usulan perbaikan losses pada mesin SM-52, selama 6 bulan terjadi breakdown selama 17,5 jam. Overall Equipment Effectiveness digunakan untuk mengukur Total Productive Maintenance (TPM) . Nilai Availability Rate dan Quality Rate sudah memenuhi standar, sedangkan rata - rata Performance Rate belum memenuhi standar. Hasil perhitungan Overall Equipment Effectiveness sebesar 94,54% sudah memenuhi standar World Class OEE. Penyebab nilai rendah adalah Set Up And Adjustment Losses sebesar 30%. Perusahaan dapat menjalankan pemeliharaan terencana, pemeliharaan berkelanjutan, dan pemeliharaan kualitas.

Kata kunci: *Overall Equipment Effectiveness, Breakdown , Total Produktive Maintenance*

LATAR BELAKANG

Dalam industri percetakan, mesin merupakan media penyokong yang paling utama dalam kegiatan produksinya. Dalam rangka mendapatkan hasil yang produktif maka mesin harus dalam kondisi performance yang baik. Apabila mesin dalam kondisi yang baik tentunya akan menghasilkan kualitas produk yang unggul. Oleh sebab itu perlu melakukan perawatan rutin untuk menjaga dan meningkatkan produktivitas kinerja mesin serta mengurangi resiko kerusakan. Total Productive Maintenance (TPM) merupakan

sebuah metode yang baik untuk meningkatkan produktivitas produksi yang diukur dengan metode Overall Equipment Effectiveness (OEE) (Bakti & Kartika, 2019). Menurut (Indriawanti & Bernik, 2020), salah satu metode pengukuran kinerja dan efektivitas mesin yang digunakan adalah Overall Equipment Effectiveness (OEE). Metode tersebut terdiri dari tiga faktor utama yang saling berkaitan yaitu Availability (ketersediaan), Performance (kinerja), dan Quality (kualitas). Selanjutnya, untuk mencari penyebab ketidakefektifan dari mesin tersebut dengan menggunakan perhitungan Six Big Losses untuk mengetahui faktor apa saja yang paling dominan. Kedua metode ini merupakan alat ukur keberhasilan penerapan Total Productive Maintenance (TPM). Total Productive Maintenance (TPM) memiliki tujuan yaitu zero breakdown dan zero defect (Prabowo et al., 2018).

CV Renjana Offset merupakan perusahaan percetakan yang melayani berbagai macam permintaan antara lain buku tahunan sekolah, kartu nama, undangan dan kardus menggunakan metode percetakan offset. Mesin printing SM 74 dan SM 52 merupakan mesin utama yang digunakan pada perusahaan tersebut. Meskipun sudah melakukan service bulanan, mesin SM 52 masih mengalami kerusakan (breakdown) saat jam kerja sehingga mengakibatkan kerugian waktu (downtime). Data bulan Juni – November 2022 menunjukkan telah terjadi breakdown pada mesin SM 52 sebanyak 10 kali dengan total waktu 17,5 jam.

KAJIAN TEORITIS

Mesin yang mengalami breakdown berakibat menurunnya kecepatan produksi, para operator menganggur, dan mesin tidak bekerja maksimal sehingga menghasilkan produk cacat sebesar 5.476 lembar pada bulan Juni 2022 s/d November 2022. Biaya pengeluaran perusahaan bertambah akibat kinerja mesin tidak sesuai kualitas yang semestinya sehingga gagal memenuhi target produksi.

Efisiensi mesin dapat dilihat dari aspek availability, performance, dan quality. Kegiatan perawatan mengalami perkembangan seiring kemajuan ilmu pengetahuan dan teknologi menjadi Total Productive Maintenance (TPM). Tujuan dari TPM adalah melakukan minimalisasi kerugian dari sistem manufaktur sehingga mengurangi biaya produksi dengan melakukan pendekatan Overall Equipment Effectiveness (OEE) (Wahid, 2020).

METODE PENELITIAN

Penelitian menggunakan bantuan alat seperti Microsoft Excel, Draw io, dan Minitab dalam pengolahan data. Kegiatan pengumpulan data melalui studi pustaka dan juga melakukan kunjungan dan wawancara ke lokasi usaha untuk proses pengamatan.

1. Total Productive Maintenance (TPM)

Total Productive Maintenance (TPM) Merupakan suatu sistem pemeliharaan mesin yang melibatkan semua element, dimulai dari manajemen puncak sampai karyawan di lini depan, dari operator produksi, pengembang, pemasaran dan administrasi. Operator tidak hanya menjalankan mesin, tetapi juga merawat mesin.

Total Productive Maintenance (TPM) sebagai suatu pendekatan yang inovatif dalam *maintenance* dengan cara mengoptimasi keefektifan peralatan, mengurangi bahkan menghilangkan kerusakan mendadak (*breakdown*) dan melakukan pemeliharaan mandiri oleh operator (Prabowo *et al.*, 2018).

2. Pemeliharaan (Maintenance)

Kondisi siap pakai dari mesin dan peralatan, dapat dijaga dan ditingkatkan kemampuannya dengan menerapkan program perawatan yang terencana, teratur dan terkontrol, begitupun kemampuan sumber daya manusianya perlu penyesuaian demi tercapainya tujuan yang diharapkan. Dengan dilakukannya pemeliharaan, maka akan meningkatkan produktivitas dan efisiensi mesin/ peralatan, sehingga kerugian yang diakibatkan oleh kerusakan mesin dapat dihindarkan. (Sembiring *et al.*, 2014)

3. Overall Equipment Effectiveness (OEE)

Overall Equipment Effectiveness (OEE) adalah alat pengukuran kuantitatif untuk mengidentifikasi biaya produksi tidak langsung yang tidak terlihat, seperti pemborosan pada proses produksi. Pemborosan pada proses produksi ini dapat diakibatkan oleh permasalahan pada ketersediaan, performansi, dan kualitas (Huang *et al.* 2003; Nayak, 2013).

Tujuan dari OEE adalah sebagai alat ukur performa dari suatu sistem maintenance, dengan menggunakan metode ini maka dapat diketahui ketersediaan mesin/peralatan, efisiensi produksi, dan kualitas output mesin/peralatan. Nilai OEE didapatkan dengan mengalikan ketersediaan (Availability), performansi (Performance) dan kualitas (Quality). Tingkat ketersediaan dipengaruhi oleh waktu loading dan downtime, sedangkan performansi dipengaruhi oleh waktu operasi, dan kualitas dipengaruhi oleh banyaknya produk cacat (Waqas *et al.*, 2013).

$$OEE = Availability \times Performance \times Quality \quad (2.1)$$

Batasan ideal nilai OEE menurut Nakajima (1989) adalah :

Availability	>90%
Performance	>95%
Quality	>99%
OEE	>85%

4. Six Big Losses

Menurut Singh & Narwal, 2017 Six Big Losses adalah hal-hal yang dapat menimbulkan kerugian karena tidak efektifnya penggunaan mesin atau peralatan seperti downtime losses (kerusakan peralatan dan setup), speed losses (mengganggu dan kecepatan berkurang), dan defects losses (produk cacat dalam proses dan produksi menurun).

HASIL DAN PEMBAHASAN

Selama bulan Juni 2022 – November 2022 menunjukkan telah terjadi breakdown sebanyak 10 kali pada mesin SM 52. Mesin yang mengalami breakdown

mengakibatkan banyak operator menganggur, kecepatan produksi menurun, dan menghasilkan produk cacat.

Mengukur Nilai Overall Equipment Effectiveness (OEE)

1. Menghitung Availability Rate

Tabel 1. Hasil Perhitungan Loading Time

No	Bulan	Jumlah Hari	Jam Kerja Per Hari (menit)	Running Time (menit)	Planned Downtime Per Hari (menit)	Planned Downtime Per Bulan (menit)	Loading time (menit)
1	Juni	21	540	11.340	60	1.260	10.080
2	Juli	21	540	11.340	60	1.260	10.080
3	Agustus	22	540	11.880	60	1.320	10.560
4	September	22	540	11.880	60	1.320	10.560
5	Oktober	21	540	11.340	60	1.260	10.080
6	November	22	540	11.880	60	1.320	10.560

Menghitung Operation Time sebagai berikut :

$$Operation\ Time = Loading\ Time - Downtime \quad (3.1)$$

Tabel 2. Perhitungan Operation Time

No	Bulan	Loading Time (menit)	Downtime (menit)	Operation Time (menit)
1	Juni	10.080	120	9.960
2	Juli	10.080	150	9.930
3	Agustus	10.560	120	10.440
4	September	10.560	300	10.260
5	Oktober	10.080	180	9.900
6	November	10.560	180	10.380

Selanjutnya yaitu menghitung Availability Rate sebagai berikut :

$$Availability = \frac{Operation\ Time}{Loading\ Time} \times 100\% \quad (3.2)$$

Loading Time

Tabel 3. Perhitungan Availability rate

No	Bulan	Loading Time (menit)	Operation Time (menit)	Availability Rate (%)
1	Juni	10.080	9.960	98,81
2	Juli	10.080	9.930	98,51
3	Agustus	10.560	10.440	98,86
4	September	10.560	10.260	97,16
5	Oktober	10.080	9.900	98,21
6	November	10.560	10.380	98,30
Rata-rata				98,31

2. Perhitungan Performance Rate

$$Performance = \frac{Good\ input \times ideal\ cycle\ time}{actual\ operating\ time} \times 100\% \quad (3.3)$$

Tabel 4. Perhitungan Performance Rate

No.	Bulan	Jumlah produksi (lembar)	Waktu siklus <u>1 lembar / menit</u>	Jumlah produks ix waktu siklus (menit)	Operation Time (menit)	Performance Rate (%)
1	Juni	1.034.587	0,0092	9.518,20	9.960	95,56
2	Juli	1.061.809	0,0092	9.768,64	9.930	98,38
3	Agustus	1.087.421	0,0092	10.004,27	10.440	95,83
4	September	908.752	0,0092	8.360,52	10.260	81,49
5	Oktober	1.060.213	0,0092	9.753,96	9.900	98,52
6	November	1.099.467	0,0092	10.115,10	10.380	97,45

Dari hasil perhitungan performance rate diatas dapat dihitung dalam rata-rata nilai performance rate 94,53%.

3. Perhitungan Nilai Quality Rate

Dapat menggunakan rumus dibawah ini :

$$Quality = \frac{Jumlah\ Produksi - cacat}{Jumlah\ Produksi} \times 100\% \quad (3.4)$$

Tabel 5. Perhitungan Quality Rate

No	Bulan	Jumlah Produksi (lembar)	Cacat (lembar)	Bagus (lembar)	Quality Rate (%)
1	Juni	1.034.587	601	1.033.986	99,94
2	Juli	1.061.809	934	1.060.875	99,91
3	Agustus	1.087.421	910	1.086.511	99,92
4	September	908.752	911	907.841	99,90
5	Oktober	1.060.213	872	1.059.341	99,92
6	November	1.099.467	1.248	1.098.219	99,89
	Rata-rata				99,91

Perusahaan menargetkan untuk dapat lolos Quality Control maka harus mencapai nilai 5%.

4. Perhitungan Nilai Overall Equipment Effectiveness (OEE)

Rumus menghitung OEE adalah :

$$OEE = Availability Rate (\%) \times Performance Rate (\%) \times Quality Rate (\%)$$

Tabel 6. Perhitungan OEE

No	Bulan	Availability Rate (%)	Performance Rate (%)	Quality Rate (%)	OEE (%)
1	Juni	99,89	95,56	99,94	95,39
2	Juli	99,87	98,38	99,91	98,16
3	Agustus	99,83	95,83	99,92	95,59
4	September	99,87	81,49	99,91	81,31
5	Oktober	99,90	98,52	99,92	97,95
6	November	98,78	97,45	99,89	96,15
Rata-rata					94,09

Setelah dilakukan perhitungan OEE, rerata nilai OEE pada bulan Juni 2022 – November 2022 adalah sebesar 94,09% yang mana masih di bawah standar JIPM yaitu sebesar 94%.

Performance Rate pada bulan September 2022 sebesar 81,31% menyebabkan rendahnya nilai OEE.

Perhitungan Nilai Six Big Losses

Tahapan pengukuran diuraikan sebagai berikut :

1. Perhitungan Nilai Equipment Failure Losses

Rumus Equipment Failure Losses adalah sebagai berikut :

$$Equipment Failure Losses = \frac{Total Breakdown}{Loading Time} \times 100\% \quad (3.6)$$

No	Bulan	Loading time (menit)	Downtime (menit)	Equipment failure losses (%)
1	Juni	10.080	120	1,19
2	Juli	10.080	150	1,49
3	Agustus	10.560	120	1,14
4	September	10.560	300	2,84
5	Oktober	10.080	180	1,79
6	November	10.560	180	1,70
	Rata-rata		1,69	

2. Perhitungan Setup and Adjustment Losses

Rumus perhitungannya adalah yaitu :

$$\text{Setup and Adjustment Losses} = \frac{\text{Total Setup and Adjustmen Time}}{\text{Loading Time}} \times 100\% \quad (3.7)$$

No	Bulan	Loading time (menit)	Waktu set up (menit)	Set up and adjustment losses (%)
1	Juni	10.080	1.260	12,50
2	Juli	10.080	1.260	12,50
3	Agustus	10.560	1.320	12,50
4	September	10.560	1.320	12,50
5	Oktober	10.080	1.260	12,50
6	November	10.560	1.320	12,50
	Rata – Rata			12,50

Hasil akhir menunjukkan angka yang sama yaitu 12,50% pada setiap bulannya dikarenakan adanya Set Up mesin SM 52 selama 1 jam sebelum berproduksi.

3. Perhitungan Nilai Idlling and Minor Stoppage Losses

Rumus perhitungannya di bawah ini :

$$\text{Idlling abd Minor Stoppages Losses} = \frac{\text{Nonproductive Time}}{\text{Loading Time}} \times 100\% \quad (3.8)$$

Tabel 9. Perhitungan Idling And Minor Stoppage Losses

No	Bulan	Loading time	Non productive time	Idling and minor stopages losses %
1	Juni	10.080	630	6,25
2	Juli	10.080	630	6,25
3	Agustus	10.560	660	6,25
4	September	10.560	660	6,25
5	Oktober	10.080	630	6,25
6	November	10.560	660	6,25
Rata-rata				6,25

Dapat dilihat bahwa nilai selama bulan Juni 2022 – November 2022 sama yaitu sebesar 6,25% pada setiap bulannya. Hal ini dikarenakan waktu non productive selama 30 menit pada setiap harinya.

4. Menghitung Reduced Speed Losses

Rumus menghitungnya yaitu :

$$Reduce\ Speed\ Losses = \frac{Actual\ Prod.\ Time - (Ideal\ Cycle\ Time \times Jumlah\ Produksi)}{Loading\ Time} \times 100\% \quad (3.9)$$

Tabel 10. Perhitungan Reduced Speed Losses

No	Bulan	Loading time (menit)	Operation time (menit)	Total produksi (lembar)	Ideal cychetime	Ideal production time	Reduced speed loss (%)
1	Juni	10.080	9.960	1.034.587	0,0092	9.518	4,38
2	Juli	10.080	9.930	1.061.809	0,0092	9.769	1,60
3	Agustus	10.560	10.440	1.087.421	0,0092	10.004	4,13
4	September	10.560	10.260	908.752	0,0092	8.361	17,99
5	Oktober	10.080	9.900	1.060.213	0,0092	9.754	1,45
6	November	10.560	10.380	1.099.467	0,0092	10.115	2,51
Rata-rata						12,01	

Nilai reduced speed losses tertinggi terjadi pada September 2022 yaitu sebesar 17,99%, karena produk yang dihasilkan hanya sedikit padahal masih ada banyak waktu yang seharusnya bisa berproduksi. Bulan Oktober 2022 memiliki nilai terendah yaitu sebanyak 1,45%, karena kecepatan produksi lebih cepat dari yang sudah direncanakan.

5. Perhitungan Nilai Reduced yield losses

Rumusnya adalah sebagai berikut :

$$Yield\ Losses = \frac{Ideal\ cycle\ Time \times Scrap}{Loading\ Time} \times 100\% \quad (3.10)$$

Tabel 11. Hasil Reduced yield losses

No	Bulan	Loading time (menit)	Cacat (lembar)	Ideal cycletime	Reduced yield (%)
1	Oktober	10.080	601	0,0092	0,05
2	November	10.080	934	0,0092	0,09
3	Desember	10.560	910	0,0092	0,08
4	Januari	10.560	911	0,0092	0,08
5	Februari	10.080	872	0,0092	0,08
6	Maret	10.560	1.248	0,0092	0,11
Rata-rata					0,08

6. Menganalisis Overall Equipment Effectiveness (OEE) pada Mesin SM 52

Hasil perhitungan ada pada di bawah ini :

Tabel 12. Presentase OEE

No	Bulan	Availability Rate (%)	Performance Rate (%)	Quality Rate (%)	OEE (%)
1	Juni	99,89	95,56	99,94	95,39
2	Juli	99,87	98,38	99,91	98,16
3	Agustus	99,83	95,83	99,92	95,59
4	September	99,87	81,49	99,91	81,31
5	Oktober	99,90	98,52	99,92	97,95
6	November	98,78	97,45	99,89	96,15
Rata-rata	99,69	94,54	99,91	94,09	

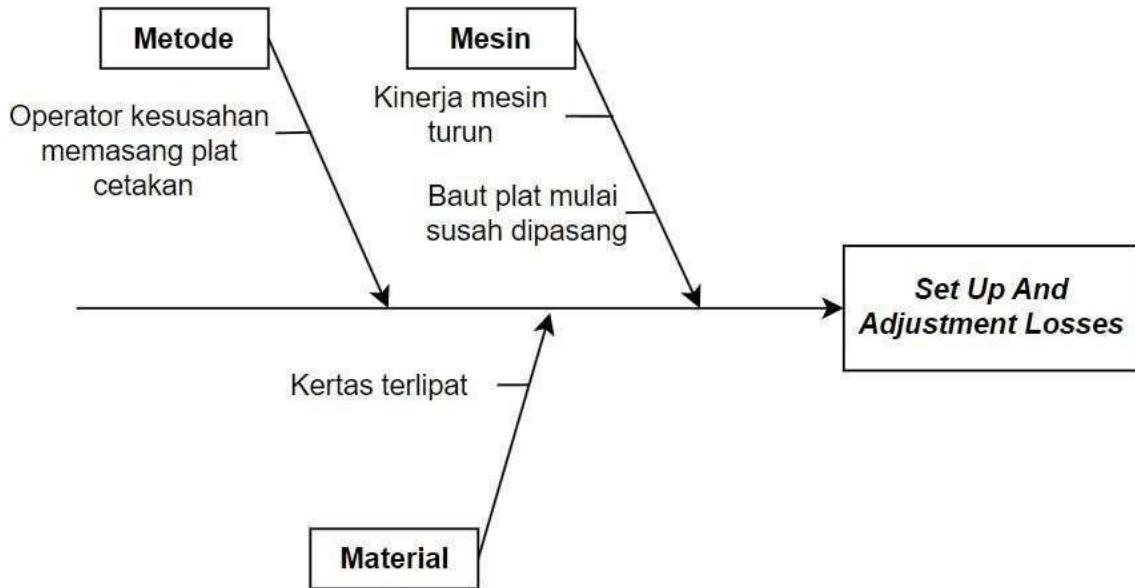
Diketahui nilai tertinggi terjadi pada bulan Juli 2022 dengan akumulasi 98,16%. Sedangkan nilai terendah terjadi saat bulan September 2022 sebesar 81,31% dimana penyebabnya adalah rendahnya nilai Performance Rate akibat faktor mesin dan faktor manusia.

Secara keseluruhan mayoritas nilai OEE telah mencapai target dan hanya bulan September yang memiliki nilai 81,31%. Berdasarkan pada benchmark yang ditetapkan oleh JIPM, proses produksi dianggap memiliki skor rendah apabila belum mencapai 85%. Nilai rata-rata dari performance rate Mesin SM 52 bulan Juni 2022 – November 2022 sebesar 94,54% kurang dari standar kelas dunia

(JIPM) dan membutuhkan improvement sesegera mungkin agar nilai Overall Equipment Effectiveness (OEE) naik.

Analisis Diagram Fishbone

Untuk mengetahui akar penyebab permasalahan maka dibuatlah diagram Fishbone. Beberapa faktor yang dianalisis adalah metode, mesin, dan material. Berikut gambar diagram Fishbone penyebab permasalahan yang terjadi :

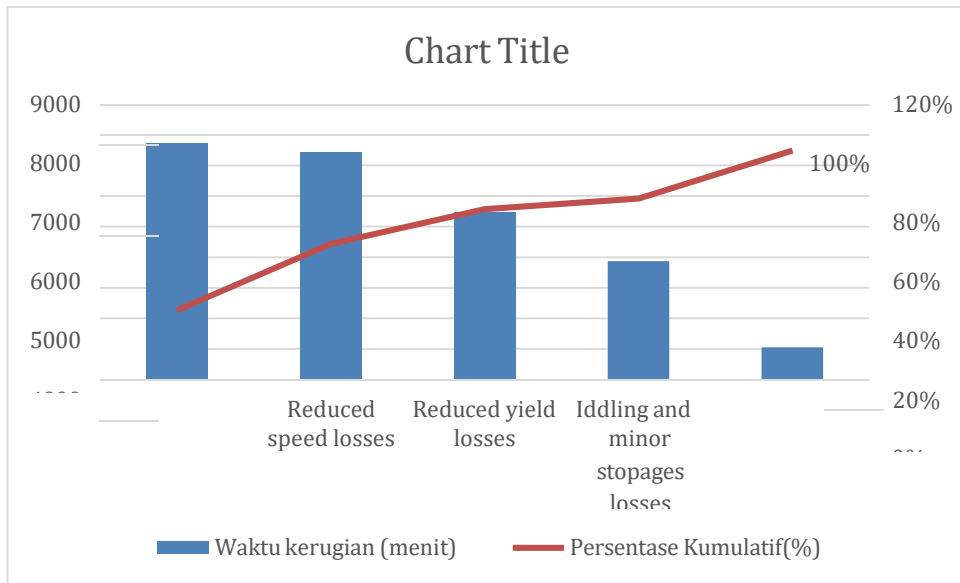


Gambar 1. Diagram Fishbone penyebab Losses pada mesin SM 52

Analisis Six Big Losses

Tabel 13. Presentase Six Big Losses

Jenis Kerugian	Waktu kerugian (menit)	Persentase	Persentase Kumulatif(%)
<i>Set up and adjustment losses</i>	7740	30%	30%
<i>Reduced speed losses</i>	7437	29%	59%
<i>Iddling and minor stopages losses</i>	3870	15%	74%
<i>Equipment failure losses</i>	1050	4%	79%
<i>Reduced yield losses</i>	5476	21%	100%
Total	25573	100%	



Gambar 2. Diagram Pareto Six Big Losses

Berdasarkan diagram pareto, diketahui bahwa kerugian terbesar adalah Set Up And Adjustment Losses yaitu sebesar 30% dan Reduced Speed Losses sebesar 29%. CV Renjana Offset beroperasi selama 9 jam perhari dalam 5 hari kerja dengan total hari kerja yang berbeda setiap bulannya. Para operator melakukan Setup and Adjustment selama 1 jam sebelum kegiatan produksi untuk memastikan mesin benar – benar berfungsi dengan benar. Perusahaan mengalami kerugian karena durasi waktu tersebut dinilai terlalu lama.

Usulan Rancangan Penerapan Total Productive Maintenance (TPM)

Beberapa usulan dalam upaya melakukan perbaikan serta mengurangi Six Big Losses berdasarkan diagram Fishbone antara lain :

1. Mesin

Pada Mesin terdapat dua faktor yang mengakibatkan Losses pada mesin SM 52 yaitu:

- a. Kondisi part yang sudah usia pakai akan menurun kinerjanya. Seperti dynamo itu barang eletronik jika sering dipakai maka dia akan melemah, selusi dari perbaikan yaitu membongkar dan mengecek apa yang harus diganti pada dalam dynamo tersebut.
- b. Baut cetakan plat susah dipasang karena sering buka pasang maka pemasangan sedikit susah. Pada bagian ini setiap plat memiliki enam bagian baut, nah ini yang sangat berpengaruh karena operator sering mengganti plat sesuai cetakan. Mengganti baut dengan yang baru akan memudahkan operator dalam menyatel mesin dan tidak membuang waktu.

2. Metode

Faktor pada metode yaitu perator kesusahan pada proses pemasangan plat cetakan karena baut sudah mulai susah susah dikencangkan dengan kunci, maka memakan banyak waktu. Pada bagian maintenance yang hanya boleh dan bisa mengganti

baut tersebut. Maka disini mengganti baut yang baru bisa meringkas waktu Set Up and Adjustment.

3. Material

Pada material faktor yang mengakibatkan Losses pada mesin SM 52 yaitu:

- a. Kertas yang yang terlipat pada bagian ujung. Pada masalah ini juga sering terjadi saat kertas ini terlipat bagian ujung maka hasil printing ini tidak sesuai dikarenakan terlipat. Maka disini operator sangat memiliki peran penting dalam pengecekan bahan agar tidak terdapat produk yang rusak.
- b. Kertas menempel satu dengan lainnya. Dalam masalah kertas menempel ini dari satu ke lainnya ini sering terjadi, disini sensor akan eror disaat input kertas hanya satu tapi ketika output kertas ada dua, maka mesin akan stop dan di setting ulang agar mau jalan. Disini peran operator sangat dibutuhkan saat pengecekan material agar tidak terjadi kendala tersebut.

4. Lingkungan

Pada lingkungan terdapat dua faktor yang mengakibatkan Losses pada mesin SM 52 yaitu:

Saat mati listrik, kegiatan produksi terganggu karena membutuhkan waktu lama untuk berganti tenaga listrik lewat genset dan ketika listrik sudah menyala ada kemungkinan mesin mengalami error. Operator harus input data kembali dan setting posisi center karena perpaduan warna harus benar- benar center dan sesuai.

KESIMPULAN

Hasil perhitungan mendapati mesin SM 52 memiliki rata-rata nilai *Availability Rate*, *Performance Rate*, dan *Quality Rate* dengan presentase masing – masing 99,69%, 94,54%, dan 99,91%. Kinerja para karyawan terutama bagian operator dan maintenance turu mempengaruhi hal tersebut. Rata - rata hasil perhitungan *Overall Equipment Effectiveness* adalah 94,54% dan sudah memenuhi standar *world class OEE*. Kurangnya nilai *performance rate* dikarenakan kecepatan mesin tidak sesuai dengan perencanaan. *Set Up And Adjustment Losses* menjadi penyebab utama rendahnya nilai OEE. Untuk meningkatkan efektivitas mesin SM 52 dapat menerapkan beberapa usulan yang meliputi pemeliharaan berkelanjutan (*autonomous maintenance*) dimana operator disarankan membersihkan mesin secara rutin sebelum dan sesudah mengoperasikannya. Pemeliharaan terencana (*planned maintenance*) yaitu bagian *maintenance* melakukan *service* mesin selama satu bulan satu kali. Pemeliharaan kualitas (*quality maintenance*) yang dilakukan terutama pada *water roll*. Untuk meningkatkan pengetahuan dan keahlian para operator perlu diadakan edukasi dan pelatihan khusus.

DAFTAR PUSTAKA

- Bakti, C., & Kartika, H. (2019). Perawatan Mesin Dengan Metode *Overall Equipment Effectiveness* (Oee). *Jurnal Ilmu Teknik Dan Komputer*, 3(1), 31–38.
- Huang, S. H., Dismukes, J. P., Shi, J., Su, Q., Razzak, M. A., Bodhale, B., Robinson, D. E. (2003) Manufacturing productivity improvement using effectiveness metrics and simulation analysis. *International Journal of Production Research*, 41(3), 513-527
- Indriawanti, V., & Bernik, M. (2020). Analisis Penerapan *Total Productive Maintenance* (TPM) dengan Menggunakan Metode *Overall Equipment Effectiveness* (OEE) pada Mesin Printing. *Jurnal Teknik Industri*, 10(1), 42–52.
- Nakajima, Seiichi. (1988). *Introduction to Total Productive Maintenance*, 1ST Edition, Productivity Inc, Cambridge.
- Nayak, E. A. (2013) Evaluation of OEE in a continuous process industry on an insulation line in a cable manufacturing unit. *International Journal of Innovative Research in Science, Engineering and Technology*, 2(5).
- Prabowo, H. A., Suprpto, Y. B., & Farida, F. (2018). *the Evaluation of Eight Pillars Total Productive Maintenance* (Tpm) *Implementation and Their Impact on Overall Equipment Effectiveness* (Oee) *and Waste*. *Sinergi*, 22(1), 13-17.
- Sembiring, N., Elvira, G. A., Murnawan, H., Mustofa, Kusnadi, B. E., Ienaco, S. N., Pascasarjana, P., Its, K., Laboratorium, S., Teknik, J., Perkapalan, S., Pola, A., Sistem, M. D., Setyadi, I., Djamal, N., Azizi, R., Rinawati, D. I., & Dewi, N. C. (2014). Analisis Penerapan *Total Productive Maintenance* (TPM) Menggunakan *Overall Equipment Effectiveness* (OEE) dan *Six Big Losses* pada Mesin *Cavitec* di PT. Essentra Surabaya. *Prosiding Seminar Nasional Teknologi Dan Informatika*, Volume 11(1), 21–26.
- Singh, M., & Narwal, M. S. (2017) Measurement of overall equipment efficiency (OEE) of a manufacturing industry: An effective lean tool. *International Journal of Recent Trends in Engineering and Research*, 3(5), 268-275.
- Waqas, M. (2013) Measuring performance of mining equipment used in cement industry by using overall equipment effectiveness (OEE) (Doctoral dissertation, MSc. Thesis, Department of Mining Engineering, University of Engineering & Technology, Lahore, Pakistan).
- Wahid, A. (2020). Penerapan *Total Productive Maintenance* (TPM) Produksi Dengan Metode *Overall Equipment Effectiveness* (OEE) Pada Proses Produksi Botol (PT. XY Pandaan – Pasuruan). *Jurnal Teknologi Dan Manajemen Industri*, 6(1), 12–16.