

MENGHITUNG EFEKTIFITAS MESIN LASER CUTTING MENGUNAKAN METODE *OVERALL EQUIPMENT EFFECTIVENESS*

Novera Elisa Triana, Uly Amrina

Program Studi Teknik Industri, Fakultas Teknik, Universitas Mercu Buana
Jl. Raya Kranggan No.6, Bekasi 17433

Email: novera.elisa@mercubuana.ac.id, ulyamrina@mercubuana.ac.id

Abstrak

PT. ZXY merupakan perusahaan yang bergerak dalam produksi alas kaki yang tidak terlepas dari permasalahan efisiensi dan efektivitas pada mesin (peralatan) yang diakibatkan oleh *six big losses*. Tujuan penelitian ini adalah untuk menghitung efektifitas melalui metode *Overall Equipment Effectiveness* (OEE) yang kemudian dilanjutkan dengan pengukuran OEE pada *six big losses* untuk mengetahui besarnya efisiensi yang hilang pada ke enam faktor *six big losses*, selanjutnya diperoleh faktor yang paling tinggi pada *six big losses* di mesin laser yaitu *Equipment Failure Losses* sebesar 53,97%. Dengan diagram pareto dan analisa sebab akibat dapat dianalisis masalah sebenarnya yang menjadi penyebab utama rendahnya efektifitas yang mengakibatkan rendahnya produktivitas mesin laser adalah punching head di sebabkan faktor manusia, mesin dan material. Hasil kesimpulan yang dapat diambil pada penelitian mesin laser ini setelah dilakukan perbaikan adalah dengan meningkatkan *availability* mesin laser dari rata-rata 96,2% menjadi 96,4% berdampak pada meningkatnya OEE dari 91,9% menjadi 92,1%. Kondisi ini sangat ideal ($\geq 85\%$). Sehingga yang mempengaruhi nilai OEE dan menjadi prioritas utama dengan kontribusi terbesar terjadi pada *Equipment Failure Losses* dapat diatasi.

Kata Kunci : Metode *Overall Equipment Effectiveness* (OEE), , *Six Big Losses*, Efektifitas Mesin Laser.

Abstract

PT. ZXY is a company engaged in the production of footwear that can not be separated from the problems of efficiency and effectiveness on the machine (equipment) caused by the six big losses. The purpose of this study is to calculate the effectiveness through the *Overall Equipment Effectiveness* (OEE) method, which is then followed by the OEE measurement on the six big losses to find out the amount of efficiency lost in the six factors of six big losses, then the highest factors in the six big losses are obtained. laser machines namely *Equipment Failure Losses* of 53.97%. Pareto diagrams and causal analysis can analyze the real problem which is the main cause of the low effectiveness that results in the low productivity of laser machines is that punching heads are caused by human, machine and material factors. The results of the conclusions that can be taken in this laser machine research after improvement is by increasing the *availability* of laser machines from an average of 96.2% to 96.4% resulting in an increase in OEE from 91.9% to 92.1%. This condition is ideal ($\geq 85\%$). So that affects the OEE value and becomes the top priority with the biggest contribution that occurs in *Equipment Failure Losses* can be overcome.

Keywords : Metode *Overall Equipment Effectiveness* (OEE), , *Six Big Losses*, Efektifitas Mesin Laser

PENDAHULUAN

Perkembangan dunia industri manufaktur dan jasa semakin meningkat pesat dari waktu ke waktu, sehingga setiap pelaku industri harus siap berkompetisi dan selalu meningkatkan kinerja yang dapat meningkatkan produktivitasnya. Salah satu cara untuk

menyelesaikan permasalahan fasilitas produksi dan untuk mendukung peningkatan produktivitas adalah harus dilakukan evaluasi dan meningkatkan efektivitas dari peralatan/mesin produksi, sehingga dapat digunakan seoptimal mungkin (Blanchard, 2015). Mesin yang digunakan dalam proses produksi harus mampu beroperasi secara optimal. Pemeliharaan serta perawatan peralatan produksi juga harus dilakukan agar *improvement* dan inovasi yang dilakukan perusahaan dapat berjalan sesuai rencana. Performansi mesin akan menjadi salah satu kunci utama kesuksesan suatu industri manufaktur. Menurut Malik dan Hamsal (2013), ada dua kerugian yang terjadi bila mesin produksi mengalami kerusakan, pertama keuntungan perusahaan akan berkurang karena mesin tidak mampu menyelesaikan seluruh pesanan, dan kedua adalah meningkatnya biaya perbaikan mesin yang rusak

Salah satu metode untuk mengetahui efektifitas suatu mesin laser adalah *Overall Equipment effectiveness* (OEE). *Overall Equipment Effectiveness* (OEE) adalah suatu pengukuran yang dilakukan terhadap *performance* yang berhubungan dengan *availability* dari proses produktivitas dan kualitas. OEE merupakan metode yang digunakan sebagai alat ukur metrik dalam penerapan program TPM guna menjaga peralatan pada kondisi ideal dengan menghapuskan *Six Big Losses peralatan* (Ansori, 2013:114). Selain itu, untuk mengukur kinerja dari suatu sistem produktif. Kemampuan mengidentifikasi secara jelas akar permasalahan dan faktor penyebabnya sehingga membuat usaha perbaikan menjadi terfokus merupakan faktor utama metode ini diaplikasikan secara menyeluruh oleh banyak perusahaan di dunia.

Menurut Nakajima (2014), OEE merupakan ukuran menyeluruh yang mengidentifikasi tingkat produktivitas mesin/peralatan dari kinerja secara teori. Pengukuran ini sangat penting untuk mengetahui area mana yang perlu ditingkatkan produktivitasnya ataupun efisiensi mesin/peralatan dan juga dapat menunjukkan area bottleneck yang terdapat pada lintasan produksi. OEE juga merupakan alat ukur untuk mengevaluasi dan memperbaiki cara yang tepat untuk menjamin peningkatan produktivitas penggunaan mesin/peralatan.

Evaluasi yang dilakukan adalah dengan melakukan analisis OEE (*Overall Equipment Effectiveness*) untuk memantau efektivitas suatu proses sehingga nantinya dapat dilakukan upaya-upaya yang dapat meningkatkan efektivitas proses tersebut (Vorne Industries, 2008). Dari analisis ini diperlukan nilai *availability*, *performance* dan *quality* yang diperoleh melalui pengamatan langsung terhadap mesin. Pengukuran OEE menunjukkan seberapa baik suatu perusahaan dalam menggunakan sumber daya yang dimiliki termasuk peralatan, pekerja dan kemampuan untuk memuaskan konsumen dalam pengiriman suatu pesanan yang sesuai dengan kualitas yang diinginkan oleh konsumen.

TINJAUAN PUSTAKA

Teori Efektivitas dan Efisiensi

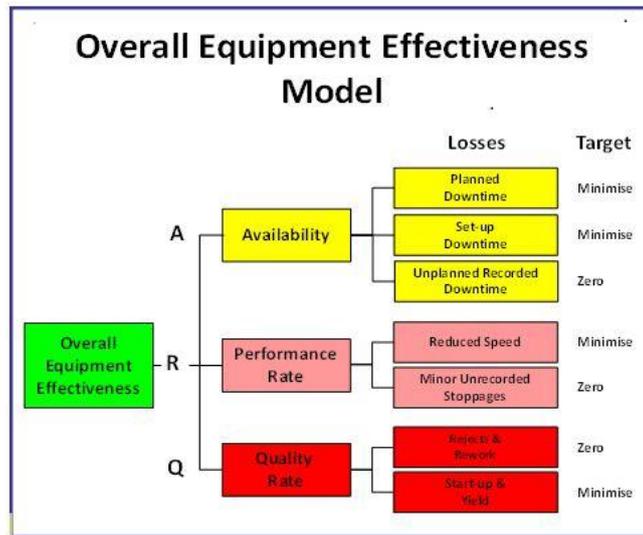
Efektivitas berasal dari kata efektif yang mengandung pengertian yaitu suatu tujuan yang telah direncanakan sebelumnya dapat tercapai atau dengan kata sasaran tercapai karena adanya proses kegiatan. Jadi efektivitas mengarah kepada pencapaian target yang berkaitan dengan kualitas, kuantitas dan waktu (Moenir, 2015). Sedangkan efisien adalah perbandingan rasio dari keluaran (output) dengan masukan (input). Artinya hasil dari usaha yang telah dicapai lebih besar dari usaha yang dilakukan. Jadi efisiensi mengarah kepada kemampuan untuk melakukan sesuatu atau menghasilkan sesuatu tanpa membuang-buang usaha, waktu atau biaya (Moenir, 2015).

Definisi Overall Equipment Effectiveness (OEE)

Overall Equipment Effectiveness (OEE) merupakan produk dari kegiatan operasi dengan *six big losses* pada mesin/peralatan. Keenam faktor dalam *six big losses* dapat dikelompokkan menjadi tiga komponen utama dalam OEE untuk dapat digunakan. Dalam mengukur kinerja mesin/peralatan yakni, *downtime losses*, *speed losses* dan *defect losses*.

Menurut Nakajima (2015), OEE merupakan ukuran menyeluruh yang mengidentifikasi tingkat produktivitas mesin/peralatan dari kinerja secara teori. Pengukuran ini sangat penting untuk mengetahui area mana yang perlu ditingkatkan produktivitasnya ataupun efisiensi mesin/peralatan dan juga dapat menunjukkan area bottleneck yang terdapat pada proses produksi. OEE juga merupakan alat ukur untuk mengevaluasi dan memperbaiki cara yang tepat untuk menjamin peningkatan produktivitas penggunaan mesin/peralatan.

Secara garis prosedur perhitungan Overall Equipment Effectiveness ditunjukkan pada gambar 1.



Gambar 1. Overall Equipment Effectiveness

Dengan menghitung OEE, maka dapat diketahui 3 komponen penting yang mempengaruhi efektivitas mesin yaitu *availability* atau ketersediaan mesin, *performance rate* atau efisiensi produksi, dan *Quality rate* atau kualitas output mesin.

Secara matematis, rumus overall equipment effectiveness (OEE) adalah sebagai berikut :

$$OEE (\%) = Availability \times Performance\ rate \times Quality\ rate \tag{1}$$

Untuk menghitung nilai OEE, maka perlu diketahui nilai masing – masing komponen tersebut.

1. *Availability* adalah suatu rasio yang menunjukkan waktu yang tersedia untuk mengoperasikan mesin. *Availability* mempertimbangan berbagai kejadian yang dapat menghentikan proses produksi yang sudah direncanakan sebelumnya. Rumusnya :

$$Avaialbility = \frac{Operation\ Time}{Loading\ Time} \times 100\% \tag{2}$$

Dimana : *Operation Time* = *loading time* - *downtime*

$$\text{Loading Time} = \text{running time} - \text{planned downtime}$$

2. *Performance Rate* adalah mempertimbangkan faktor yang menyebabkan proses produksi tidak sesuai dengan kecepatan maksimum yang seharusnya ketika dioperasikan. Contohnya adalah ketidakefisiensian operator dalam menggunakan mesin. Rumusnya :

$$\text{Performance Rate} = \frac{\text{jumlah produksi} \times \text{waktu siklus per unit}}{\text{operation time}} \times 100\% \quad (3)$$

3. *Quality Rate* adalah merupakan perbandingan antara produk yang baik dibagi dengan jumlah total produksi. Jumlah produk yang baik ini didapatkan dengan mengurangi jumlah produksi dengan jumlah produk *defect* atau cacat. Kemudian setelah itu diubah ke dalam bentuk persentase. Rumusnya :

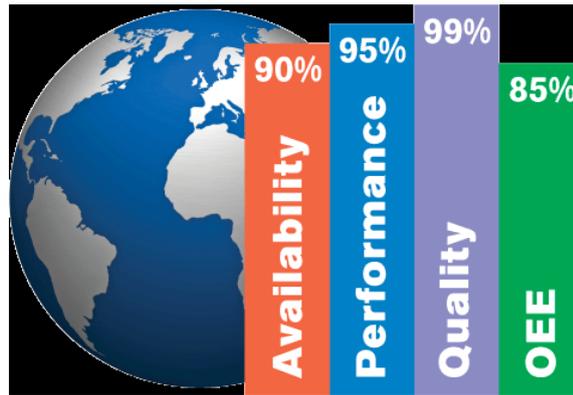
$$\text{Quality Rate} = \frac{\text{jumlah produksi} - \text{produk defect}}{\text{jumlah produksi}} \times 100\% \quad (4)$$

Japan Institute of Plant Maintenance (JIPM) telah menetapkan standar *benchmark* yang telah dipraktekan secara luas di seluruh dunia. Berikut OEE *Benchmark* tersebut :

- Jika OEE = 100%, produksi dianggap sempurna: hanya memproduksi produk tanpa cacat, bekerja dalam performance yang cepat, dan tidak ada *downtime*.
- Jika OEE = 85%, produksi dianggap kelas dunia. Bagi banyak perusahaan, skor ini merupakan skor yang cocok untuk dijadikan tujuan.
- Jika OEE = 60%, produksi dianggap wajar, tapi menunjukkan ada ruang yang besar untuk jangka panjang *improvement*.
- Jika OEE = 40%, produksi dianggap memiliki skor yang rendah, tapi dalam kebanyakan kasus dapat dengan mudah di *improve* melalui pengukuran langsung (misalnya dengan menelusuri alasan-alasan *downtime* dan menangani sumber-sumber penyebab *downtime* Untuk standar secara satu per satu).

Pada penerapannya angka pada 3 komponen ini akan berbeda – beda untuk tiap perusahaan. Standar *benchmark world class OEE* tersebut relatif karena pada beberapa buku dan perusahaan menunjukkan standar skor yang berbeda, standar *word class* ini selalu didorong lebih tinggi sejalan meningkatnya persaingan dan harapan. OEE memiliki nilai minimal sebesar 85%, dengan komposisi sebagai berikut (Nakajima, 1988) :

- Availability rate > 90%
- Performance rate > 95%
- Quality rate lebih > 99 %



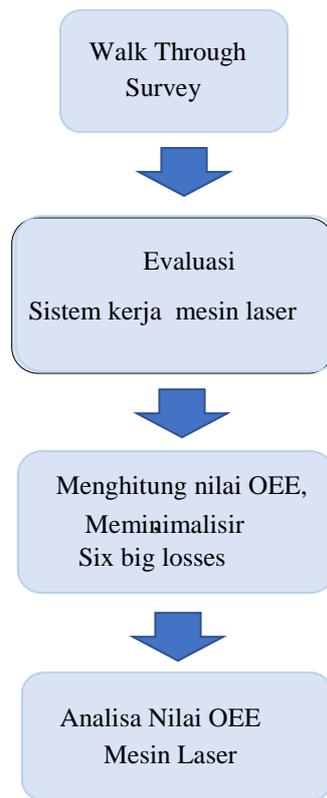
Gambar 2. Komposisi *Overall Equipment Effectiveness*

Menurut Davis dalam buku yang ditulis Wilson (2015, hal. 364) menerangkan bahwa pemaksimalan efektifitas peralatan berarti sarana terbaik untuk mengembalikan capital aset dari bisnisnya. Untuk meningkatkan efektifitas mesin dan peralatan yang digunakan harus diukur dan mengurangi losses selama mesin beroperasi. TPM dapat menghilangkan *six big losses*, hal ini yang menjadi fokus TPM. Kunci obyektif TPM adalah menghilangkan atau meminimalisasi semua losses yang berhubungan dengan sistem manufaktur untuk meningkatkan OEE. Pada tahap awal inisiatif TPM fokus pada menghilangkan *six big losses*, dimana mengakibatkan OEE yang rendah hal ini menurut Gupta et al.,2001 dalam Ahuja dan Khamba (2015, hal. 724). Keenam kerugian tersebut dikenal dengan istilah *Six Big Losses* yaitu :

1. *Equipment failure losses*
Kerugian akibat rusaknya mesin (peralatan dan perlengkapan kerja).
2. *Setup and Adjustments losses*
Kerugian yang diakibatkan perlunya Persiapan ulang peralatan dan perlengkapan kerja.
3. *Idling and minor stoppage losses*
Kerugian yang disebabkan karena mesin berhenti dalam waktu yang singkat dan harus di *restart*.
4. *Reduced speed losses*
Kerugian yang terjadi karena mesin berjalan lambat tidak sesuai dengan kecepatan yang diinginkan.
5. *Quality and defect work losses*
Kerugian yang terjadi karena banyaknya produk yang cacat dalam proses produksi.
6. *Yield and scrap losses*
Kerugian yang disebabkan karena adanya kecacatan di awal proses produksi.

METODE PENELITIAN

Metode yang digunakan adalah dengan melakukan analisa sesuai dengan kajian pustaka yang ada yaitu dengan metode analisa *Efektifitas mesin laser* menggunakan metode OEE dan analisa pareto dari *six big losses* yang diperoleh. Langkah-langkah penelitian secara aliran proses digambarkan pada gambar dibawah ini:



Gambar 3. Langkah-Langkah Penelitian

HASIL DAN PEMBAHASAN

Analisa *OEE*

Analisa *OEE* bertujuan untuk mengetahui seberapa besar nilai performansi dari mesin laser yang digunakan untuk proses produksi pemotongan komponen pada departemen *cutting*. Berdasarkan observasi lapangan dan setelah dilakukan pengolahan data maka pada periode Januari – Agustus 2018 berikut ini adalah data *OEE* mesin laser.

Tabel 1. Data *OEE*

Bulan	Hari Kerja	Prod. time (min)	Over time (min)	Running time (min)	Down time (min)	Planned downtime (min)	Loading time (min)	Opr. Time (min)
Januari	22	10230	1080	11310	251	88	10142	9891
Februari	19	8835	420	9255	217	76	8759	8542
Maret	21	9765	510	10275	184	84	9681	9497
April	21	9765	960	10725	153	84	9681	9528
Mei	21	9765	480	10245	151	84	9681	9530
Juni	13	6045	900	6945	863	52	5993	5130
Juli	22	10230	60	10290	412	88	10142	9730
Agustus	22	10230	480	10710	157	88	10142	9985
Total	161	74865	4890	79755	2388,8	644	74221	71832
Average	20,125	9358,1	611,25	9969,38	298,60	80,5	9278	8979

Tabel 2. Perhitungan *OEE*

Bulan	Jumlah produksi (unit)	Unit OK (Unit)	Unit Reject (unit)	Cycle time (min)	Availability (%)	Performance rate (%)	Quality rate (%)	OEE (%)
Januari	4814	4711	103	2	97,5%	97,3%	97,9%	92,9%
Februari	4466	4298	168	1,9	97,5%	99,3%	96,2%	93,2%
Maret	5167	5021	146	1,8	98,1%	97,9%	97,2%	93,4%
April	5421	5332	89	1,7	98,4%	96,7%	98,4%	93,6%
Mei	3771	3701	70	2,5	98,4%	98,9%	98,1%	95,5%
Juni	2283	2234	49	2,2	85,6%	97,9%	97,9%	82,0%
Juli	3354	3302	52	2,8	95,9%	96,5%	98,4%	91,1%
Agustus	3218	3172	46	3	98,4%	96,7%	98,6%	93,9%
Total	32494	31771						
Average	4061,75	3971	90,38	2,24	96,2%	97,7%	97,8%	91,9%

(Sumber data : PT.ZXY, 2018)

Dari tabel diatas rata-rata nilai *availability* 96,2%, *performance rate* 97,7%, *quality rate* 97,8% sehingga rata-rata nilai *OEE* sebesar 91,9%. Nilai *OEE* tersebut sebenarnya sudah sangat bagus (> 85%) jika dibandingkan terhadap standar nilai minimal *OEE* perusahaan manufaktur dunia. Tapi perusahaan menginginkan lebih dari itu sehingga perlu dilakukan perbaikan dengan melakukan analisa terhadap ke-6 faktor *losses* terbesar (*six big losses*) untuk mengetahui pareto *losses*.

Analisa Six Big Losses

Analisa terhadap *six big losses* digunakan untuk mengetahui pareto dari *losses* terbesar dengan pengolahan data sesuai dengan rumus perhitungan masing-masing *losses*. Berikut adalah data *six big losses* periode Januari-Agustus 2018 di PT. ZXY

Tabel 3. Data Six Big Losses

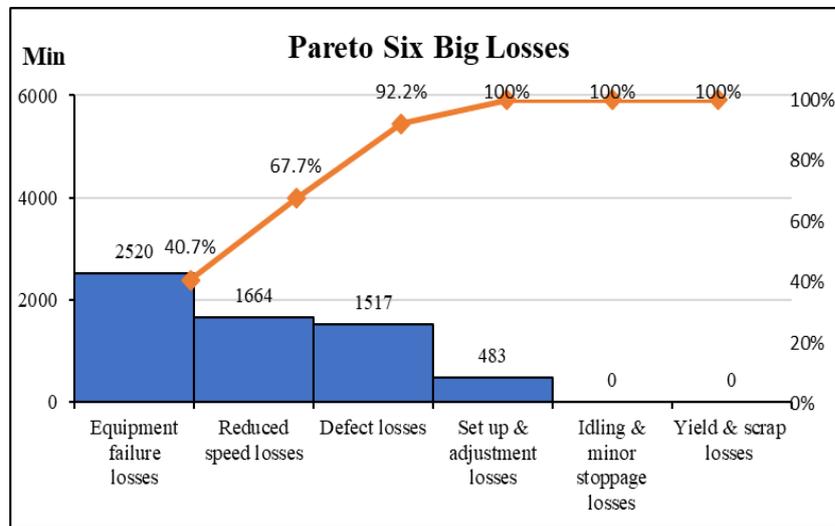
Bulan	Hari Kerja	Cycle time (min)	Jumlah produksi (unit)	Unit Reject (unit)	Opr. Time (min)	Down time (min)	Loading time (min)	Set up time (min)
Januari	22	2	4814	103	9891	251	10142	66
Februari	19	1,9	4466	168	8542	217	8759	57
Maret	21	1,8	5167	146	9497	184	9681	63
April	21	1,7	5421	89	9528	153	9681	63
Mei	21	2,5	3771	70	9530	151	9681	63
Juni	13	2,2	2283	49	5130	863	5993	39
Juli	22	2,8	3354	52	9730	412	10142	66
Agustus	22	3	3218	46	9985	157	10142	66
Total	161		32494		71832	2388,77	74221	483
Average	20,125	2,24	4061,75	90,38	8979	298,60	9278	60

Tabel 4. Perhitungan Six Big Losses

Bulan	Downtime/Equipment Failure losses	Set up & adjusment losses	Idling & minor stoppage	Reduced speed losses	Defect losses (%)	Yield & scrap losses (%)
-------	-----------------------------------	---------------------------	-------------------------	----------------------	-------------------	--------------------------

losses						
Januari	2,22%	0,7%	0%	2,6%	2,0%	0%
Februari	2,35%	0,7%	0%	0,6%	3,6%	0%
Maret	1,79%	0,7%	0%	2,0%	2,7%	0%
April	1,43%	0,7%	0%	3,2%	1,6%	0%
Mei	1,47%	0,7%	0%	1,1%	1,8%	0%
Juni	12,43%	0,7%	0%	1,8%	1,8%	0%
Juli	4,00%	0,7%	0%	1,4%	1,4%	0%
Agustus	1,47%	0,7%	0%	1,4%	1,4%	0%
Total						
Average	3,4%	0,7%	0%	1,8%	2,0%	0%

(Sumber data : PT. ZXY, 2018)



Gambar 4. Pareto Six Big Losses

Dari gambar 4 diatas dapat disimpulkan bahwa pareto losses adalah *equipment failure losses*. Hal tersebut berarti masih banyak terdapat masalah dari sisi mesin dan peralatan kerja yang digunakan pada untuk proses pemotongan komponen di PT. ZXY. Bagian maintenance harus lebih memperhatikan jadwal perawatan mesin yang memiliki *downtime* paling tinggi sehingga menjadi prioritas untuk di analisa penyebab masalah tersebut dan dilakukan perbaikan.

Analisa Diagram Pareto

Untuk mengetahui losses terbesar dari *six big losses*, perlu dilakukan analisa dengan metode diagram pareto. Berikut adalah data *six big losses*.

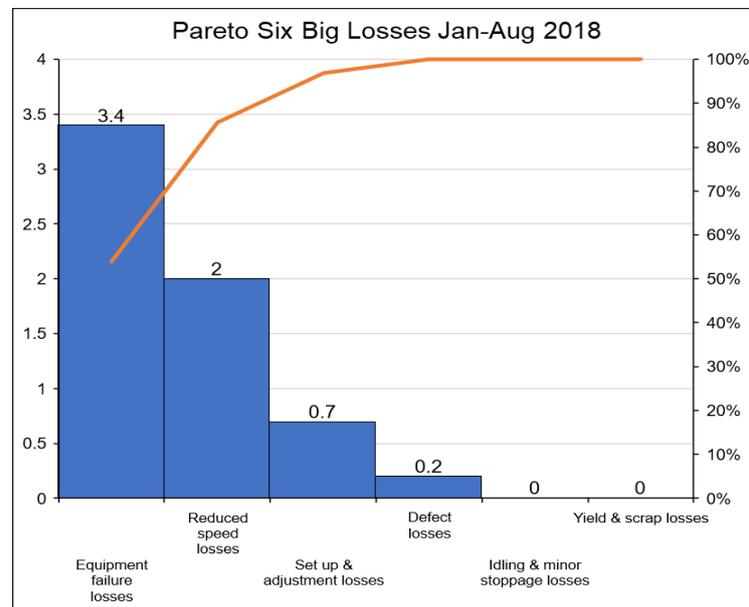
Tabel 3. Data Six Big Losses

No	Jenis Losses	Presentase dari loading time (%)	Presentase dari six big losses (%)	Presentase Kumulatif (%)
1	Equipment failure	3.4	53,97	53,97

	<i>losses</i>			
2	<i>Reduced speed losses</i>	2	31,97	85,71
3	<i>Set up & adjustment losses</i>	0.7	11,11	96,83
4	<i>Defect losses</i>	2	3,17	100
5	<i>Idling & minor stoppage losses</i>	0	0	100
6	<i>Yield & scrap losses</i>	0	0	100
	<i>Total losses</i>	8,1		

Sumber data : (PT.ZXY, 2018).

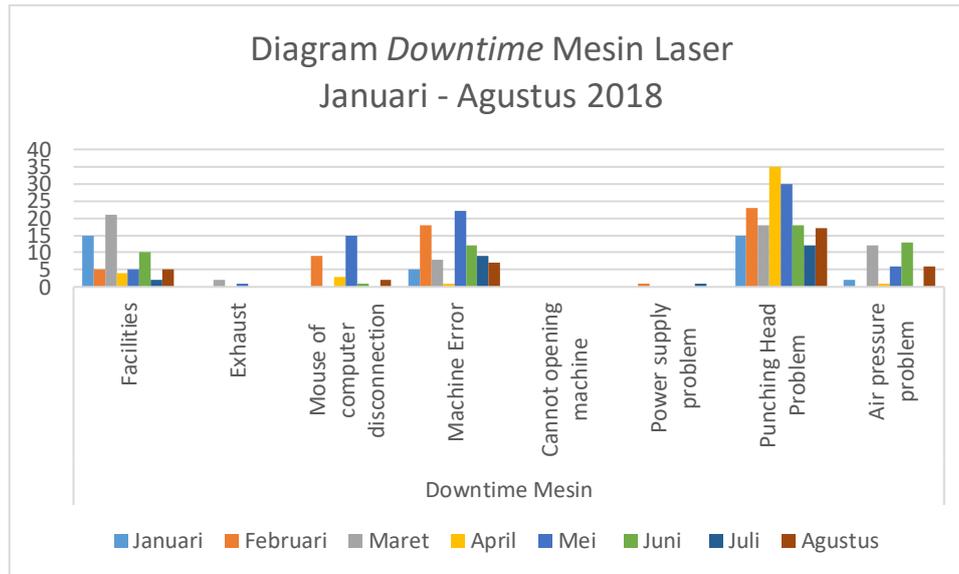
Dibawah ini Diagram Pareto *Six Big Losses* yang memperlihatkan presentase tertinggi adalah *Equipment Failure Losses*.



Gambar 5. Diagram Pareto *Six Big Losses*

Berikut ini uraian *downtime* mesin laser yang terjadi dari data bulan januari sampai bulan agustus 2018 adalah sebagai berikut :

1. Facilites
2. Exhaust
3. Mouse of computer disconnection
4. Machine Error
5. Cannot opening machine
6. Power supply problem
7. Punching head problem
8. Air pressure problem



Gambar 6. Diagram *Downtime* Mesin Laser

Berdasarkan data diatas diagram pareto *downtime* pada mesin laser paling dominan adalah masalah pada Punching head.

Usulan Perbaikan

Berdasarkan analisa diagram sebab akibat penyebab tingginya permasalahan punching head terdapat 3 faktor yang menyebabkannya yaitu dari faktor manusia, mesin dan material. Dilihat dari faktor *Man* (manusia) , kesalahan dalam proses operasional ketika melakukan operasional pada mesin berpotensi menyebabkan munculnya *punching head*. Faktor *Machine* (mesin), kurang disiplinnya operator dalam menjaga kebersihan mesin. Dan faktor material setelah di analisa kebersihan komponen merupakan kelalaian operator bukan dari supplier.

Setelah dilakukan perbaikan pada mesin laser akan meningkatkan *availability* dari rata-rata 96,2% menjadi 96,4%. Meningkatnya *availability* juga akan berdampak pada meningkatnya *OEE* dari 91,9% menjadi 92,1%. Berikut adalah tabel perhitungan *OEE* setelah dilakukan perbaikan tersebut.

Tabel 4. Data perhitungan *OEE* setelah perbaikan

Bulan	<i>Availability</i> (setelah perbaikan) (%)	<i>Performance</i> rate(%)	<i>Quality rate</i> (%)	<i>OEE</i> (%)
Januari	97.53	97.3	97,9	92,9
Februari	97.52	99.3	96,2	93,2
Maret	98.1	97.9	97,2	93,4
April	98.42	96.7	98,4	93,6
Mei	98.44	98.9	98,1	95,5
Juni	85.6	97.9	97,9	82
Juli	95.94	96.5	98,4	91,1
Agustus	98.45	96.7	98,6	93,9
Rata-rata <i>OEE</i>				92,1

(Sumber data : PT.ZXY, 2018)

PENUTUP

KESIMPULAN

- a. Berdasarkan analisa *overall equipment effectiveness (OEE)*, hasil perhitungan yang telah dilakukan rata-rata nilai *OEE* % adalah dengan komposisi *availability* 96,25%,

performance rate 97,7%, dan *quality rate*. Berdasarkan data tersebut secara overall ketiga parameter tersebut sudah sangat baik, namun nilai *availability* selisih paling tinggi yaitu sebesar 3,75% yang disebabkan *downtime* dari peralatan/ mesin produksi.

- b. Berdasarkan analisa *six big losses* faktor *losses* terbesar adalah *equipment failure losses* sebesar 53,97% dari keseluruhan *losses*. Kemudian berdasarkan *breakdown downtime* mesin laser yang mengalami kegagalan mesin paling tinggi adalah *punching head*.
- c. Dengan menggunakan analisa sebab akibat untuk mengetahui akar masalah dari *punching head* di dapatkan faktor yang berpengaruh adalah faktor manusia, mesin dan material.
- d. Setelah dilakukan perbaikan pada mesin laser dengan meningkatkan *availability* dari rata-rata 96,2% menjadi 96,4%. Meningkatnya *availability* juga akan berdampak pada meningkatnya *OEE* dari 91,9% menjadi 92,1%.

DAFTAR PUSTAKA

- Ansori, N. 2013. *Sistem Perawatan Terpadu (Integrated Maintenance System)*. Graha Ilmu, Yogyakarta. Jurnal Metris, 17 (2016): 97 – 106, ISSN: 1411 – 3287.
- Nakajima, S. 2014. *Introduction to Total Productive Maintenance*. Portland: Productivity Press, Inc. Jurnal Ilmiah Teknik Industri, Vol. 13, No. 1, Juni 2014, ISSN 1412-6869.
- Blanchard, S. B., 2015, *An Enhanced Approach for Implementing Total Productive Maintenance in The Manufacturing Environment*, Journal of Quality in Maintenance Engineering, Vol 3, No.03, Juli 2015, ISSN: 2338-5081.
- Malik, N.A. dan Hamsal, M. 2013. *Pengukuran Kinerja Operasional Melalui Implementasi Total Productive Maintenance di PT. XYZ*. Journal of Business And Entrepreneurship Magister Manajemen. Vol. 1, No. 2, ISSN: 2302 - 41 19. Fakultas Ekonomi, Universitas Indonesia, Jakarta, Seminar dan Konferensi Nasional IDEC 2017 ISSN: 2579-6429.
- Wilson, A. 2015. *Asset Maintenance management*. New York : Industrial Press, Inc. Jurnal Prosisko, Vol. 2, No. 2, September 2015, ISSN: 2406-7733.
- Ahuja, I.P.S., & Khamba, J.S. 2015. *Total Productive Maintenance, literature review and direction*. International journal of Quality and Reliability Management, Vol 25, No. 7, 709-756.
- Scodanibbio, C. 2009. *World-Class TPM – How to calculate Overall Equipment Effectiveness (OEE)*. Tersedia pada: <http://www.scodanibbio.com>.
- Moenir, HAS., 2015, *Manajemen Umum di Indonesia*. Jakarta: PT. Bumi Aksara. Jurusan Teknik Industri Itenas , Vol.03, No.03, Juli 2015, ISSN: 2338-5081.
- Vorne Industries. 2018. *The Fast Guide to OEE*. Tersedia pada: <http://www.oeec.com> [diakses 29 Januari 2018].