



## **APLIKASI OVERALL EQUIPMENT EFFECTIVENESS (OEE) DALAM UPAYA MENGATASI TINGGINYA DOWNTIME PADA STASIUN KETEL DI PG X JAWA TIMUR**

**I Made Ivan W.C.S<sup>1)</sup>, Mahros Darsin<sup>\*2)</sup>, Moch. Edoward R<sup>3)</sup>**

Jurusan Teknik Mesin Fakultas Teknik Universitas Jember

Jln. Kalimantan 37, Jember 68121

Email : mahros.teknik@unej.ac.id

**Received: June 3, 2019. Accepted: December 18, 2019**

### **ABSTRAK**

PG X Jember adalah salah satu agroindustri yang memproduksi gula kristal putih dari tebu. Upaya berkelanjutan diperlukan oleh perusahaan untuk memastikan pasok gula di pasar terjamin; salah satunya adalah dengan melakukan perawatan fasilitas pabrik. Data selama enam bulan di tahun 2018 menunjukkan bahwa pada stasiun ketel terjadi 181 jam downtime. Penyebabnya utamanya di antaranya berupa rantai putus dan kerusakan pada *bagasse conveyor*. Paper ini adalah hasil riset untuk menemukenali penyebab tingginya waktu jam henti pada stasiun ketel tersebut dan upaya perbaikannya. Untuk pengukuran efektivitas mesin pada *bagasse conveyor* menggunakan metode OEE. Berdasarkan perhitungan, OEE mencapai nilai hingga 68.27% pada bulan Juni. Sedangkan nilai OEE tertinggi mencapai nilai 98.46% pada bulan September. Faktor *reduce speed losses* berkontribusi sebanyak 46% terhadap rendahnya nilai OEE. Berdasarkan analisa *fishbone* ditemukan penyebab utama tingginya nilai *reduce speed losses* adalah kurangnya pengawasann dalam pengangkutan *bagasse* ke *conveyor* dan ukuran *scrapper* tidak sesuai. Agar perusahaan dapat mengurangi *losses* ini, disarankan untuk memperketat pengawasan ketika pengangkutan *bagasse* ke *conveyor*. Dari tinjauan mekanis disarankan supaya mengubah ukuran *scrapper* agar komponen ini tidak mengalami bengkok dan memperlambat mesin. Analisis free body diagram pada elemen ini menunjukkan bahwa pengurangan dimensi *scrapper* menjadi 1.195 mm dari 1.215 mm akan mengurangi displacement 6.67 mm menjadi 4.72 mm dengan tanpa mengurangi fungsi kerja bagian ini.

Kata kunci: *Downtime, Overall Equipment Effectiveness, Six Big Losses, Scrapper.*

### **ABSTRACT**

PG X in Jember is one of the agro-industries that processing sugar cane into sugar crystals. This factory works seasonally. To ensure the consumer demand for sugar, the sugar factory should operate efficiently during their production season. In fact, it was found that at the downtime at the boiler department at this factory was up to 181 hours for six months production period in the year 2018. This happened mainly in the *bagasse conveyor* section. This paper is focused on efforts to find out the cause of the high downtime and its possible solution. Overall Equipment Effectiveness (OEE) analysis was employed for measuring machine effectiveness. It is found that the lowest OEE value of 68.27% was in June, while the highest one up to 98.46% was reached in September. The most affecting factor to the low OEE value is reducing speed losses. It affected by 46% to the overall six big losses factors. Based on fishbone analysis, the main cause of the high value of reducing speed losses is lack of supervision in transporting *bagasse* to the conveyor. The inappropriate dimension of the *scrapper* (a part of the conveyor) is another reason. Therefore, it is recommended to increase supervision in transporting *bagasse* to the conveyor. Another recommendation is to reduce the *scrapper* length. Analysis of the free body diagram of this element shows that reducing its



length from 1.215 mm to 1.195 mm will reduce the displacement from 6.67 mm to 4.72 mm without degrading the function of this part.

Keyword: Downtime, Overall Equipment Effectiveness, Six Big Losses, Scrapper.

## PENDAHULUAN

Gula adalah komoditas agroindustry yang termasuk dalam salah satu Sembilan bahan pokok (sembako). Ketersediaan gula di masyarakat adalah suatu keniscayaan. Dengan kata lain dalam kerangka ketahanan pangan, gula menduduki nilai strategis dalam menunjang ketahanan pangan. Salah satu produsen gula di Jawa Timur yaitu PG X yang berlokasi di Jember. Berdasarkan informasi yang diperoleh, kegiatan perawatan yang digunakan pada pabrik ini adalah kombinasi *preventive maintenance* dan *corrective maintenance*. Namun pada kenyataannya masih ditemukan penyebab kerugian (*losses*) yang belum dapat dicegah. Data dari perusahaan, pada tahun 2018 pada stasiun ketel tercatat kerugian (*losses*) masih tinggi, yang diakibatkan di antaranya pada bagas conveyor terjadi rantai putus dan *downtime*. Sehingga di stasiun ketel memiliki jam berhenti sebesar jam 181 selama enam bulan masa giling tahun 2018. Selama *downtime* pada stasiun ketel, pabrik menghentikan proses giling guna melakukan perbaikan atau perawatan. Karenanya diperlukan suatu cara untuk mengatasi permasalahan tersebut.

$$\text{Availability} = \frac{\text{waktu operasi}}{\text{loading time}} \times 100\% = \frac{\text{loading time} - \text{downtime}}{\text{running time} - \text{planned downtime}} \times 100\% \quad (1)$$

keterangan:

*loading time* = waktu yang tersedia mesin beroperasi dikurangi dengan jam berhenti mesin yang telah direncanakan;

*downtime* = waktu berhenti mesin karena tidak dapat beroperasi;

*planned downtime* = waktu berhenti mesin yang telah direncanakan.

b. *Performance*

$$\text{waktu siklus} = \frac{\text{loading time}}{\text{jumlah giling}} \quad (2)$$

$$\text{presentasi jam kerja} = \left[ 1 - \frac{\text{Total delay}}{\text{waktu operasi}} \right] \times 100\% \quad (3)$$

Salah satu usaha meningkatkan efektivitas mesin yaitu dengan menggunakan penerapan *total productive maintenance* [1]. Tingkat keberhasilan dari TPM diukur dengan metode *overall equipment effectiveness* (OEE) [2][3]. OEE adalah sebuah cara analisis efektivitas yang digunakan sebagai tolok ukur untuk menakar seberapa baik sebuah fasilitas atau peralatan pabrik digunakan dalam produksi [1] [4]–[8][9].

## METODE PENELITIAN

Langkah yang dilakukan menghitung:

### 1. *Overall Equipment Effectiveness (OEE)*

Untuk mengetahui nilai OEE maka harus dihitung terlebih dahulu nilai dari ketersediaan (*availability*), performa (*performance*), dan *quality ratio* [10][11], [12]. Adapun rumus yang digunakan untuk mengetahui seberapa besar nilai OEE adalah:

#### a. *Availability*

*Availability* adalah perbandingan antara waktu operasi terhadap loading time [13]. Dengan waktu operasi adalah loading time dikurangi downtime. Sementara, *loading time* adalah *running time* dikurangi *planned time*.

$$\begin{aligned}
 \text{Performance} &= \frac{\text{jumlah digiling} \times \text{waktu siklus ideal}}{\text{waktu operasi}} \times 100\% \\
 &= \frac{\text{jumlah digiling} \times (\text{waktu siklus} \times \text{presentase jam kerja})}{\text{loading time} - \text{downtime}} \times 100\% \quad (4)
 \end{aligned}$$

keterangan:

waktu operasi = waktu efektif total ketika mesin beroperasi;

waktu siklus ideal = waktu standart saat mesin beroperasi;

*running time* = waktu yang tersedia untuk beroperasi.

c. *Quality Ratio*

$$\text{Quality rate} = \frac{\text{jumlah digiling} - \text{jumlah cacat}}{\text{jumlah digiling}} \times 100\% \quad (5)$$

Nilai quality ratio 100% berarti tidak ada produk cacat walau sedikit.

terhadap pencegahan kerusakan atau kegagalan mesin, namun juga meminimalkan nilai *downtime* mesin [14]. Adapun bagian-bagian *six big losses* dihitung dengan persamaan 7 -12.

2. *Six Big Losses*

Pengukuran nilai *six big losses* adalah tindakan-tindakan yang dilakukan bukan hanya berfokus

a. *Breakdown losses*

$$\text{Breakdown losses} = \frac{\text{down time}}{\text{loading time}} \times 100\% \quad (7)$$

b. *Setup and adjustment*

$$\text{Setup and adjustment} = \frac{\text{setup time}}{\text{loading time}} \times 100\% \quad (8)$$

c. *Idle and minor*

$$\text{Idle and minor} = \frac{\text{Non productive time}}{\text{loading time}} \times 100\% \quad (9)$$

d. *Reduce speed losses*

$$\text{Reduce speed losses} = \frac{\text{operation time} - (\text{ideal cycle time} \times \text{jumlah digiling})}{\text{loading time}} \times 100\% \quad (10)$$

e. *Defect losses*

$$\text{Defect losses} = \frac{\text{ideal cycle time} \times \text{rework}}{\text{loading time}} \times 100\% \quad (11)$$

f. *Startup defect*

$$\text{Startup defect} = \frac{\text{ideal cycle time} \times \text{scrap}}{\text{loading time}} \times 100\% \quad (12)$$

3. Analisis Pareto

Analisis Pareto adalah suatu metode dalam menyeleksi permasalahan dengan cara mengurutkan berdasarkan kontribusi tiap faktor. Analisis Pareto bertujuan untuk meningkatkan kualitas [15].

*Fishbone diagram* atau diagram tulang ikan berfungsi untuk mengidentifikasi suatu persoalan dan menganalisis permasalahan dengan *brainstorming* [16].

4. Analisis Diagram *Fishbone*

5. Usulan Perbaikan

**HASIL DAN PEMBAHASAN**

Data *downtime* yang diperoleh pada mesin *bagasse conveyor chain* di stasiun ketel di PG.X adalah dari bulan Mei sampai dengan Oktober 2018, seperti pada Tabel 1. Data ini digunakan untuk menghitung

nilai OEE [3]. Dari hasil OEE yang diperoleh akan diolah untuk menemukan 6 permasalahan (*six big losses*). Hasil dari permasalahan akan ditentukan sebab akibat dengan diagram *fishbone* dan hasil dari diagram *fishbone* akan berupa metode usulan.

Tabel 1. Data *downtime bagasse conveyor*

Bulan	Downtime (jam)	Running time (jam)	Ampas tebu giling (ton)
Mei	18.17	264	15525.889
Juni	29.42	720	23909.813
Juli	67.75	744	53733.472
Agu	39.33	744	51019.920
Sep	10.58	720	44151.314
Okt	107.83	720	29448.068

Untuk mengetahui nilai OEE maka harus dihitung terlebih dahulu nilai dari ketersediaan (*availability*), performa (*performance*), dan *quality ratio* [10].

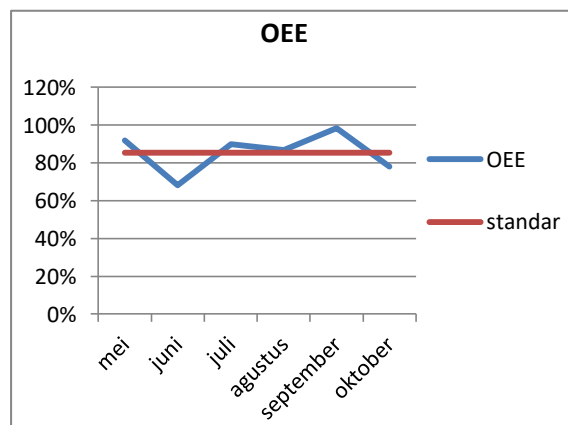
Nilai *quality ratio* 100% berarti tidak ada produk cacat walau sedikit. Hasil dari perhitungan ketiga faktor tersebut disajikan pada Tabel 2.

Tabel 2. Nilai hasil analisa OEE

Bulan	Availability	Performance (%)	Quality (%)	OEE
Mei	93.12%	99.45%	100%	91.93%
Juni	94.89%	71.94%	100%	68.27%
Juli	90.89%	98.99%	100%	89.98%
Agustus	94.35%	91.89%	100%	86.70%
September	98.53%	99.97%	100%	98.46%
Oktober	85.02%	91.81%	100%	78.06%

Untuk *quality*, semua diberi nilai 100% karena ketika penyaluran bahan bakar ke boiler tidak ada produk cacat. Data hasil perhitungan selanjutnya

dibandingkan terhadap standar *world class*, seperti disajikan pada Gambar 2.



Gambar 2. Grafik nilai OEE

Dari hasil perhitungan diperoleh nilai OEE maksimum dicapai sebesar 98.46% pada bulan September. Sebaliknya, angka OEE terendah pada Juni 2018 sebesar 68.27%. Rata-rata OEE selama

enam bulan adalah 85.57%. Jika dibandingkan terhadap nilai standar *world class* yaitu 85.4% [10], maka nilai OEE untuk stasiun ketel ini adalah sedikit lebih besar.

**Six Big Losses**

Pengukuran nilai *six big losses* adalah tindakan-tindakan yang dilakukan bukan hanya berfokus terhadap pencegahan kerusakan atau kegagalan

mesin, namun juga meminimalkan nilai *downtime* mesin [14]. Adapun bagian-bagian *six big losses* dihitung dengan persamaan 7 -12, hasil perhitungan disajikan pada Tabel 3.

Tabel 3. Nilai *six big losses* bulan Mei - Oktober

Bulan	Break	Set	Idle	Reduce	Defect	Startup
Mei	3.93%	2.95%	0%	0.51%	0	0
Jun	1.80%	3.31%	0.03%	26.62%	0	0
Jul	1.39%	7.71%	0%	0.91%	0	0
Agu	1.49%	4.16%	0.01%	7.65%	0	0
Sep	1.44%	0.03%	0%	0.02%	0	0
Okt	1.49%	14%	0%	6.92%	0	0
Rata-rata	1.92%	5.36%	1%	7.11%	0	0

Jelas bahwa faktor kerugian *reduce speed losses* berkontribusi paling besar terhadap penurunan nilai *performance*. Sedangkan *defect losses* dan *startup defect* tidak berkontribusi terhadap penurunan nilai *performance*.

**Analisis Pareto**

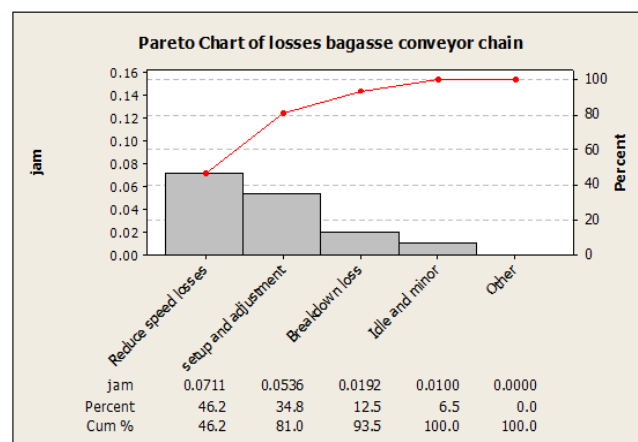
Analisis Pareto adalah suatu metode dalam menyeleksi permasalahan dengan cara

mengurutkan berdasarkan kontribusi tiap faktor. Analisis Pareto bertujuan untuk meningkatkan kualitas [15]. Dalam hal ini diagram Pareto digunakan untuk melihat efek tiap faktor kerugian (*losses*) yang berpengaruh secara akumulatif terhadap *performance*, seperti tersaji pada Tabel 4.

Tabel 4. Faktor *losses* pada *bagasse conveyor*

Six big losses	Losses	Ratio (%)	Kumulatif (%)
Reduce speed losses	0.0711	46.2%	46.2%
Setup and adjustment	0.0536	35%	81%
Breakdown losses	0.0192	12.5%	94%
Idle and minor	0.01	6.5%	100%
Defect losses	0	0	100%
Startup defect	0	0	100%
Total	0.1539	100%	

Berdasarkan hasil dari Tabel 4, selanjutnya data dituangkan data ke dalam diagram Pareto seperti yang tersaji pada Gambar 3.

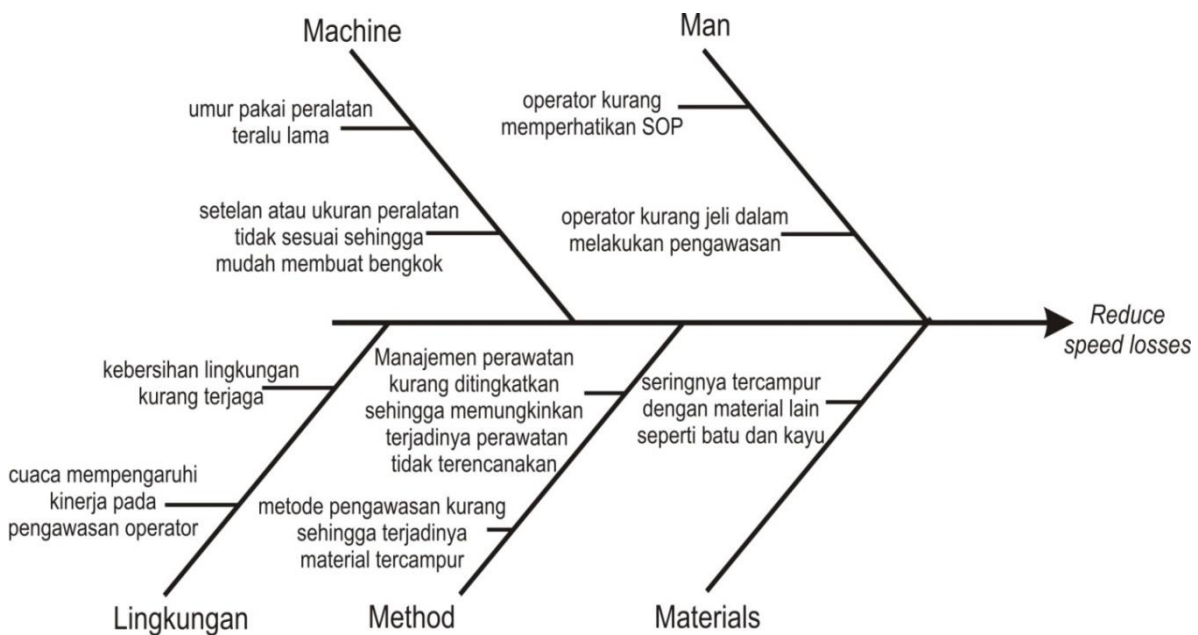


Gambar 3. Diagram pareto

Dari hasil analisis diagram Pareto nampak jelas bahwa faktor *reduce speed loss* berkontribusi paling besar (46.2%) terhadap proses produksi. Pengurangan kecepatan produksi pada akhirnya akan menurunkan efektivitas mesin pada stasiun ketel PG.X ini. Sehingga perusahaan perlu memprioritaskan analisa sebab akibat pada *losses* tersebut, agar dapat meningkatkan efektivitas mesin. Langkah selanjutnya, perusahaan harus memprioritaskan analisis sebab akibat supaya efektivitas mesin dapat ditingkatkan.

**Analisis Diagram Fishbone**

*Fishbone diagram* atau diagram tulang ikan berfungsi untuk mengidentifikasi suatu persoalan dan menganalisis permasalahan dengan *brainstorming* [16]. Gambar 4 menyajikan diagram tulang ikan yang dibuat untuk menelusur sumber permasalahan yang menyebabkan rendahnya nilai efisiensi pada *baggage conveyor*. Dari gambar ini kemudian disusun rekomendasi guna memangkas tingginya angka *reduce speed* pada seksi *baggage conveyor chain*.



Gambar 4. Diagram fishbone

**Usulan Perbaikan**

Berdasarkan hasil analisis diagram tulang ikan, maka diperoleh usulan guna untuk menentukan

penyelesaian permasalahan yang disajikan pada Tabel 5.

Tabel 5. Usulan perbaikan

No	Faktor -faktor	Penyelesaian masalah
1	Man	<ul style="list-style-type: none"> <li>Melakukan <i>briefing</i> sebelum pergantian <i>shift</i></li> <li>Memberikan pelatihan dan wawasan perawatan</li> </ul>
2	Method	<ul style="list-style-type: none"> <li>Memberikan pelatihan secara berkala</li> </ul>
3	Material	<ul style="list-style-type: none"> <li>Meningkatkan pengawasan pada saat pengangkutan <i>bagasse</i></li> </ul>
4	Machine	<ul style="list-style-type: none"> <li>Menyesuaikan ukuran <i>scraper</i> dengan keadaan dilapangan</li> </ul>
5	Lingkungan	<ul style="list-style-type: none"> <li>Menjaga lingkungan kerja tetap bersih</li> </ul>

Dari banyak usulan atau rekomendasi untuk perusahaan seperti tertuang pada Tabel 5, selanjutnya akan dibahas lebih lanjut mengenai

usulan dari faktor *material* dan *machine* sebagai berikut:

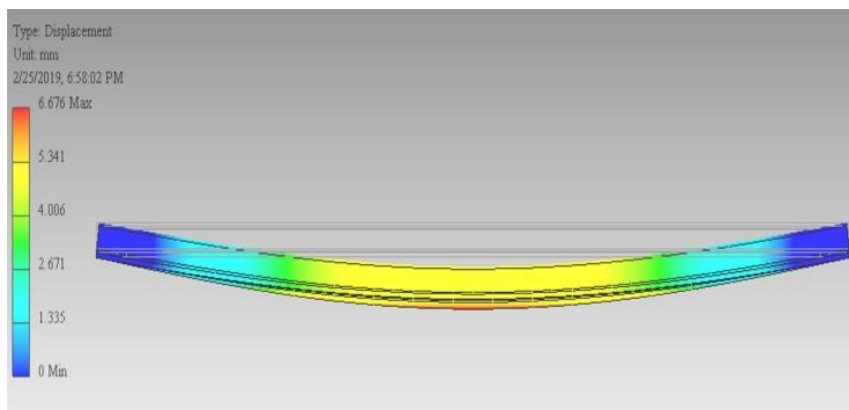
- a. Usulan pengawasan terhadap faktor material



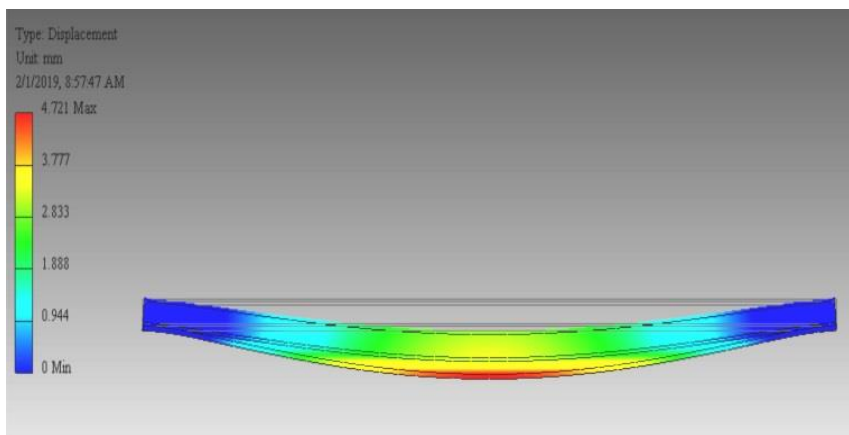
Melakukan pemeriksaan mesin secara terjadwal untuk mengurangi tingkat kerusakan mesin secara mendadak. Sebagai tambahan penekanan, pada tahap pengumpanan bagas ke *conveyor* diperlukan perhatian ekstra. Walau sudah ada prosedur operasional baku pada tahap ini, sering atau bahkan selalu tidak ada upaya untuk mencegah masuknya bahan non bagasse seperti batu atau kayu ke atas *conveyor*. Berdasarkan pengamatan di lapang, kedua benda ini sering terikut di *conveyor* dan menyebabkan kerusakan pada komponen *bagasse conveyor chain*.

b. Usulan penyesuaian ukuran

Dari observasi lapang terungkap bahwa salah satu penyebab *scraper* mudah menjadi bengkok adalah komponen ini acapkali menekan pembatas atau *through*. Jarak kedua ujung *scraper* terdapat pembatas sangat dekat, sengan celah sempit. sehingga jika ada terselip suatu benda padatan baik itu bagasse apalagi benda yang lebih keras akan menyebabkan gerakan ujung *scraper* tersendat atau macet. Maka dari itu, dibuat rancangan *scraper* dengan dimensi lebih pendek. Analisis nilai *displacement* terhadap *scraper* yang ada dan *scraper* usulan baru disajikan pada Gambar 5 dan Gambar 6.



Gambar 5. *Scraper displacement* awal



Gambar 6. *Scraper displacement* usulan

Dari hasil analisis *displacement scraper* nampak bahwa nilai *displacement* pada *scraper* yang ada sebesar 6.67 mm dengan ukuran *scraper* 1.215 mm. Sementara, *displacement* pada *scraper* usulan sebesar 4.72 mm pada ukuran *scraper* 1.195 mm. Desain baru sudah mempertimbangkan faktor kelonggaran atau toleransi maksimal dan

minimal ukuran pembatas yang diperbolehkan. Sehingga diusulkan untuk memperpendek ukuran *scraper* dari 1.215 mm hingga 1.195 mm.

## KESIMPULAN

Walau pada PG.X nilai OEE rata-rata pada tahun 2018 masih sedikit di atas OEE internasional, nilai OEE berfluktuasi sepanjang tahun. Nilai OEE tertinggi terjadi pada bulan September yaitu sebesar 98.46%, sedangkan terendah terjadi pada bulan Juni sebesar 68.27%. *Reduce speed losses* adalah factor pengandil terbesar terhadap rendahnya nilai OEE, yaitu sebesar 26.62% pada bulan Juni. Dari hasil analisis diagram tulang ikan *fishbone* diagram ditemukan bahwa ukuran *scrapper* tidak sesuai dengan ukuran *through*. Hal ini mengakibatkan *scrapper* sering bengkok. Analisis *free body diagram* menunjukkan nilai *displacement* pada *scrapper* yang ada mencapai 6.67 mm dibanding *displacement* pada *scrapper* usulan sebesar 4.72 mm dengan mengubah panjang komponen ini dari 1.215 mm menjadi 1.195 mm. Yang tidak kalah penting adalah perlunya meningkatkan pengawasan pada tahap pengumpanan *bagasse* ke *conveyor*. Hindari tercampurnya material non *bagasse* seperti batu dan kay uke atas *conveyor*.

### UCAPAN TERIMAKASIH

Terima kasih penulis sampaikan kepada Ariyo Anindito sebagai pembimbing lapang dari PG X yang telah mengarahkan penulis pertama semasa penelitian. Ucapan terima kasih juga penulis sampaikan kepada General Manager PG X yang telah memberi kesempatan penulis utama untuk melakukan penelitian di sana.

### DAFTAR PUSTAKA

- [1] W. Sukmoro, *Turning Loss Into Profit: Terobosan untuk Mendongkrak Produktivitas*. Gramedia Pustaka Utama, 2013.
- [2] R. K. Davis, *Productivity Improvement Through TPM*. Prentice Hall, 1995.
- [3] H. Pinto, C. Pimentel, and M. Cunha, "Implications of Total Productive Maintenance in Psychological Sense of Ownership," *Procedia - Soc. Behav. Sci.*, vol. 217, pp. 1076–1082, 2016.
- [4] M. P. Roessler and E. Abele, "Enhancement of the overall equipment effectiveness measure: A contribution for handling uncertainty in shop floor optimisation and production planning," *Int. J. Ind. Syst. Eng.*, vol. 20, no. 2, pp. 141–154, 2015.
- [5] M. Lalkiya and D. K. Kushwaha, "Optimizing and analyzing OEE through approach : A case study in cement industry," *Int. J. Adv. Eng. Res. Dev.*, vol. 2, no. 5, pp. 807–811, 2015.
- [6] C. Patel and V. A. Deshpande, "A Review on Improvement in Overall," *Int. J. Res. Appl. Sci. Eng. Technol.*, vol. 4, no. November 2016, pp. 642–650, 2016.
- [7] S. Perdana, E. Haviana, and H. H. Purba, "Overall Equipment Effectiveness Analysis to Define the Effectiveness of Yoshino I Machine : A Case Study in Manufacturing Industry," *J. Sci. Eng. Res.*, vol. 5, no. 6, pp. 25–31, 2018.
- [8] S. Dutta and A. K. Dutta, "A Review on the experimental study of Overall Equipment Effectiveness of various machines and its improvement strategies through TPM implementation," *Int. J. Eng. Trends Technol.*, vol. 36, no. 5, pp. 224–232, 2016.
- [9] M. Măineă, L. Duță, P. C. Patic, and I. Căciulă, "A method to optimize the Overall Equipment Effectiveness," *IFAC Proc. Vol.*, pp. 237–241, 2010.
- [10] Seiichi Nakajima, *Introduction to TPM: Total Productive Maintenance (Preventative Maintenance Series) (English and Japanese Edition)*. Productivity Pr; Eleventh Printing edition, 1988.
- [11] Y. Parikh and P. Mahamuni, "Total Productive Maintenance : Need & Framework," *Int. J. Innov. Res. Adv. Eng.*, vol. 2, no. 2, pp. 126–130, 2015.
- [12] R. Singh, A. M. Gohil, D. B. Shah, and S. Desai, "Total productive maintenance (TPM) implementation in a machine shop: A case study," *Procedia Eng.*, vol. 51, no. NUICONE 2012, pp. 592–599, 2013.



- [13] A. E. Susetyo, "Analisis Overall Equipment Effectiveness ( OEE ) Untuk Menentukan Efektivitas Mesin Sonna Web," *J. Sci. Tech*, vol. 3, no. 2, pp. 93–96, 2017.
- [14] Rahmad, Pratikt, 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.
- [15] W. Liu, W. Ye, J. Sun, Z. Dong, and Q. Wang, "KPOVs analytical memod based on improved weighted dynamic pareto chart," *Biotechnol. An Indian J.*, vol. 10, no. 7, pp. 1917–1926, 2014.
- [16] M. T. E. Team, "Cause and Effect Analysis. Identifying the Likely Causes of Problems," 2014. [Online]. Available: [https://www.mindtools.com/pages/article/newTMC\\_03.htm](https://www.mindtools.com/pages/article/newTMC_03.htm).