

ANALISIS PERAWATAN MESIN STERILIZER DENGAN METODE OVERALL EQUIPMENT EFFECTIVENESS (OEE) DI PKS PT. XYZ

M. Imam Gunadi, Junaidi, Fadly Ahmad Kurniawan

Program Studi Teknik Mesin, Fakultas Teknik dan Komputer, Universitas Harapan Medan
imamgunadi0@gmail.com

Abstrak

PT. XYZ adalah perusahaan yang bergerak dibidang usaha perkebunan dan pengolahan kelapa sawit dimana produksi yang dihasilkan adalah minyak mentah kelapa sawit CPO (Crude Palm Oil), PKM (Palm Kernel Mill). Dalam mengolah crude oil, Stasiun perebusan (sterilizer) merupakan salah satu mesin yang sangat penting dimana mesin ini bersifat kritis, sebab jika mesin sterilizer rusak akan mengakibatkan terhentinya proses produksi dari pabrik tersebut ketidak stabilan perekonomian dan semakin tajam nya persaingan di dunia industri mengharuskan suatu perusahaan untuk lebih meningkatkan efisiensi kegiatan operasinya. Salah satu hal yang mendukung kelancaran kegiatan operasi pada suatu perusahaan adalah kesiapan mesin-mesin produksi dalam melaksanakan tugasnya. Sebelum melakukan perencanaan perawatan perlu adanya penerapan kinerja mesin yang sesuai agar dapat mengetahui faktor-faktor penyebab yang dapat merugikan kinerja mesin dengan menggunakan metode Overall Equipment Effectiveness (OEE). Hal ini bertujuan untuk mengetahui tingkat efektivitas sterilizer dengan mengukur nilai Overall Equipment effectiveness, Availability, Performance efficiency, dan Quality product pada stasiun sterilizer. Setelah dilakukan perhitungan diperoleh hasil yaitu nilai OEE 6,62%, Availability 60,78%, Performance efficiency 11,375%, Quality product 100%. Dari hasil tersebut dapat diketahui bahwa kinerja dari Sterilizer tidak maksimal dikarenakan terlalu besarnya waktu Downtime. Besarnya waktu Downtime disebabkan oleh kurang terukupinya tandan buah segar (TBS) sehingga mesin menjadi lebih banyak berhenti dan mengurangi kinerja dari mesin itu sendiri.

Kata-Kata Kunci : Maintenance, Sterilizer, Overall Equipment Effectiveness, Downtime, Availability

I. Pendahuluan

Semakin tajamnya persaingan di dunia industri mengharuskan suatu perusahaan untuk lebih meningkatkan efisiensi kegiatan operasinya. Salah satu hal yang mendukung kelancaran kegiatan operasi pada suatu perusahaan adalah kesiapan mesin-mesin produksi dalam melaksanakan tugasnya. Kegiatan perawatan mempunyai peranan yang sangat penting dalam mendukung beroperasinya suatu sistem secara lancar sesuai yang dikehendaki. Selain itu, kegiatan perawatan juga dapat meminimalkan biaya atau kerugian-kerugian yang ditimbulkan akibat adanya kerusakan mesin. Dalam usaha untuk dapat mempergunakan terus mesin produksi dibutuhkan kegiatan pemeliharaan yang tepat sehingga agar kontinuitas produksi tetap terjamin.

PKS PT. XYZ Indonesia adalah perusahaan yang bergerak dibidang usaha perkebunan dan pengolahan kelapa sawit dimana produksi yang dihasilkan adalah minyak mentah kelapa sawit CPO (Crude Palm Oil), PKM (Palm Kernel Mill). Dalam mengolah crude oil, Stasiun Perebusan (sterillizer) merupakan salah satu mesin yang sangat penting dimana mesin ini bersifat kritis, sebab jika mesin sterillizer rusak akan mengakibatkan terhentinya proses produksi dari pabrik tersebut. Efek dari terhentinya proses produksi ini adalah terjadinya kerugian secara ekonomi dan target hasil produksi yang tidak tercapai.

Sterillizer adalah bejana uap yang digunakan untuk merebus TBS (Tandan Buah Segar). Pada pabrik pengolahan kelapa sawit PT. XYZ terdapat 2

unit sterillizer dengan kapasitas masing-masing 20 ton, dan lama perebusan antara 60-70 menit, dengan temperatur 135-140°C.

Dalam mempertahankan mutu dan meningkatkan produktivitas, salah satu faktor yang penting yang harus diperhatikan adalah masalah perawatan mesin. Sebelum melakukan perencanaan perawatan perlu adanya penerapan kinerja mesin yang sesuai agar dapat mengetahui faktor-faktor penyebab yang dapat mengurangi kinerja mesin dengan menggunakan metode Overall Equipment Effectiveness (OEE).

II. Metode Penelitian

Penelitian ini menggunakan rancangan penelitian kuantitatif. Penelitian kuantitatif merupakan suatu proses menemukan pengetahuan yang menggunakan data berupa angka sebagai alat menganalisa keterangan mengenai apa yang ingin diketahui. Penelitian ini menerapkan metode Overall Equipment Effectiveness. Tujuan dari penelitian ini adalah untuk mengetahui bagaimana kondisi maintenance mesin pada saat ini, apakah sudah baik atau perlu peningkatan, kemudian memberikan alternatif solusi yang bisa diterapkan oleh perusahaan PKS PT. XYZ.

Dalam penelitian ini, yang menjadi objek penelitian adalah tentang total produksi mesin sterillizer dalam upaya menjaga kelancaran proses perebusan TBS (tanda buah segar) di PT. Karya Hevea Indonesia. Mesin sterillizer vertical digunakan untuk merebus TBS (Tandan Buah Segar) dimana sistem pengoperasiannya menggunakan

sebuah *panel automatic sytem*. Di PKS PT. XYZ terdapat 2 buah mesin *sterillizervertikal*, di mana 1 buah mesin *sterillizer* memiliki kapasitas 20 ton.

Tabel 1. Data Sekunder

No	Tanggal	Total Produksi (Ton)	Ideal Cycle Time (Menit)	Loading Time (Menit)	Operasi Time (mnit)	Downtime
1	02-05-2020	200	60	1440	1041	399
2	04-05-2020	160	60	1440	842	598
3	05-05-2020	140	60	1440	650	790
4	06-05-2020	120	60	1440	548	892
5	07-05-2020	120	60	1440	623	817
6	08-05-2020	100	60	1440	600	840
7	11-05-2020	120	60	1440	729	711
8	12-05-2020	120	60	1440	627	813
9	13-05-2020	140	60	1440	726	714
10	14-05-2020	120	60	1440	662	778
11	15-05-2020	140	60	1440	610	830
12	17-05-2020	140	60	1440	845	595
13	18-05-2020	200	60	1440	1020	420
14	19-05-2020	200	60	1440	1047	393
15	20-05-2020	200	60	1440	1020	420
16	21-05-2020	200	60	1440	1007	453
17	27-05-2020	120	60	1440	690	750
18	28-05-2020	200	60	1440	1050	390
19	29-05-2020	160	60	1440	900	540
20	30-05-2020	260	60	1440	1320	120
21	02-06-2020	200	60	1440	1200	240
22	03-06-2020	240	60	1440	1320	120
23	04-06-2020	140	60	1440	995	445
24	05-06-2020	140	60	1440	780	660
25	06-06-2020	140	60	1440	840	600
26	08-06-2020	180	60	1440	960	480
27	09-06-2020	140	60	1440	1073	367
28	10-06-2020	120	60	1440	727	713
29	11-06-2020	180	60	1440	969	471
30	12-06-2020	140	60	1440	840	600

Pengolahan data dilakukan dengan menggunakan metode *overall equipment effectiveness* langkah-langkah yang dilakukan sebagai berikut :

Perhitungan Availability

Availability, adalah rasio waktu *operation time* terhadap *loading time*-nya.

$$Availability = \frac{loading\ time - downtime}{loading\ time} \times 100\%$$

Perhitungan Performance Efficiency

Performance efficiency adalah rasio kuantitas produk yang dihasilkan dikalikan dengan waktusiklus idealnya terhadap waktu yang tersedia untuk melakukan proses produksi (*operation time*).

$$Performance\ Efficiency = \frac{proceed\ amount \times ideal\ cycle\ time}{operation\ time} \times 100\%$$

Perhitungan Rate of Quality Product

Rate of Quality Product adalah rasio produk yang baik (*good products*) yang sesuai dengan spesifikasi kualitas produk yang telah ditentukan terhadap jumlah produk yang diproses.

$$\text{Rate of quality product} = \frac{\text{processed amount} - \text{defect amount}}{\text{processed amount}} \times 100\%$$

Perhitungan Overall Equipment Effectiveness(OEE)

Setelah nilai *availability*, *performance efficiency* dan *rate of quality product* pada mesin sterilizer diperoleh maka dilakukan perhitungan nilai *overall equipment effectiveness* (OEE) untuk mengetahui besarnya efektivitas penggunaan mesin.

$$\begin{aligned} OEE = & \text{Availability (AV)} \\ & \times \text{Performance efficiency} \\ & \times \text{Rate of quality product} \end{aligned}$$

Perhitungan OEE Six Big Losses:

1. Perhitungan *Downtime Losses*
2. Perhitungan *Equipment Failures (Breakdowns)*

Kegagalan mesin melakukan proses (*equipment failure*) atau kerusakan (*breakdown*) yang tiba-tiba dan tidak diharapkan terjadi adalah penyebab kerugian yang terlihat jelas, karena kerusakan tersebut akan mengakibatkan mesin tidak menghasilkan *output*.

$$\text{equipment failure losses} = \frac{\text{down time}}{\text{loading time}} \times 100\%$$

Perhitungan Setup dan Adjustment

Kerusakan pada mesin maupun pemeliharaan mesin secara keseluruhan akan mengakibatkan mesin tersebut harus dihentikan terlebih dahulu. Sebelum mesin difungsikan kembali akan dilakukan penyesuaian terhadap fungsi mesin tersebut yang dinamakan dengan waktu *setup* dan *adjustment* mesin.

$$\text{set up and adjustment losses} = \frac{\text{set up time}}{\text{loading time}} \times 100\%$$

Perhitungan Speed Losses

Speed loss terjadi pada saat mesin tidak beroperasi sesuai dengan kecepatan produksi maksimum yang sesuai dengan kecepatan mesin yang dirancang. Faktor yang mempengaruhi *speed losses* ini adalah *idling and minor stoppages* dan *reduced speed*.

Perhitungan Idling dan Minor Stoppages

Idling dan *minor stoppages* terjadi jika mesin berhenti secara berulang-ulang atau mesin beroperasi tanpa menghasilkan produk. Jika *idling* dan *minor stoppages* sering terjadi maka dapat mengurangi efektivitas mesin.

$$\text{idling and minor stoppage losses} = \frac{\text{non productive time}}{\text{loading time}} \times 100\% \quad (3.7)$$

Perhitungan Reduced Speed

Reduced speed adalah selisih antara waktu kecepatan produksi aktual dengan kecepatan produksi mesin yang ideal.

$$\text{reduced speed losses} = \frac{\text{operation time} - (\text{ideal cycle time} \times \text{total produksi})}{\text{loading time}} \times 100\%$$

Perhitungan Defect Losses

Defect loss artinya adalah mesin tidak menghasilkan produk yang sesuai dengan spesifikasi dan standar kualitas produk yang telah ditentukan dan *scrap* sisa hasil proses selama produksi berjalan. Faktor yang dikategorikan ke dalam *defect loss* adalah *rework loss* dan *yield/scrap loss*.

Perhitungan Rework Losses

Rework Losses adalah produk yang tidak memenuhi spesifikasi kualitas yang telah ditentukan walaupun masih dapat diperbaiki ataupun dikerjakan ulang.

$$\text{rework losses} = \frac{\text{ideal cycle time} \times \text{total produk defect}}{\text{loading time}} \times 100\%$$

Perhitungan Yield/Scrap Loss

Yield/scrap loss adalah kerugian yang timbul selama proses produksi belum mencapai keadaan produksi yang stabil pada saat proses produksi mulai dilakukan sampai tercapainya keadaan proses yang stabil, sehingga produk yang dihasilkan pada awal proses sampai keadaan proses stabil dicapai tidak memenuhi spesifikasi kualitas yang diharapkan

$$\text{scrap losses} = \frac{\text{ideal cycle time} \times \text{scrap}}{\text{loading time}} \times 100\%$$

III. Hasil Dan Pembahasan

3.1 Perhitungan Nilai Availability

Availability, adalah rasio waktu *operation time* terhadap *loading time* nya dimana data *loading time* nya dapat dilihat pada tabel 4.1. Untuk menghitung nilai *availability* digunakan rumusan sebagai berikut:

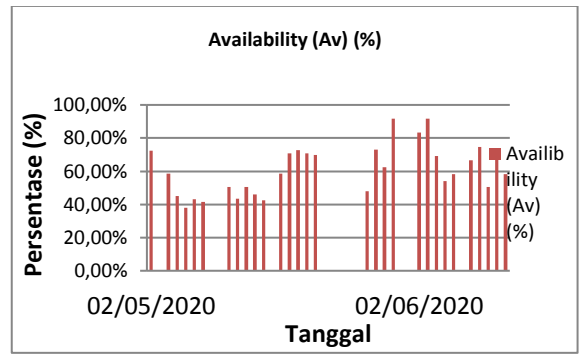
$$\text{Availability} = \frac{\text{Operation time}}{\text{loading time}} \times 100\%$$

Dimana nilai *Operation time* nya di dapat dari hasil pengurangan *Loading time – Downtime*

Tabel 2. Hasil Perhitungan Nilai Availability

No	Tanggal	Loading (menit)	Downtime (menit)	Operation (Time)	Availability (%)
1	02-05-2020	1440	399	1041	72,29
2	04-05-2020	1440	598	842	58,47
3	05-05-2020	1440	790	650	45,13
4	06-05-2020	1440	892	548	38,05
5	07-05-2020	1440	817	623	43,26
6	08-05-2020	1440	840	600	41,66
7	11-05-2020	1440	711	729	50,62
8	12-05-2020	1440	813	627	43,54
9	13-05-2020	1440	714	726	50,41
10	14-05-2020	1440	778	662	45,97
11	15-05-2020	1440	830	610	42,36
12	17-05-2020	1440	595	845	58,68
13	18-05-2020	1440	420	1020	70,83
14	19-05-2020	1440	393	1047	71,70
15	20-05-2020	1440	420	1020	70,83
16	21-05-2020	1440	453	1007	69,93
17	27-05-2020	1440	750	690	47,91
18	28-05-2020	1440	390	1050	72,91
19	29-05-2020	1440	540	900	62,5
20	30-05-2020	1440	120	1320	91,66
21	02-06-2020	1440	240	1200	83,33
22	03-06-2020	1440	120	1320	91,66
23	04-06-2020	1440	445	995	69,09
24	05-06-2020	1440	660	780	54,16
25	06-06-2020	1440	600	840	58,33

26	08-06-2020	1440	480	960	66,66
27	09-06-2020	1440	367	1073	74,51
28	10-06-2020	1440	713	727	50,48
29	11-06-2020	1440	471	969	67,29
30	12-06-2020	1440	600	840	58,33
Jumlah		43.200			1.237,22
Rata-Rata					60,78



Gambar 2. Diagram Availability (AV)(%)

Untuk menghitung nilai *performance efficiency* digunakan rumusan sebagai berikut:

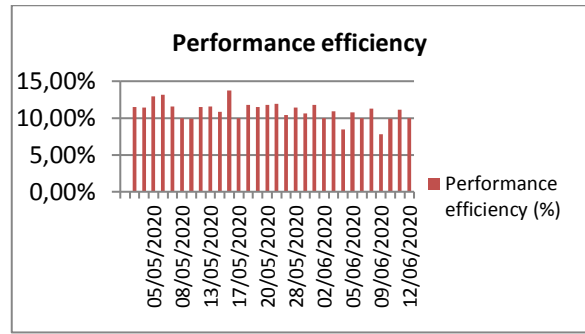
$$Performance\ Efficiency = \frac{proceed\ amount \times ideal\ cycle\ time}{operation\ time} \times 100\%$$

Data *processed amount* / total produksi, *ideal cycletime* dapat di lihat pada Tabel 3. untuk *data operation time nya*

Tabel 3. Hasil Perhitungan Performance Efficiency

No	Tanggal	Total Produksi (Ton)	Ideal Cycle Time (menit)	Operation time (menit)	Performance efficiency (%)
1	02-05-2020	200	60	1041	11,52
2	04-05-2020	160	60	842	11,40
3	05-05-2020	140	60	650	12,92
4	06-05-2020	120	60	548	13,13
5	07-05-2020	120	60	623	11,55
6	08-05-2020	100	60	600	10
7	11-05-2020	120	60	729	9,87
8	12-05-2020	120	60	627	11,48

9	2020 13-05-2020	140	60	726	11,57
10	2020 14-05-2020	120	60	662	10,87
11	2020 15-05-2020	140	60	610	13,77
12	2020 17-05-2020	140	60	845	9,94
13	2020 18-05-2020	200	60	1020	11,76
14	2020 19-05-2020	200	60	1047	11,47
15	2020 20-05-2020	200	60	1020	11,76
16	2020 21-05-2020	200	60	1007	11,91
17	2020 27-05-2020	120	60	690	10,43
18	2020 28-05-2020	200	60	1050	11,42
19	2020 29-05-2020	160	60	900	10,66
20	2020 30-05-2020	260	60	1320	11,81
21	2020 02-06-2020	200	60	1200	10
22	2020 03-06-2020	240	60	1320	10,90
23	2020 04-06-2020	140	60	995	8,44
24	2020 05-06-2020	140	60	780	10,76
25	2020 06-06-2020	140	60	840	10
26	2020 08-06-2020	180	60	960	11,25
27	2020 09-06-2020	140	60	1073	7,82
28	2020 10-06-2020	120	60	727	9,90
29	2020 11-06-2020	180	60	969	11,14
30	2020 12-06-2020	140	60	840	10



Gambar 3. Diagram Performance Efficiency

3.2 Perhitungan Nilai OEE (Overall Equipment Effectiveness)

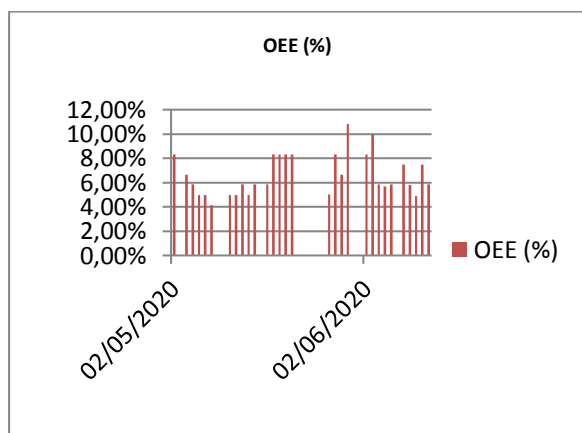
Untuk perhitungan nilai OEE dapat digunakan rumusnya seperti ini:

$$OEE = Availability (AV) \times Performance\ efficiency \times Rate\ of\ quality\ product$$

Tabel 4. Hasil Perhitungan Nilai OEE

No	Tanggal	Availability (AV) (%)	Performance efficiency (%)	Rate of quality Product (%)	OEE (%)
1	02-05-2020	72,92	11,52	100	8,32
2	04-05-2020	58,47	11,40	100	6,66
3	05-05-2020	45,13	12,92	100	5,83
4	06-05-2020	38,05	13,13	100	4,99
5	07-05-2020	43,29	11,55	100	4,99
6	08-05-2020	41,66	10	100	4,16
7	11-05-2020	50,62	9,87	100	4,99
8	12-05-2020	43,54	11,48	100	4,99
9	13-05-2020	50,41	11,57	100	5,83
10	14-05-2020	45,97	10,87	100	4,99
11	15-05-2020	42,36	13,77	100	5,83
12	17-05-2020	58,68	9,94	100	5,83
13	18-05-2020	70,83	11,76	100	8,32
14	19-05-2020	72,70	11,46	100	8,33
15	20-05-2020	70,83	11,76	100	8,32
16	21-05-2020	69,93	11,91	100	8,32

17	05-27-05-2020	47,91	10,44	100	5
18	28-05-2020	72,91	11,42	100	8,32
19	29-05-2020	62,5	10,66	100	6,66
20	30-05-2020	91,66	11,81	100	10,82
21	02-06-2020	83,33	10	100	8,33
22	03-06-2020	91,66	10,90	100	9,99
23	04-06-2020	69,09	8,44	100	5,83
24	05-06-2020	54,16	10,76	100	5,67
25	06-06-2020	58,33	10	100	5,83
26	08-06-2020	66,66	11,25	100	7,49
27	09-06-2020	74,51	7,82	100	5,82
28	10-06-2020	50,48	9,90	100	4,9
29	11-06-2020	67,29	11,14	100	7,49
30	12-06-2020	58,33	10	100	5,83
	Jumlah	1237,22	341,25	100	198,68
	Rata-Rata	60,78	11,375	100	6,62



Gambar 4. Diagram OEE

Nilai OEE yang telah diperoleh sebelumnya dapat dibandingkan dengan nilai OEE standar internasional, dimana tujuan utamanya ialah untuk mengetahui seberapa efektif mesin tersebut bekerja.

Adapun faktor-faktor yang mempengaruhinya ialah *Availabilityratio*, *Performance Efficiency Ratio*, dan *Rate of Quality Product*.

3.3 Analisis Availability Ratio

Availability Ratio merupakan waktu ketersediaan mesin dalam suatu proses produksi dengan diketahuinya nilai dari ketersediaan mesin tersebut maka dapat diketahui seberapa *efektif* mesin tersebut bekerja. Berdasarkan pengolahan data diketahui bahwa nilai *Availability* tertinggi pada 30 Mei 2020 dan 3 Juni 2020. Hal ini dikarenakan waktu operasi mesin pada tanggal tersebut cukup tinggi sehingga memperoleh nilai ketersediaan mesin yang tinggi dan nilai terendah terjadi pada tanggal 5,6,7,8,12,14,15 Mei 2020. Hal ini dikarenakan total *Downtime* pada tanggal tersebut sangat tinggi yakni mencapai 840 menit tingginya waktu *Downtime* tersebut sangat dipengaruhi oleh ketersediaan buah. Rata-rata nilai *Availability* masih cukup rendah yakni sebesar 60,78% sedangkan untuk standar internasional pada nilai *Availability* ini harus sebesar 90%.

Semua hal ini dikarenakan ketersediaan buah yang kurang tercukupi sehingga mesin lebih banyak berhenti, kalau dilihat dari segi perawatannya selama pabrik ini beroperasi belum pernah terjadi kerusakan pada *Sterilizer* yang hingga menyebabkan *breakdown* dikarenakan setiap harinya sebelum mesin beroperasi dilakukan pengecekan secara visual jadi jika ada bagian mesin yang rusak atau butuh perbaikan dapat langsung diperbaiki.

3.4 Analisis Performance Efficiency Ratio

Nilai *performance efficiency* stasiun *Sterilizer* berada diantara nilai 341,25% semua nilai jumlah *Performance Efficiency Ratio* hinggadengan rata-rata 11,375%, dan secara keseluruhan masih berada di bawah nilai *performance efficiency* ideal time 60 menit. Dalam hal ini, stasiun *Sterilizer* bekerja sesuai dengan kecepatan yang ditetapkan perusahaan, sehingga masih memungkinkan untuk meningkatkan nilai *performance efficiency* dengan cara menganalisis dan memperbaiki.

3.5 Analisis Rate of Quality Product

Rate of Quality Product merupakan waktu ketersediaan mesin dalam suatu proses produksi dengan diketahuinya nilai dari ketersediaan mesin tersebut maka dapat diketahui seberapa *efektif* mesin tersebut bekerja. Nilai *rate of quality products* mesin *Sterilizer* berada diantara nilai 100% dengan rata-rata nilai OEE 6,62%, dan secara keseluruhan masih berada di bawah nilai *rate of quality products* ideal time 60 menit. Dalam hal ini, nilai OEE pada stasiun *Sterilizer* masih jauh dibawah standar internasional.

IV. Kesimpulan

Bedasarkan hasil analisa dan uraian hasil pengukuran *Overall Equipment Effectiveness (OEE)* Stasiun *Digester* di PT. XYZ dapat diambil beberapa kesimpulan, yaitu:

1. Berdasarkan hasil penelitian di PT. Karya Hevea Indonesia, diketahui bahwa nilai *Overall Equipment Effectiveness (OEE)* stasiun *Sterilizer* jauh dibawah standar internasional, yaitu hanya 6,62%
2. Berdasarkan hasil perhitungan yang telah dilakukan rata-rata nilai *Availability* 60,78%, *Performace efficiency* 11,375%, *Quality rate* 100%. Dari hasil tersebut dapat diketahui bahwa kinerja dari *Sterilizer* tidak maksimal dikarenakan terlalu besarnya waktu *Downtime*, yang disebabkan kurang tercukupi nya TBS

Daftar Pustaka

- [1]. Agus Jiwantoro, Bambang Dwi Argo, W. A. N. (n.d.). *Analisis Efektivitas Mesin Penggiling Tebu Dengan Penerapan Total Productive*. 1(2), 18–28.
- [2]. Fauziyyah1, A., & Sriyanto2. (n.d.). *Analisis Perhitungan Biaya Perawatan Sebagai Dasar Evaluasi Penggantian Mesin Ctm (Continuous Tandem Cold Mill) Pada Divisi Cold Rolling Mill pt. Krakatau steel*. 1–7.
- [3]. Nadia Cynthia Dewi. (n.d.). Analisis penerapan total productive maintenance (tpm) dengan perhitungan overall equipment efectiveness (oee) dan six big losses mesin cavitec pt. Essentra surabaya. *Industri, Fakultas Teknik, Universitas Diponegoro*, 1–Pinayungan Hasibuan. 2016. *Nalisa reliability, maintainability dan availability untuk meningkatkan efektivitas dan efesiensi sterilizer di pabrik kelapa sawit*. 1–93.
- [5]. Siregar1, F. H., Susilawati2, A., Arief, D. S., & 3. 2017. *Analisa Performance Mesin Screw Press Menggunakan Metoda Overall Equipment Effectiveness (Studi Kasus: Ptpn V Sei Pagar)*. *Jurusan Teknik Mesin, Fakultas Teknik Universitas Riau*, 4(1), 8.
- [6]. Hasryono, M. 2009. *Evaluasi Efektivitas Mesin Dengan Penerapan Total Productive Maintenance Di PT. Hadi baru*. Medan : Universitas Sumatra Utara.
- [7]. Didik Wahjudi, 2009. *Studi Kasus Peningkatan Overall Equipment Effectiveness (Oee) Melalui Implementasi Total Productive Maintenance (TPM)*. Universitas Kristen Petra.
- [8]. SUKWADI, (2007). *Analisis Perbedaan Antara Faktor-Faktor Kinerja Perusahaan Sebelum Dan Sesudah Menerapkan Strategi Total Productive Maintenance (TPM)*. Universitas Diponegoro.
- [9]. Taisir, Osama. 2010. *Total Productive Maintenance Review and Overall Equipment Effectiveness Measurement*. *Jordan Journal of Mechanical and Industrial Engineering*, Vol. 4 No. 4: hal 517-522.
- [10]. Nakajima, S. 1988, *Introduction to Total Productive Maintenance*, Productivity Press Inc, Portland.
- [11]. Agus Ahyari. 2002. *Manajemen Produksi : Perencanaan Sistem Produksi*. Yogyakarta. BPFE.
- [12]. AS. Corder. 1988. *Teknik Manajemen Pemeliharaan*. edisa 2. Erlangga, Jakarta.
- [13]. Assauri, S. 1999. *Manajemen Produksi dan Operasi : Edisi Revisi*, Jakarta : Fakultas, Ekonomi Universitas Indonesia.