

Optimalisasi Kinerja Mesin 2 SINI JBZ 30 Pembuatan Papercup dengan Metode Overall Equipment Effectiveness (OEE)

Alloysius Vendhi Prasmoro^{*1}, Ahmad Fauzi²,

Teknik Industri Fakultas Teknik, Universitas Bhayangkara Jakarta

e-mail: *1alloysius.vendhi@dsn.ubharajaya.ac.id, 2ahmad29.af46@gmail.com

ABSTRACT

Optimizing Machine Performance 2 Here JBZ 30 Making Paper Cup Using Overall Equipment Effectiveness (OEE) Method Case Study at PT. PAS . PT. PAS is a company engaged in manufacturing, to increase the overall power of the engine, in its implementation it is still not optimal in terms of not achieving production targets. This study aims to measure the value of machine tools, to find the causes of problems. The research was carried out on the 2 Sini JBZ 30 engine which has the most breakdowns. Start with a measurement of the overall equipment effectiveness (OEE) value, then look for a factor of six major losses and recommend a bone diagram. The results showed that the average value of the overall equipment effectiveness (OEE) on the 2 Sini JBZ 30 machine was 76.98%, while the ideal standard OEE value was 85%.

Keywords: *optimization, OEE, six big loss, speed loss, fishbone diagram*

ABSTRAK

Optimalisasi Kinerja Mesin 2 Sini JBZ 30 Pembuatan Paper Cup Dengan Metode Overall Equipment Effectiveness (OEE) Studi Kasus Di PT. PAS. PT. PAS merupakan perusahaan yang bergerak dibidang manufaktur, untuk meningkatkan efektivitas mesin diperusahaan secara menyeluruh, dalam pelaksanaanya masih belum optimal dilihat dari tidak tercapainya target produksi. Penelitian ini bertujuan untuk mengukur nilai efektivitas peralatan mesin, mencari penyebab masalah. Penelitian dilakukan pada mesin 2 Sini JBZ 30 yang memiliki *breakdown* teranyak. Mulai dengan mengukur pencapaian nilai *overall equipment effectiveness* (OEE), kemudian mencari nilai faktor *six big losses* dan memberi rekomendasi diagram *fishbone*. Hasil penelitian menunjukkan bahwa rata-rata nilai *overall equipment effectiveness* (OEE) pada mesin 2 Sini JBZ 30 sebesar 76,98%, sedangkan standar nilai OEE idealnya yaitu 85%.

Kata kunci: *Optimalisasi, OEE, six big losses, speed losses, diagram fishbone.*

PENDAHULUAN

PT.PAS merupakan sebuah perusahaan yang bergerak di bidang manufaktur. Untuk bersaing dengan perusahaan lain PT. PAS berupaya untuk mencapai target produksi. Untuk menunjang kelancaran proses produksi diperlukan adanya sistem perawatan mesin yang teratur agar mesin beroperasi dengan baik sehingga hasil produksi sesuai target yang diinginkan. Perawatan (*maintenance*) adalah kegiatan yang dilakukan untuk menjaga atau mempertahankan kualitas mesin agar dapat berfungsi dengan baik. Perawatan mesin bertujuan untuk mengurangi atau menghindari kerusakan pada mesin atau peralatan. Jika mesin mengalami kerusakan maka proses akan terganggu dan dapat menurunkan hasil produksi. Kelancaran suatu proses produksi merupakan salah satu faktor keberhasilan suatu industri manufaktur. Bila proses produksi lancar karena penggunaan peralatan/mesin yang efektif, maka akan menghasilkan produk yang berkualitas, hasil produksi yang tepat waktu dan maksimal serta biaya produksi yang lebih murah.

PT. PAS merupakan perusahaan yang bergerak di bidang industri manufaktur, dengan pembuatan *paper cup* untuk di *supply* keperluan-perusahaan-perusahaan industri makanan. Salah satu hambatan yang dialami dalam proses produksi pada proses pembuatan *paper cup* plastik adalah terjadinya kerusakan mesin. Kerusakan mesin dapat menyebabkan menurunnya kecepatan produksi dan mengakibatkan produksi yang tidak mencapai tepat waktu. Perusahaan berpotensi mengalami kerugian akibat kerusakan mesin. Perlu adanya penelitian untuk mengetahui langkah-langkah untuk mencegah masalah tersebut. Jumlah kerusakan mesin 2 *Sini JBZ 30* bulan Januari 2021–Juni 2021.

PT. PAS adalah sebuah perusahaan swasta yang bergerak dalam bidang manufaktur dalam pembuatan *paper cup*. PT. PAS berusaha menjadi terbaik dalam penyediaan berbagai macam *paper cup*. PT. PAS berkantor di Jl. Komp. PT. Bakr, RT. 001/024 Pejuang, Kec. Medan Satria, Kota Bekasi. Dalam melakukan kegiatan produksi pembuatan *paper cup* departemen produksi menggunakan mesin *Sini JBZ 30*. Proses pembuatan *paper cup* dilakukan secara terus menerus selama 24 jam. Setiap periode satu bulan sekali permintaan produk

paper cup terus meningkat, tetapi tidak terpenuhi target dengan baik, sehingga menyebabkan pesanan tidak dapat terpenuhi dengan baik oleh *customer*, sehingga jadwal produksi yang sudah tersusun tidak bisa dijalankan dengan baik. Kemunduran waktu penyelesaian pesanan *customer* menyebabkan ketidakpuasan *customer* terhadap pelayanan perusahaan, yang pada akhirnya mencari perusahaan lain yang lebih baik dan akan berdampak pada kerugian perusahaan.

Berikut ini adalah jadwal produksi *paper cup* yang dilakukan pada bulan Januari sampai dengan bulan Juni tahun 2021.

Tabel 1.1 Jadwal Produksi Target Produksi Periode Januari–Juni 2021

Bulan	Jenis (Pcs)	
	Target Produksi (Pcs)	Aktual Produksi (Pcs)
Januari	50,560	46,700
Februari	47,040	42,672
Maret	46,720	43,850
April	53,615	51,938
Mei	50,210	46,200
Juni	52,100	48,790

(Sumber : PT. PAS 2021)

METODE PENELITIAN

2.1 Pengertian Perawatan

Menurut Hadi (2019), pentingnya suatu perawatan atau *maintenance* dibutuhkan karena secara alami semua fasilitas (mesin, peralatan produksi, gedung dan infrastruktur) menjadi usang, lapuk, berkarat, memburuk, melemah, hancur atau menurun kemampuannya.

2.1.1 Tujuan Perawatan

Menurut Hadi (2019), tujuan aktivitas utama terkait dengan perawatan dan perbaikan diantaranya:

1. Perencanaan dan penjadwalan (Apa yang dirawat? Bagaimana mesin atau peralatan yang dirawat? Kapan mesin atau peralatan dirawat?).
2. Pembersihan pada mesin dan peralatan adalah suatu aktivitas perawatan yang paling penting dan secara efektif merupakan tugas tetap yang harus dikerjakan oleh para operator.
3. Pelumasan harus dipertimbangkan sebagai hal sama pentingnya dengan

pengukuran peralatan pencengahan. Akar masalah banyak mesin rusak karena pelumasan yang salah.

4. Inspeksi yang dilakukan terdapat 2 pengujian diantaranya; (a) akurasi, dan (b) kinerja. Pengujian akurasi terutama perlu untuk mesin perkakas dan dilaksanakan oleh personel pengendali mutu (quality control atau QC), dan kinerja umumnya diuji oleh personel produksi dengan bantuan dari departemen perawatan dan perbaikan (instrument pengukuran)
5. Pemeriksaan atau *check-up* meliputi seluruh ukuran perawatan pencegahan seperti pemeriksaan rutin, *service* besar dan sebagainya.
6. Perbaikan dilakukan untuk menghilangkan pengaruh-pengaruh akibat kemacetan atau kerusakan.
7. Pencatatan dan analisis dilakukan inventarisasi pada tiap perawatan dan perbaikan yang harus cukup direkam agar suatu saat dimiliki kasus yang lengkap, selain perawatan dan perbaikan sebagai situasi sebab dan akibat yang logis bahwa usaha-usaha langsung diarahkan untuk mengoreksi penyebabnya daripada melanjutkan perlakuan pengaruh-pengaruhnya.
8. Perawatan koreksi diterapkan koreksi yang diperlukan oleh seorang atau tim ahli dibidang terkait.

Menurut Sudradjat (2011), Secara umum perawatan atau *maintenance* bertujuan untuk:

1. Menjalin ketersediaan, keandalan fasilitas (mesin dan peralatan) secara ekonomis maupun teknis, sehingga dalam penggunaannya dapat dilaksanakan seoptimal mungkin.
2. Memperpanjang usia kegunaan fasilitas.
3. Menjalin kesiapan operasional seluruh fasilitas yang diperlukan dalam keadaan darurat.
4. Menjamin keselamatan kerja, keamanan dalam penggunaannya.

Dilihat dari perkembangan industri, kemungkinan mesin-mesin produksi akan melakukan serangkaian tugas yang panjang dan

kompleks, artinya dituntut adanya pelaksanaan pekerjaan perawatan yang baik dan terarah. Pekerjaan perawatan lebih diarahkan untuk menjaga kontinuitas sistem, sehingga sistem akan meningkatkan produktivitasnya.

2.1.2 Jenis-Jenis Perawatan

Menurut Hadi (2019), Jenis perawatan dan perbaikan diantaranya; Perawatan Pencegahan, Perawatan Prediksi, Perbaikan, Perawatan Koreksi, *Breakdown Maintenance*, dan *Total Productive Maintenance* (TPM). Dengan uraian sebagai berikut:

1. Perawatan Pencegahan
Perawatan pencegahan adalah aktivitas yang tidak hanya mencegah kemacetan atau mengurangi biaya operasi, tetapi juga memperbaiki keluaran dan mutu produk. Sebagai contoh, untuk mesin bisa diganti setelah dijadwalkan setelah beberapa jam pemakaian.
2. Perawatan Prediksi
Perawatan prediksi adalah istilah relatif baru yang masuk kedalam pemakaian umum. Disadari bahwa perubahan kondisi fisik adalah alasan utama untuk perawatan, pertimbangan logis untuk pertimbangan penggunaan peralatan sensor, pengukuran, atau monitor untuk penentuan perubahan yang berarti. Teknik tersebut dapat meminimalkan kebutuhan pembongkaran dan inspeksi komponen bagian dalam. Perawatan prediksi adalah pengukuran periodik atau monitoring yang memungkinkan mengidentifikasi kondisi-kondisi yang dibutuhkan koreksi sebelum pengembangan masalah besar.
3. Perawatan Koreksi
Perawatan koreksi adalah perbaikan-perbaikan atau perubahan-perubahan kecil dalam desain dan substitusi komponen-komponen yang lebih sesuai atau perbaikan bahan-bahan mesin untuk meniadakan suatu masalah. Jika masalah tidak dapat dihindarkan secara ekonomis memungkinkan dikurangi frekuensi kejadiannya. Perawatan koreksi hanya dilakukan oleh seorang ahli, karena merekalah yang memahami prinsip atau fungsi suatu desain komponen atau sifat-sifat bahan atau

fungsinya, sehingga mereka memungkinkan menerapkan cara yang lebih efektif atau lebih sesuai.

4. Perbaikan
Perbaikan adalah perlakuan dari pengaruh-pengaruh akibat kemacetan atau rusak. Contoh-contoh diantaranya untuk komponen yang berkarat dan menimbulkan kemacetan, maka kegiatan pelepasan komponen yang melekat dengan pemberian cairan pelepas karat (*Water Disposal* atau WD sering dikenal *Contact Cleaner Lubricant* atau CCL).
5. Perawatan Bentuk Lain
Bentuk perawatan lain merupakan kasus-kasus spesifik yang penggunaannya terbatas
6. *Total Produktive Maintenance* (TPM)
Menurut Hadi (2019), Perawatan produktif total (*Total Produktive Maintenance* atau TPM) adalah suatu perawatan terkait semua elemen perusahaan dengan tujuan mencapai cacat produk nol (*zero defect*), kemacetan nol (*zero breakdown*), dan kecelakaan nol (*zero accident*).

2.2 Overall Equipment Effectiveness (OEE)

Menurut Ansori dkk (2013) *Overall Equipment Effectiveness* (OEE) adalah nilai dari besarnya efektivitas yang dimiliki oleh sebuah peralatan atau mesin. *Overall Equipment Effectiveness* (OEE) dapat dihitung dengan mengukur availabilitas dari mesin atau peralatan, efisiensi proses kinerja dari proses dan rate dari mutu sesuatu produk.

Adapun rumus OEE adalah sebagai berikut:
 $OEE (\%) = Availability (\%) \times Performance rate (\%) \times Quality Rate (\%) \dots\dots(2.1)$

1. Availability

Availability merupakan gambaran dari suatu rasio pemanfaatan waktu yang tersedia untuk kegiatan operasi suatu mesin atau peralatan. Ada dua komponen yang mempengaruhi availability yaitu, equipment failur dan set up and adjusment. Rumus yang digunakan untuk mengukur availability adalah sebagai berikut:

$$Availability = \frac{Loading\ time - Downtime}{Loading\ time} \times 100\%$$

Dimana : Loading Time=waktu yang tersedia – planned downtime

Down Time = lama trouble mesin + set up

2. Performance Efficiency

Performance Efficiency merupakan rasio yang menggambarkan suatu peralatan atau mesin untuk dapat membuat suatu barang atau produk . Ada 2 komponen yang mempengaruhi performance efficiency yaitu reduce speed dan *iddling and minor stoppage*. Rumus yang digunakan untuk mengukur *performance efficiency* adalah sebagai berikut :

$$\%jam\ kerja = 1 - \frac{Total\ delay}{Available\ Time} \times 100\%$$

$$Waktu\ Siklus = (Loading\ Time) / (Total\ Produksi)$$

Waktu siklus ideal = waktu siklus x % Jam kerja

$$performance = \frac{Processed\ Amount \times Cycle\ Time}{Operation\ Time} \times 100\%$$

Dimana : *Proccesed Amount* = banyak produk yang dihasilkan

Cycle Time = waktu siklus membuat produk

Operation Time = loading time – downtime

3. Quality Rate

Quality Rate merupakan rasio yang menggambarkan kemampuan peralatan atau mesin dalam menghasilkan suatu produk yang memenuhi standar yang telah ditentukan. Ada 2 komponen yang mempengaruhi *quality rate* yaitu, *defect in procces dan reduce yield*. Rumus yang digunakan untuk mengukur *quality rate* adalah sebagai berikut:

$$Quality = \frac{Processed\ Amount - Defect\ Amount}{Processed\ Amount} \times 100\% \dots\dots(2.2)$$

Dimana : *Proccesed Amount* = banyak produk yang dihasilkan

Deffect Amount= banyak produk yang cacat

2.3.1 Perhitungan Six Big Losses

Menurut Nakajima (1988) Alvira dkk (2015), ada 6 perhitungan kerugian besar (*six big losses*) yang menyebabkan rendahnya kinerja dari mesin atau peralatan. 6 kerugian besar tersebut adalah:

1. *Downtime Losses*

Merupakan waktu dimana seharusnya dilakukan untuk melakukan proses produksi tetapi karena adanya kerusakan atau gangguan pada mesin sehingga mesin tidak dapat melakukan proses produksi sebagaimana mestinya.

a. *Equipment Failure (berak down)*

Jenis kegagalan meliputi kegagalan mesin atau kerusakan mesin secara tiba-tiba dan kegagalan dimana fungsi mesin dan peralatan di bawah tingkat normal.

$$\text{Equipment Failure} = \frac{\text{Total Breakdown}}{\text{Loading Time}} \times 100\%$$

(2.6)

b. *Set Up and Adjustment*

Kerugian ini disebabkan karena adanya perubahan saat beroperasi. Penggantian peralatan memerlukan waktu *shutdown* sehingga alat dapat diperlukan.

Set Up and Adjustment =

$$\frac{\text{Total Set Up / Adjustment}}{\text{Loading Time}} \times 100\%$$

(2.7)

2. *Speed losses*

Terjadi pada saat mesin mengalami kecepatan *hyoperasional* yang tidak maksimum sesuai mesin itu dirancang. Ada 2 hal yang mempengaruhi *speed losses*, yaitu:

b. *Reduced Yeild atau Scrap*

Kerugian yang terjadi karena perbedaan input dari berat bahan dan berat dari produk yang berkualitas (kerugian akibat hasil rendah).

$$\text{Scrap Losses} = \frac{\text{Ideal Cycle Time} \times \text{Scrap}}{\text{Loading Time}} \times 100$$

(2.8)

a. *Idling and Minor stoppage Losses*

Kerugian yang terjadi ketika menunggu atau mendiadakan sehubungan dengan daya pembersihan dan penataan ulang.

Idling and Minor Stoppage =

$$\frac{\text{Non Productive Time}}{\text{Loading Time}} \times 100\%$$

(2.9)

b. *Reduced Speed*

Kerugian yang terjadi karena kecepatan operasi aktual yang rendah, di bawah kecepatan operasi ideal.

Reduce Speed Losses =

$$\frac{\text{Operating Time} - (\text{Ideal Cycle Time} \times \text{Total Product})}{\text{Loading Time}} \times 100\%$$

(2.10)

Merupakan defect yang terjadi pada saat proses produksi sedang berlangsung.

Rework Losses =

$$\frac{\text{Ideal Cycle Time} \times \text{Rework}}{\text{Loading Time}} \times 100$$

(2.11)

HASIL DAN PEMBAHASAN

1. *Data Delay Mesin*

Dari hasil pengamatan pada mesin 2 *SINI JBZ 30*, faktor-faktor yang menyebabkan *delay* pada mesin 2 *SINI JBZ 30* yaitu :

No	Bulan	Availability Time (Hour)	Machine Delay							
			Schedule Shutdown (Hour)	Setting Part (Hour)	Planned Downtime (Hour)	Cleaning Machine (Hour)	Warm Up Time (Hour)	Machine Break (Hour)	Power Cut Up (Hour)	Total Delay (Hour)
1	Januari	744	16	3,00	23,25	2,00	1,30	6,50	0,00	52,05
2	Februari	696	16	3,00	18,27	1,02	0,67	4,40	0,00	43,36
3	Maret	744	16	2,00	23,50	2,00	1,65	6,05	1,00	52,20
4	April	720	16	3,00	22,28	2,00	1,30	5,85	0,00	50,43
5	Mei	744	16	2,00	23,70	2,00	1,65	6,30	0,00	51,65
6	Juni	720	16	3,00	22,30	2,00	1,30	5,60	0,00	50,20

Tabel 4.3 Data Jam Kerja dan Delay Mesin 2 *SINI JBZ 30* Periode Bulan Januari-Juni 2021
Sumber : PT. PAS (2021)

3. Defect Losses

Defect losses adalah keadaan dimana mesin tidak mampu menghasilkan produk sesuai dengan standar kualitas yang telah ditentukan. Ada 2 faktor yang ada dalam defect losses yaitu :

- a. Defect in process

$$\text{Idle and Minor Stoppage} = \frac{\text{Non-Productive Time}}{\text{Loading Time}} \times 100\%$$

Pengolahan Data Formula OEE

Berdasarkan data yang didapat, penulis akan menentukan nilai efisiensi pada mesin 2 SINI JBZ 30 yang akan di teliti bedasarkan formula OEE. Adapaun formula OEE terbagi beberapa variabel-variabel untuk menentukan nilai Overall Equipment Effectiveness (OEE) sebagai berikut :

4.2.1 Penentuan Availability Rate

Untuk mencari nilai availability rate perlu dilakukan perhitungan. Dengan demikian formula yang digunakan untuk mengukur availability rasio yaitu:

$$\text{availability rate} = \frac{\text{Loading time} - \text{Total downtime}}{\text{Loading Time}} \times 100\%$$

Loading time yaitu waktu yang tersedia perbulan dikurangi waktu dengan waktu downtime yang sudah direncanakan (Planned Downtime)

$$\text{Loading time} = \text{Availability Time} - \text{Planned Downtime}$$

Downtime

Operation time dihitung dengan rumus:

$$\text{Operation Time} = \text{Loading Time} - \text{Total Downtime}$$

Down Time = lama trouble mesin + set up

Adapun perhitungan loading time untuk bulan Januari 2021 sebagai berikut :

Diketahui : Availability Time bulan Januari 2021 = 744 Jam

Planned Downtime bulan Januari 2021 = 23,25 Jam

Ditanyakan : Loading Time =?

Penyelesaian :

$$\text{Loading time} = \text{Availability Time} - \text{Planned Downtime}$$

$$= 744 - 23,25$$

$$= 720,75 \text{ jam}$$

Perhitungan Loading Time untuk bulan Januari 2021 sampai dengan bulan Juni 2021 dapat di lihat pada tabel 4.4.

$$\text{Percentage Work Time} = 1 - \frac{\text{Total Delay}}{\text{Available Time}} \times 100\%$$

Tabel 4.4 Perhitungan Loading Time Periode Januari - Juni 2021

Month	Available Time (hour)	Planned Downtime (Hour)	Loading Time (Hour)
Januari	744	23,25	720,75
Februari	696	18,27	677,73
Maret	744	23,50	720,50
April	720	22,28	697,72
Mei	744	23,70	720,30
Juni	720	22,30	697,70

Downtime mesin merupakan jumlah waktu dimana mesin tidak dapat beroperasi karena adanya kerusakan pada mesin. Pada mesin 2 SINI JBZ 30 faktor-faktor yang menyebabkan downtime yaitu schedule shutdown, setting part, machine break, warm-up time dan power cut-off.

Adapun perhitungan Downtime untuk bulan Januari 2021 sebagai berikut :

Diketahui : schedule shutdown bulan Januari 2021 = 16 Jam

setting part bulan Januari 2021 = 3,00 Jam

machine break bulan Januari 2021 = 6,50 jam

power cut-off bulan Januari 2021 = 0,00 jam

warm-up time bulan Januari 2021 = 1,30 jam

Ditanyakan : Downtime =?

Penyelesaian :

$$\begin{aligned} \text{Downtime} &= \text{lama trouble mesin} + \text{set up} \\ &= (\text{schedule shutdown} + \text{warm-up time} + \text{machine break} + \text{power cut-off}) + \text{set part} \\ &= (16 + 0,00 + 1,30 + 6,50 + 0,00) + 3,00 \\ &= 26,8 \text{ jam} \end{aligned}$$

Hasil perhitungan downtime dapat dilihat pada tabel 4.5

Tabel 4.5 Perhitungan Downtime Periode Januari – Juni 2021

Month	Schedule Shutdown (Hour)	Setting Part (Hour)	Warm-Up Time (Hour)	Machine Break (Hour)	Power Cut-off (Hour)	Total Downtime (Hour)
Januari	16	3,00	1,30	6,50	0,00	26,8
Februari	16	3,00	0,67	4,40	0,00	24,7
Maret	16	2,00	1,65	6,05	1,00	26,7
April	16	3,00	1,30	5,85	0,00	26,15
Mei	16	2,00	1,65	6,30	0,00	25,95
Juni	16	3,00	1,30	5,60	0,00	25,9

Adapun perhitungan *availability rate* untuk bulan Januari 2021 sebagai berikut :

Diketahui : *Loading Time* bulan Januari

2021 = 720,75 Jam

Total Downtime bulan Januari 2021 = 26,8 Jam

Ditanyakan : *Availability Rate* =?

Penyelesaian :

$$Availability\ Rate = \frac{Loading\ time - Total\ downtime}{Loading\ Time} \times 100$$

= 96,28%

Perhitungan *availability rate* untuk bulan Januari 2021 sampai dengan bulan Juni 2021 dapat di lihat dalam Tabel 4.6.

Tabel 4.6 Perhitungan *Availability Rate* Periode Januari – Juni 2021

Month	Loading Time (Hour)	Total Downtime (Hour)	Availability Rate (%)
Januari	720,75	26,8	96,28%
Februari	677,73	24,7	96,35%
Maret	720,50	26,7	96,29%
April	697,72	26,15	96,25%
Mei	720,30	25,95	96,39%
Juni	697,70	25,9	96,28%

4.2.2 Perhitungan Performance Efficiency

Perhitungan *performance efficiency* dimulai dengan perhitungan *ideal cycle time*. Untuk menghitung *ideal cycle time* maka perlu diperhatikan persentase jam kerja terhadap *delay*. Perhitungan persentase jam kerja dimulai dengan perhitungan *total delay*. *Total delay*

merupakan total waktu yang terbuang dari semua jenis *delay* yang ada di mesin. Dimana

$$Percentage\ Work\ Time = 1 - \frac{Total\ Delay}{Available\ Time} \times 100\%$$

persentase jam kerja yaitu:

Adapun perhitungan persentase jam kerja untuk bulan Januari 2021 sebagai berikut :

Diketahui : *Total Delay* bulan Januari 2021 = 52,05 Jam

Available Time bulan Januari 2021 = 744 Jam

Ditanyakan : Perhitungan Persentase Jam Kerja

Penyelesaian

$$Availability\ Rate = \frac{720,75 - 26,8}{720,75} \times 100\%$$

$$Percentage\ Work\ time = \frac{52,05}{744} \times 100\%$$

= 93,00 %

Persentase jam kerja efektif bulan Januari 2021 sampai dengan bulan Juni 2021 dapat dilihat pada Tabel 4.7

Tabel 4.7 Perhitungan Persentase Jam Kerja Efektif Periode Januari - Juni 2021.

Month	Available Time (Hour)	Total Delay (Hour)	Percentage Work Time (%)
Januari	744	52,05	93,00%
Februari	696	43,36	93,77%
Maret	744	52,20	92,98%
April	720	50,43	92,99%
Mei	744	51,65	93,05%
Juni	720	50,20	93,02%

$$Waktu\ Siklus = \frac{Loading\ Time}{Total\ Produksi}$$

Perhitungan untuk waktu siklus bulan Januari 2021 yaitu :

$$Waktu\ Siklus = \frac{720,75}{50.560}$$

= 0,0142 hour/pcs

Hasil perhitungan *cycle time* bulan Januari 2021 sampai dengan bulan Juni 2021 dapat dilihat pada Tabel 4.8

Tabel 4.8 Perhitungan *Cycle Time* Periode Januari - Juni 2021

Month	Loading Time (Hour)	Total Produksi (Pcs)	Cycle Time (Hour/Pcs)
Januari	720,75	50.560	0,0142
Februari	677,73	47.040	0,0144
Maret	720,50	46.720	0,0154
April	697,72	53.615	0,0130
Mei	720,30	50.210	0,0143
Juni	697,70	52.100	0,0133

$$\text{Waktu siklus ideal} = \text{Waktu siklus} \times \% \text{ Jam Kerja} = 0,0142 \times 93,00\%$$

$$= 0,013 \text{ Jam/Pcs}$$

Hasil perhitungan waktu siklus ideal bulan Januari 2021 sampai dengan bulan Juni 2021 dapat dilihat pada Tabel 4.9.

Tabel 4.9 Perhitungan Ideal Cycle Time Periode Januari – Juni 2021

Month	Cycle Time (Hour/Pcs)	Percentage Work Time (%)	Ideal Cycle Time (Jam/Pcs)
Januari	0,0142	93,00%	0,012
Februari	0,0144	93,77%	0,013
Maret	0,0154	92,98%	0,014
April	0,0130	92,99%	0,012
Mei	0,0143	93,05%	0,013
Juni	0,0133	93,02%	0,012

Untuk mencari nilai performance efficiency perlu dilakukan perhitungan. Dengan demikian perhitungan performance efficiency pada bulan Januari 2021 menggunakan rumus sebagai berikut:

$$\text{Performance Efficiency} = \frac{\text{Processed amount} \times \text{Theoritical cycle Time}}{\text{Operation Time}} \times 100\%$$

Processed Amount = banyak produk yang dihasilkan

Theoritical Cyle Time = waktu siklus ideal

Operation Time = loading time - total downtime

Maka perhitungan Performa Efficiency bulan Januari 2021 adalah:

Diketahui : Processed Amounnt pada bulan Januari 2021 = 46,700

Theoritical Cyle Time pada bulan Januari 2021 = 0,012

Ditanyakan : performance efficiency =?

Penyelesaian :

$$\text{performance efficiency} = \frac{\text{Processed Amount} \times \text{Theoritical Cycle Time}}{\text{Operation Time}} \times 100\%$$

$$= \frac{46.700 \times 0,012}{693,95} \times 100\%$$

$$= 80,75\%$$

Adapun data yang diperlukan untuk perhitungan nilai Performa Efficiency yaitu processed amount, ideal cycle time, dan operation time. Untuk perhitungan performa efficiency bulan Januari 2021 sampai dengan bulan Juni 2021 dapat dilihat pada Tabel 4.10.

Tabel 4.10 Perhitungan Performance Efficiency Periode Januari – Juni 2021

Month	Product Amount (pcs)	Ideal Cycle Time (Jam/pcs)	Operation Time (Hour)	Performance Efficiency (%)
Januari	46.700	0,012	693,95	80,75%
Februari	43.850	0,013	653,03	87,29%
Maret	42.672	0,014	693,8	86,10%
April	51.938	0,012	671,57	92,80%
Mei	46.200	0,013	694,35	86,49%
Juni	48.790	0,012	671,8	87,15%

4.2.3 Perhitungan Quality Rate Product

Quality rate product yaitu suatu rasio yang menggambarkan kemampuan peralatan atau mesin dalam menghasilkan produk yang sesuai dengan standart. Ada dua komponen yang mempengaruhi quality rate, defect in process dan reduced yield. Adapun rumus yang digunakan untuk mengukur quality rate yaitu sebagai berikut :

$$\text{Quality Rate} = \frac{\text{Processed Amount} - \text{Defect Amount}}{\text{Process Amount}} \times 100\%$$

Dimana : Processed Amount = banyak produk yang di

Defect Amount = banyak produk yang cacat

Perhitungan quality rate untuk bulan Januari 2021 adalah:

$$\text{Quality Rate} = \frac{\text{Processed Amount} - \text{Defect Amount}}{\text{Process Amount}} \times 100\%$$

$$= \frac{46.700 - 3.860}{46.700} \times 100\%$$

$$= 91,73\%$$

Hasil perhitungan quality rate bulan Januari 2021 sampai dengan bulan Juni 2021 dapat dilihat dalam Tabel 4.11.

Tabel 4.11 Perhitungan Quality Rate Product Periode Januari- Juni 2021

Month	Product Amount (Pcs)	Defect (Pcs)	Quality Rate (%)
Januari	46.700	3.860	91,73%
Februari	43.850	2.870	93,45%
Maret	42.672	4.368	89,76%
April	51.938	3.527	93,20%
Mei	46.200	4.010	91,32%
Juni	48.790	3.310	93,21%

4.2.4 Perhitungan Overall Equipment Effectiveness (OEE)

Untuk mengetahui besarnya *efektivitas* mesin 2 SINI JBZ 30 secara keseluruhan, maka terlebih dahulu harus diperoleh nilai-nilai *availability rate*, *performance effincice* dan *rate of quality product*. Selanjutnya dilakukan perhitungan nilai OEE pada bulan Januari 2021 dengan rumus :

$$\begin{aligned} \text{OEE} &= \text{Availability Rate (\%)} \times \text{Performance} \\ &\quad \text{Effincice (\%)} \times \text{Quality Rate Product} \\ &\quad (\%) \\ &= 96,28\% \times 80,75\% \times 91,73\% \\ &= 71,31\% \end{aligned}$$

Hasil perhitungan nilai *overall equipment effectiveness* (OEE) bulan Januari 2021 sampai dengan bulan Juni 2021 dapat dilihat dalam Tabel 4.12.

Tabel 4.12 Hasil Perhitungan Overall Equipment Effectiveness (OEE) Periode Januari – Juni 2021

Month	Avability rate %	Performance Efficiency %	Quality rate %	OEE %
Januari	96,28%	80,75%	91,73%	71,31%
Februari	96,35%	87,29%	93,45%	78,59%
Maret	96,29%	86,10%	89,76%	74,41%
April	96,25%	92,80%	93,20%	83,24%
Mei	96,39%	86,49%	91,32%	76,13%
Juni	96,28%	87,15%	93,21%	78,21%
Rata-Rata	96,30%	86,76%	92,70%	76,98%

Dari hasil perhitungan tabel 4.12 dapat diketahui nilai rata-rata nilai OEE dari periode bulan Januari 2021 sampai dengan bulan Juni 2021 memiliki nilai 76,98%. Sedangkan *standart word class* 85% sehingga perlu adanya perbaikan untuk meningkatkan produktivitas mesin 2 SINI JBZ 30 pada pembuatan *paper cup* plastik yang terdapat pada PT. PAS.

4.3 Perhitungan Nilai Six Big Losses

Perhitungan nilai *six big loses* ini dilakukan untuk mengetahui kerugian yang akan mempengaruhi efektivitas pada mesin 2 SINI JBZ 30. Berikut yaitu *variabel-variabel six big losses* :

4.3.1 Downtime Losses

Downtime losses terbagi menjadi dua faktor yaitu *equipment failure* dan *set-up and adjustment*. Adapun rinciannya sebagai berikut :

1. Equipment Failure (breakdown)

Besarnya nilai persentase efektivitas yang di akibatkan oleh *breakdown* dapat dihitung dengan rumus :

$$\text{Equipment Failure Loss} = \frac{\text{Total Breakdown Time}}{\text{Loading Time}} \times 100\%$$

Adanya kerusakan pada mesin sehingga terjadinya *breakdown* disebabkan oleh *power cut - off*. Perhitungan total *breakdown* bulan Januari 2021 sampai dengan Juni 2021 dapat dilihat pada Tabel 4.13.

Tabel 4.13 Perhitungan Total Breakdown Periode Januari – Juni 2021

Month	Power cut-off (Hour)	Machine Break (Hour)	Total Breakdown (Jam)
Januari	0,00	6,50	6,50
Februari	0,00	4,40	4,40
Maret	1,00	6,05	7,05
April	0,00	5,85	5,85
Mei	0,00	6,30	6,30
Juni	0,00	5,60	5,60

Equipment failure losses untuk bulan Januari 2021 dapat di hitung sebagai berikut:

$$\begin{aligned} \text{Equipment Failure Losses} &= \frac{6,50}{720,75} \times 100\% \\ &= 0,90\% \end{aligned}$$

Perhitungan *equipment failure losses* bulan Januari 2021 sampai dengan bulan Juni 2021 dapat dilihat pada Tabel 4.14.

Tabel 4.14 Equipment Failure Losses Periode Januari – Juni 2021

Month	Total Breakdown (Hour)	Loading Time (Hour)	Equipment Failure/Breakdown Loss (%)
Januari	6,50	720,75	0,90%
Februari	4,40	677,73	0,64%
Maret	7,05	720,50	0,97%
April	5,85	697,72	0,83%
Mei	6,30	720,30	0,87%
Juni	5,60	697,70	0,80%
Total	35,7	4,234,7	5,01%

1. Set - Up and Adjusment

Untuk mengetahui besarnya perhitungan persentase dapat dilakukan dengan menggunakan rumus sebagai berikut: Dengan menggunakan rumus diatas, maka perhitungan *set - up and Adjusment* di bulan Januari 2021 sebagai berikut :

$$\text{Set-up and adjusment} = \frac{20,3}{720,77} \times 100\% = 2,81\%$$

Perhitungan *set - up and adjusment loss* untuk bulan Januari 2021 sampai dengan bulan Juni 2021 dapat dilihat dalam Tabel 4.15.

$$\text{Set-Up and Adjustment Loss} = \frac{\text{Total Set-Up and Adjustment Time}}{\text{Loading Time}} \times 100\%$$

Tabel 4.15 Perhitungan Persentase Set - Up and Udjusment Periode Januari – Juni 2021

Mounth	Set Up and Adjusment			Total (Hour)	Loading Time	Set-up and Adjustment Loss (%)
	Schedule Shutdown (Hour)	Setting Part (Hour)	Warm-Up Time (Hour)			
Januari	16	3,00	1,30	20,3	720,75	2,81%
Februari	16	3,00	0,67	19,67	677,73	2,90%
Maret	16	2,00	1,65	19,65	720,50	2,72%
April	16	3,00	1,30	20,3	697,72	2,90%
Mei	16	2,00	1,65	19,65	720,30	2,72%
Juni	16	3,00	1,30	20,3	697,70	2,90%
Total	96	16	7,87	118,5	4,234,7	16,05%

4.3.2 Speed Losses

Speed losses terbagi menjadi dua faktor yaitu *idling and minor stoppages* dan *reduced speedd losses*. Adapun rinciannya sebagai berikut :

1. Idling and minor stoppages

Untuk mengetahui *persentase idling and minor* dan *minor stoppages* di gunakan rumus sebagai berikut :

$$\text{Idling and Minor Stoppages} = \frac{\text{Non Pruductive time}}{\text{Loading Time}} \times 100\%$$

Berdasarkan data *delay* mesin yang didapat, maka faktor yang termasuk *Non Productive time* yaitu *machine cleaning*. Dengan menggunakan rumus di atas, maka dapat diperoleh perhitungan *idling and minor stoppages* sebagai berikut :

$$\text{Idling and Minor Stoppages} = \frac{2,00}{720,77} \times 100\% = 0,27\%$$

Perhitungan *idling and minor stoppages* untuk bulan Januari 2021 sampai dengan bulan Juni 2021 dapat dilihat pada Tabel 4.16.

Tabel 4.16 Perhitungan Idling and Minor Stoppages Periode Januari – Juni 2021

Month	Non Productive Time Machine Cleaning (Hour)	Loading Time (Hour)	Idling and Minor Stoppages (%)
Januari	2,00	720,75	0,27%
Februari	1,02	677,73	0,15%
Maret	2,00	720,50	0,27%
April	2,00	697,72	0,28%
Mei	2,00	720,30	0,27%
Juni	2,00	697,70	0,28%
Total	11,02	4,234,7	1,52%

2. Reduced Speed Losses

Kerugian yang terjadi karena kecepatan operasi aktual yang rendah, dibawah kecepatan operasi ideal. *Reduced speed losses* dapat dihitung dengan menggunakan rumus :

$$\text{Reduced speed loss} = \frac{\text{operation time} - (\text{ideal cycle time} \times \text{total product})}{\text{Loading Time}} \times 100\%$$

Berdasarkan perhitungan *persentase reduced speed losses* yang terdapat pada bulan Januari 2021 adalah :

$$\text{Reduced Speed Losses} = \frac{693,95 - (0,012 \times 46,700)}{720,77} \times 100\% = 18,53\%$$

Perhitungan *persentase reduced speed losses* bulan Januari 2021 sampai dengan bulan Juni 2021 dapat dilihat pada Tabel 4.17.

Tabel 4.17 Perhitungan Persentase *Reduced Speed Losses* Periode Januari-Juni 2021

Month	Operation Time (Hour)	Ideal Operation Time (Hour)	Ideal Cycle Time (Hour)	Product Amount (Pcs)	Loading Time (Hour)	Reduced Speed Losses (Hour)	Reduced Speed Losses Time (%)
Januari	693,95	560,4	0,012	46,700	720,75	0,19	19%
Februari	653,03	597,408	0,013	42,672	677,73	0,14	14%
Maret	693,8	613,9	0,014	43,850	720,50	0,11	11%
April	671,57	623,256	0,012	51,938	697,72	0,69	6,9%
Mei	694,35	600,6	0,013	46,200	720,30	0,13	13%
Juni	671,8	585,48	0,012	48,790	697,70	0,12	12%
Total	4,129,02	3,581,044	0,012	280,15	4,234,7	1,38	75,90%

4.3.3 Defect Losses

Defect losses terbagi menjadi dua faktor yaitu *rework losses* dan *yield atau scrap losses*. Adapun rinciannya sebagai berikut :

1. Rework Losses

Untuk mengetahui nilai *rework losses* yang mempengaruhi efektivitas mesin 2 SINI JBZ 30, dapat dilakukan dengan menggunakan rumus :

$$Rework Losses = \frac{Ideal Cycle Time \times Rework}{Loading Time} \times 100\%$$

Adapun pertitungan *rework losses* yang terdapat dibulan juli 2018 yaitu sebagai berikut :

$$Rework Losses = \frac{0,012 \times 2,873}{720,77} \times 100\%$$

= 4,78%

Perhitungan *rework losses* untuk bulan Januari 2021 sampai dengan bulan Juni 2021 dapat dilihat pada Tabel 4.18.

Tabel 4.18 Perhitungan Persentase *Rework Losses* Periode Januari – Juni 2021

Month	Loading Time (Hour)	Ideal Cycle Time (Hour/Pcs)	Rework (Pcs)	Rework Losses Time (Hour)	Rework Losses (%)
Januari	720,77	0,012	2,873	0,47	4,78%
Februari	720,23	0,014	3,370	0,65	6,55%
Maret	700,5	0,014	2,010	0,4	4,01%
April	720,72	0,012	1,027	0,17	1,70%
Mei	700,3	0,013	3,020	0,56	5,60%
Juni	720,7	0,012	2,343	0,39	3,90%
Total				5,52	26,54%

2. Yield atau Scrap Losses

Untuk mengetahui *persentase* faktor *Yield* atau *scrap losses* yang mempengaruhi efektivitas mesin 2 *sini jbz 30*, dapat dilakukan dengan menggunakan rumus :

$$Yield \text{ atau } scrap \text{ losses} = \frac{Ideal Cycle Time \times Scrap}{Loading Time} \times 100\%$$

Adapun perhitungan *Yield* atau *Scrap losses* yang terdapat dibulan Januari 2021 yaitu sebagai berikut :

$$Yield \text{ atau } scrap \text{ losses} = \frac{0,012 \times 987}{720,77} \times 100\% = 1,64\%$$

Perhitungan *Yield* atau *scrap losses* untuk bulan Januari 2021 sampai dengan bulan Juni 2021 dapat dilihat pada Tabel 4.19.

Tabel 4.19 Perhitungan Persentase *Yield* atau *Scrap Losses* Periode Januari-juni 2021

Month	Loading Time (Hour)	Ideal Cycle Time (Hour)	Scrap (Pcs)	Scrap Time Losses (Hour)	Scrap Losses (%)
Januari	720,77	0,012	987	0,16	1,64%
Februari	720,23	0,014	998	0,19	1,93%
Maret	700,5	0,014	860	0,17	1,71%
April	720,72	0,012	650	0,78	1,08%
Mei	700,3	0,013	990	0,18	1,83%
Juni	720,7	0,012	876	0,10	1,45%
Total				1,58	9,64%

4.4 Pengaruh *Six Big Losses*

Dalam *six big losses* yang mempengaruhi efektivitas mesin 2 *sini jbz 30*, maka akan dilakukan perhitungan *time losses* untuk masing-masing faktor dalam *six big losses* tersebut. Hasil perhitungan dari faktor-faktor *six big losses* untuk bulan Januari 2021 sampai dengan bulan Juni 2021 dapat dilihat pada Tabel 4.20.

Tabel 4.20 Persentase Faktor *Six Big Losses* Mesin 2 *sini jbz 30* Periode Januari 2021 – Juni 2021

No	Faktor	Kerugian Besar	Total Time Losses (Jam)	Total	Percentage (%)
1	Downtime Losses	Equipment Failure atau	5,01	21,06	67,8%

		Breakdown Losses			
		Set-Up and Adjustment Losses	16,05		
2	Speed Losses	Idling Minor Stoppages	1,52	2,9	9,35%
		Reduced Speed Losses	1,38		
3	Defect Losses	Rework Losses	5,52	7,1	22,85%
		Scrap atau Yield Losses	1,58		
Total			31,06		100%

• Shaft as patah			output produk	Mengatur ulang posisi compressor belt
• Conveyor belt tidak berjalan				Membuat cover/penutup pada belt compressor

4.6 Cause and Effect Diagram (Diagram Fishbone)

Diagram fishbone (diagram sebab akibat) dibuat dari hasil brainstorming dengan melakukan analisa masalah digunakan metode root cause (penyebab utama) analisis. Hasil analisa terhadap faktor yang memberikan kontribusi terbesar penyebab rendahnya efektivitas mesin 2 SINI JBZ 30. Pada cause and effect diagram (Diagram Fishbone).



Usulan Perbaikan Mesin 2 sini JBZ 30 Dengan 5W+1H faktor downtime Losses

Setelah dianalisis dan diketahui faktor dominan penyebab downtime pada mesin 2 sini JBZ 30 sangat tinggi menggunakan diagram fishbone, yang menjadi faktor permasalahan adalah belum tepatnya perawatan komponen mesin. Faktor inilah yang menjadi pembahasan utama untuk penyusunan rencana perbaikan (improve) 5W+1H.

Tabel 4.24. Rencana Perbaikan (Improve) speed losses 5W+1H

Faktor	Failure Mode	What	Where	When	Why	Who	How
		Tujuan Utama	Lokasi	Waktu Pelaksanaan	Alasan Kegunaan	Yang Melaksanakan	Cara mengatasi (metode perbaikan)
Mesin	• Pisau tidak memotong	Diusulkan penjadwalan dan perawatan pergantian komponen yang sesuai	Divisi maintenance di PT. PAS	Pergantian komponen dan perawatan harus dilakukan sesuai jadwal	Agar beroperasi secara optimal dan dapat meningkatkan	Karyawan	Mengurus tangki secara berkala
	• Compressor belt putus						Pergantian part

Adapun dari tabel hasil penilaian tim pada 3 kepala divisi (operator, teknisi mekanikal, teknisi elektrik) diatas dapat disimpulkan berdasarkan pengalaman dan pengetahuan kepala divisi tersebut, bahwasannya hasil penilaian yang menyebabkan menurunnya produktivitas pada PT. PAS disebabkan oleh mesin.

KESIMPULAN DAN SARAN

Kesimpulan

Berdasarkan hasil penelitian yang telah diuraikan mengenai permasalahan breakdown pada mesin 2 Sini JBZ 30 dengan menggunakan metode overall equipment effectiveness (OEE) dapat diambil beberapa kesimpulan sebagai berikut:

1. Faktor-faktor yang menyebabkan nilai OEE kurang dari 80% pada mesin 2 sini JBZ 30 yaitu karena adanya problem pada faktor downtime losses.
2. Faktor penyebab menurunnya efektivitas mesin 2 Sini JBZ 30 terdapat pada faktor six big losses Tingginya nilai persentase downtime losses sebesar 67,8%.
3. Berdasarkan hasil brainstorming pada diagram fishbone downtime losses persentase rasio sebesar 67,8%. maka di dapatkan penyebab faktor - faktor yang signifikan yang berasal dari factor ,kerusakan pada pisau sehingga pisau tidak memotong, kerusakan pada Compressor belt kerusakan pada Shaft as. kerusakan pada Conveyor belt untuk itu usulan perbaikan yang tepat ialah mengurus tanki compressor secara berkala, melakukan pergantian part pada conveyor belt yang sudah tipis, mengatur ulang posisi compressor grease, membuat cover/penutup pada belt compressor agar tidak terkena tetesan oli, sehingga mesin akan kembali normal.

Saran

Dalam penelitian skripsi ini, ada beberapa saran sebagai berikut :

1. Perusahaan seharusnya bisa melakukan perhitungan OEE terhadap semua mesin,

agar mengetahui efektivitas mesin di perusahaan tersebut dan melakukan evaluasi terus menerus terhadap kegiatan yang disarankan agar mendapatkan hasil yang optimal dan produksi yang tepat waktu dan sesuai target produksi.

2. Perusahaan hendaknya menjadwalkan pemeliharaan mesin dan inspeksi rutin mesin 2 *sini JBZ 30* setiap bulannya dan harus dilaksanakan dengan baik untuk
3. Perusahaan agar lebih memperhatikan kondisi mesin dengan memperkirakan waktu kerusakan mesin melalui perhitungan umur operasi untuk mengantisipasi kerusakan mesin dan dapat menetapkan langkah-langkah perawatan mesin dan penggantian komponen mesin sebelum terjadinya kerusakan. Meningkatkan kemampuan tingkat pemeliharaan melalui pelatihan yang baik dan tepat sasaran.

DAFTAR PUSTAKA

- Alvira, D., Helianty, Y., & Prassetiyo, H. (2015). USULAN PENINGKATAN OVERALL EQUIPMENT EFFECTIVENESS (OEE) PADA MESIN TAPPING MANUAL DENGAN MEMINIMUMKAN SIX BIG LOSSES. *Reka Integra*, 3(3).
- Ansori, N., & Mustajib, M. I. (2013). Sistem Perawatan Terpadu. *Graha Ilmu, Yogyakarta*
- Blanchard, S. B., 1997, An Enhanced Approach for Implementing Total Productive Maintenance in The Manufacturing Environment, *Journal of Quality in Maintenance Engineering*, Vol 3.
- Hadi, I. S. (2019). *Perawatan dan Perbaikan Mesin Industri*. Penerbit Andi.
- Nachnul, A., & Mustajib, M. I. (2013). Sistem Perawatan Terpadu. *Buku Teknik Edisi Pertama, Yogyakarta*.
- Nakajima, S., 1988, Introduction To TPM (Total Productive Maintenance), 1ST Edition, Productivity Inc, Cambridge.
- Nursanti, I., & Susanto, Y. (2014). Analisis Perhitungan Overall Equipment Effectiveness (OEE) Pada Mesin Packing Untuk Meningkatkan Nilai Availability Mesin.
- Rahmad, R., Pratikto, P., & Wahyudi, S. (2012). Penerapan Overall Equipment Effectiveness (Oee) Dalam Implementasi

Total Productive Maintenance (TPM)(Studi Kasus di Pabrik Gula PT.“Y”). *Rekayasa Mesin*, 3(3), 431-437.

- Saiful, S., Rapi, A., & Novawanda, O. (2014). PENGUKURAN KINERJA MESIN DEFEKTOR I DENGAN MENGGUNAKAN METODE OVERALL EQUIPMENT EFFECTIVENESS (Studi Kasus pada PT. Perkebunan XY). *Journal of Engineering and Management in Industrial System*, 2(2).
- Sudrajat, A. (2011). Pedoman Praktis Manajemen Perawatan Mesin Industri. *Bandung: Refika Aditama*.
- Suliantoro, H., Susanto, N., Prastawa, H., Sihombing, I., & Mustikasari, A. (2017). Penerapan Metode Overall Equipment Effectiveness (OEE) dan Fault Tree Analysis (FTA) untuk Mengukur Efektifitas Mesin Reng. *J@ ti Undip: Jurnal Teknik Industri*, 12(2), 105-118.
- Suwardiyanto, P., Siregar, D., & Umar, D. (2021). Journal of Industrial and Engineering Sistem (JIES). *Journal of Industrial and Engineering Syst*