

**PENDEKATAN PENERAPAN *TOTAL PRODUCTIVE MAINTENANCE* (TPM) DI STASIUN *PRESS PALM OIL* PADA MESIN *DIGESTER* DAN MESIN *PRESS* PT. BANGKITGIAT USAHA MANDIRI DENGAN MENGGUNAKAN *INDIKATOR OEE* DAN *METODE FMECA (FAILURE MODE EFFECT AND CRITICAL ANALYSIS)***

**Dharmawan Setyo Kuncahyo**  
PT. Bangkitgiat Usaha Mandiri (PT. BUM)  
Email: [dsetyokuncahyo@gmail.com](mailto:dsetyokuncahyo@gmail.com)

**ABSTRAK**

PT. Bangkitgiat Usaha Mandiri (PT. BUM) merupakan bagian dari Nurdin Tampubolon Corporate (NT. Corporation) yang merupakan perusahaan yang bergerak di bidang industri pengolahan minyak kelapa sawit (CPO). Perusahaan ini masih mengalami masalah terhadap losses minyak yang tinggi akibat dari kurang efektifnya kerja mesin yang tidak optimal karena system perawatan/ pemeliharanya. Total Productive Maintenance (TPM) yang merupakan salah satu metode yang dikembangkan di Jepang yang dapat digunakan untuk meningkatkan produktivitas dan efisiensi produksi perusahaan dengan menggunakan mesin/peralatan secara efektif. Tujuan utama dari penerapan TPM adalah untuk mengidentifikasi dan mereduksi jenis kerusakan pada komponen kritis yang menjadi objek penelitian serta meningkatkan nilai overall equipment efficiency (OEE) sebagai ukuran performansi dari penelitian ini. Selain itu, metode yang digunakan untuk mereduksi jenis kerusakan pada penelitian ini adalah Failure Mode and Effect Criticaly Analysis (FMECA). Dari hasil analisis dan perhitungan yang dilakukan berdasarkan data – data tersebut, maka nilai OEE dari mesin digester dan mesin press dapat diketahui. Kemudian hasil nilai tersebut dilakukan perbandingan dengan keadaan sebelum dan setelah penerapan TPM. Nilai overall equipment effectiveness (OEE) sebelum penerapan antara 23,65 % - 24,72 %. Nilai OEE setelah penerapan antara 27,01 % - 27,04 %.

**Kata kunci:** sistem perawatan, Total Productive Maintenance, indikator Overall Equipment Effectiveness, Failure Mode and Effect Criticaly Analysis

**ABSTRACT**

PT. Bangkitgiat Usaha Mandiri (PT. BUM) is part of Nurdin Tampubolon Corporate (NT. Corporation) which is a company engaged in the processing crude palm oil (CPO). The company is having problems in high oil losses due to lack of work's effectively engine that are not optimal due to maintenance system/equipment's effectivly. Total Productive Maintenance (TPM), which is one method that was developed in Japan, can be used to improve the productivity and efficiency of production companies using the effectivly of machine/equipment. The main purpose of TPM is to identify and reduce other types of damage to critical components of the object and increase the value of overall equipment efficiency (OEE) as a measure of the performance. The method used to reduce other types of damage in this study is Failure Mode and Effect Criticaly Analysis (FMECA). The OEE's value of digester machine and press machine can be known. The value is compared between before and after implemented TPM. The value of overall equipment effectiveness (OEE) before implemented TPM is ranging between 23.65% - 24.72%. The OEE value after implemented TPM is ranging between 27.01% - 27.04%.

**Keywords:** maintenance system, Total Productive Maintenance, Overall Equipment Effectiveness Indicators, Failure Mode and Effect Analysis Critically

## PENDAHULUAN

Pengolahan industri minyak kelapa sawit yang berasal dari buah pohon kelapa sawit merupakan proses produksi yang banyak melibatkan faktor-faktor produksi berupa mesin, tenaga kerja, dan buah kelapa sawit sebagai bahan bakunya. Untuk dapat menghasilkan minyak kelapa sawit seoptimal mungkin diperlukan kerja mesin yang optimal. Dalam hal ini salah satu mesin yang melakukan pengolahan buah kelapa sawit menjadi minyak kelapa sawit adalah mesin *digester* dan mesin *press*. Mesin *digester* berfungsi untuk mencacah buah kelapa sawit, serta memisahkan serat dengan biji kelapa sawit, kemudian hasil serat dan biji kelapa sawit yang telah terpisah masuk kedalam mesin *press* untuk di press dan didapatkan hasil minyak kelapa sawit yang terpisah dari serat dan bijinya. Untuk mendapatkan hasil kerja mesin yang optimal tentu diperlukan kerja mesin yang efektif, efisien, dan diperlukan sistem perawatan yang tepat.

PT. Bangkitgiat Usaha Mandiri merupakan salah satu anak perusahaan NT. Corporation yang bergerak dibidang usaha perkebunan kelapa sawit dan memproduksi Crude Palm Oil (CPO) dan Palm Kernel, merupakan salah satu produsen CPO yang memiliki tingkat profitabilitas yang tinggi dengan struktur biaya yang efisien. Kegiatan usaha utama PT. Bangkitgiat Usaha Mandiri adalah mengembangkan dan memelihara perkebunan kelapa sawit, mengolah Tandan Buah Sawit (TBS) menjadi CPO dan Kernel kemudian mensupply produk tersebut kepada Pihak Konsumen/Consumer dalam dan luar negeri. PT. Bangkitgiat Usaha Mandiri mulai melakukan penanaman pada tahun 1998 dan saat ini telah memiliki luas lahan +25.000 Ha di Tumbang Kalang dan Tanjung Jorong Kalimantan Tengah. Pabrik pengolahan Kelapa Sawit (PKS) selesai dibangun dan mulai beroperasi tahun 2009 dengan kapasitas 60 (enam puluh) ton/jam. Untuk mendapatkan kualitas produk minyak yang baik tentu diperlukan kerja mesin yang optimal. Pada saat ini kerja mesin *digester* dan mesin *press* perusahaan masih belum dapat dikatakan optimal, karena paling sering mengalami kerusakan mesin dan kehilangan minyak (*losses*), dapat dilihat dari hasil pengepressan serat (*fiber*) yang keluar dari mesin *press* masih dalam keadaan basah dan masih mengandung minyak, dimana syarat standar *losses* serat (*fiber*) yang basah adalah 4,5 %, hal ini berdampak terhadap *output* yang kurang baik untuk perusahaan.

Dalam mengatasi masalah tersebut ada beberapa tahapan yang harus diperhatikan, yaitu salah satunya perawatan mesin (*maintenance*). Perawatan mesin merupakan salah satu unsur penting yang mendukung dalam peningkatan produktifitas suatu perusahaan khususnya yang bergerak dibidang manufaktur, dengan adanya sistem perawatan mesin yang baik diharapkan kualitas dan produktivitas mesin dapat meningkat yaitu dengan cara menurunkan waktu downtime dan menaikkan keefektifisan mesin. Beberapa penyebab kerusakan mesin adalah kurang terencana dan peduli atas kegiatan pemeliharaan atau perawatan yang dilakukan dari manajemen puncak sampai operator. Untuk mengatasi hal tersebut diperlukan suatu metode yang mampu mengungkapkan permasalahan dengan jelas agar dapat melakukan peningkatan kinerja mesin dengan efektif dan optimal. Salah satu pendekatan metode perawatan mesin yang banyak dipakai adalah *Total Productive Maintenance* (TPM). TPM merupakan suatu konsep perawatan terpadu dan menyeluruh terhadap mesin-mesin dan peralatan-peralatan serta fasilitas pendukung untuk mencapai sasaran *Zero ABCD* (*Accident, Break Down, Cricis, Defect*). Selain itu metode pendukung untuk menentukan dan mengetahui nilai keefektivitasan mesin dengan analisis *Overall equipment effectiveness* (OEE) pada mesin *Press* dan mesin *Digester* di stasiun *press*

dan untuk mereduksi jenis kerusakan dari tiap komponen kritis menggunakan *Failure Mode and Effect Criticaly Analysis* (FMECA). Dengan demikian penulisan ini akan memberikan usulan urutan prioritas komponen kritis yang harus dilakukan tindakan perawatan dan evaluasi perbaikan efektivitas mesin pada perusahaan melalui pendekatan TPM.

## **TINJAUAN PUSTAKA**

### **Pengertian TPM dan konsep pendekatan *Total Productive Maintenance* (TPM)**

Berdasarkan Kaizen *Institute* di Jepang (Nakajima, 1989), TPM adalah suatu konsep yang ditujukan untuk struktur perusahaan agar mencapai tingkat efisiensi tertinggi yang mungkin dicapai oleh sistem produksi (efisiensi menyeluruh), untuk mendirikan suatu sistem dengan pandangan “tanpa kecelakaan dan tanpa produk cacat”, dengan tujuan pokok kepada *life cycle* dari sistem produksi.

### **Konsep Keandalan (*Reliability*)**

Keandalan adalah probabilitas berfungsinya peralatan serta memusatkan kegagalan dan sesuai standart performansinya pada suatu periodic waktu tertentu, jika dioperasikan pada kondisi yang telah ditetapkan (Ebelling,1997). Untuk menentukan keandalan dalam kaitan operasional, diperlukan definisi yang lebih spesifik yaitu deskripsi keandalan yang tidak membingungkan, identifikasi satuan unit waktu atau pengukuran, serta sistem yang diamati harus berada dalam kondisi lingkungan dan operasional yang normal.

### **Konsep Keterawatan (*Maintainability*)**

Keterawatan adalah probabilitas bahwa komponen atau sistem yang rusak akan diperbaiki ke dalam suatu kondisi tertentu dalam periode waktu tertentu sesuai dengan prosedur yang telah ditentukan (Ebeling, 1997). Prosedur perawatan melibatkan perbaikan, ketersediaan sumber daya perawatan (tenaga kerja, suku cadang, peralatan, dsb), program perawatan pencegahan, keahlian tenaga kerja, dan jumlah orang yang termasuk di dalam bagian perawatan tersebut.

### **Konsep Ketersediaan (*Availability*)**

Ketersediaan dapat didefinisikan sebagai probabilitas suatu komponen atau sistem beroperasi sesuai fungsi yang ditetapkan pada waktu tertentu ketika digunakan pada kondisi operasi yang telah ditetapkan (Ebeling, 1997). *Availability* bergantung pada keandalan dan perawatan. Untuk memperkirakan ketersediaan sistem distribusi, probabilitas kerusakan dan perbaikan harus dipertimbangkan. Sehingga merupakan fungsi dari suatu siklus waktu operasi (*reliability*) dan waktu downtime (*maintainability*).

Sasaran *Total Productive Maintenance* disebut juga dengan *Zero ABCD* yaitu Satu, *Zero Accident*. *Zero Accident* dapat dilihat dari pilar ke 8 yaitu system yang aman dan ramah lingkungan. Pencapaian *Zero* ini dapat dilihat secara langsung dari pencapaian sistem yang aman dan ramah lingkungan dari perusahaan. Dengan dilaksanakannya penerapan sistem yang aman dan ramah lingkungan yang baik maka *Zero Accident* ini akan tercapai. Dua, *Zero Breakdown*. *Zero Breakdown* ini dapat tercapai jika perusahaan dapat melakukan peningkatan efektivitas terhadap mesin -mesin yang dipakai. Perusahaan dapat melakukan mencegah terjadinya kerusakan mesin secara terus menerus. Dengan cara dapat mengidentifikasi terlebih dahulu kerusakan dan kerugian yang ditimbulkan oleh mesin-mesin produksi. Tiga, *Zero Crisis*. *Zero Crisis* ini dapat tercapai jika perusahaan dapat mencegah terjadinya kerusakan mesin secara

terus-menerus. Empat, *Zero Defect*. *Zero Defect* ini dapat tercapai jika perusahaan dapat meningkatkan efektivitas.

### METODE PENELITIAN

Pengumpulan Data Data yang dikumpulkan akan menjadi input pada tahap pengolahan data. Pada pengumpulan data penelitian ini menggunakan dua jenis data, yaitu data primer dan data sekunder. Pengumpulan data primer merupakan data yang diperoleh dengan pengamatan secara langsung pada obyek penelitian, diantaranya adalah hasil pengamatan dan wawancara terhadap pihak terkait mengenai sistematika alur ketika terjadi kerusakan beserta identifikasi penyebabnya hingga mesin siap untuk dijalankan kembali. Pengumpulan data sekunder merupakan data yang telah tersedia oleh pihak perusahaan. Data sekunder disajikan dalam bentuk tabel. Data sekunder pada penelitian ini didapatkan dari diantaranya waktu henti mesin dan ideal cycle time.

### HASIL DAN PEMBAHASAN

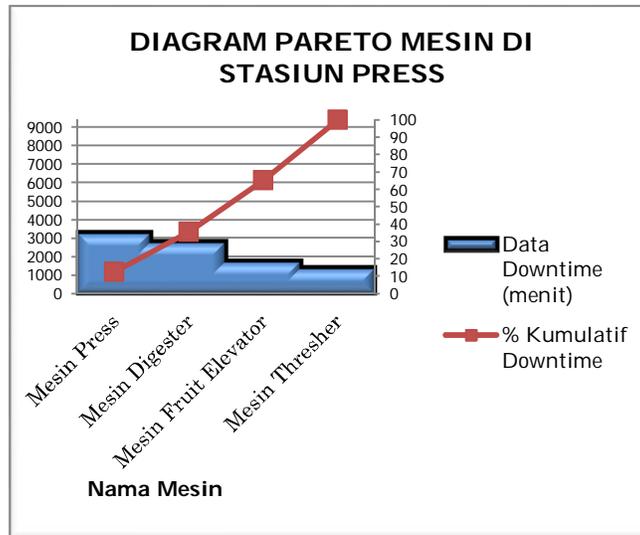
#### Penentuan Mesin Kritis

Berdasarkan data yang diambil dari perusahaan untuk menentukan mesin kritis menggunakan data total *downtime* dari masing-masing mesin di stasiun *Press* pada periode bulan Desember 2014 – Februari 2015. Berikut ini adalah data total *downtime* untuk mengetahui mesin kritis yang nantinya akan dilakukan minimasi *downtime*.

Tabel 1 Data total *Downtime* Mesin di Stasiun *Press* berdasarkan perhitungan Frekuensi Kumulatif

No	Nama Mesin	<i>Downtime</i> ( Jam )	<i>Kumulatif</i> <i>Downtime</i> ( Jam )	% <i>Downtime</i>	% <i>Kumulatif</i> <i>Downtime</i>
1	Mesin Press	3328	3328	35,43	12,39
2	Mesin Digester	2847	6175	30,31	22,99
3	Mesin Fruit Elevator	1782	7957	18,97	29,63
4	Mesin Thresher	1437	9394	15,30	34,98
	Total	9394	26854	100	100

Berdasarkan hasil pengolahan data diatas dan gambar diagram pareto dibawah ini maka mesin *Digester* dan mesin *Press* adalah mesin kritis berdasarkan total *downtime* terbesar, dengan total *downtime* mesin *Digester* = 2847 menit (47.45 jam) dan mesin *Press*= 3328 menit (55.46 jam).



Gambar 1. Diagram Pareto Mesin Kritis Stasiun Press

Langkah selanjutnya adalah menentukan komponen mesin kritis dari urutan 2 mesin yang memiliki waktu downtime terbesar, mesin tersebut adalah mesin *Mesin Press* dan *Mesin Digester*.

### Penentuan Komponen Kritis

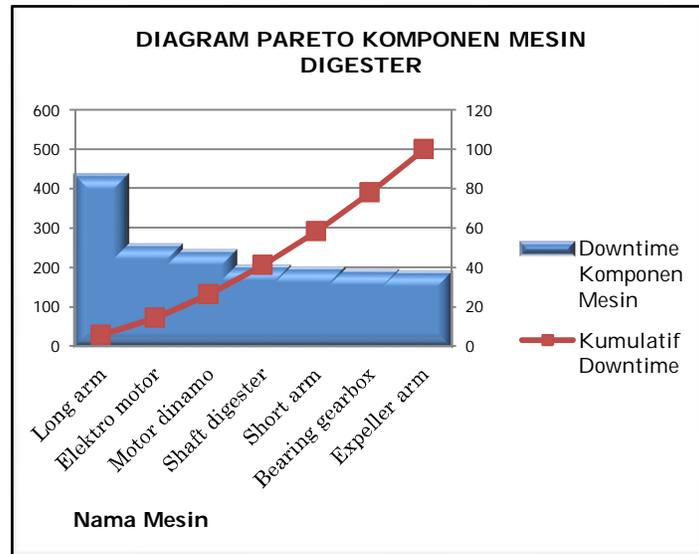
Berdasarkan hasil pengolahan data penentuan mesin kritis didapatkan hasil mesin kritis yaitu mesin *Press* dan mesin *Digester*. Dari kedua mesin tersebut kemudian dilanjutkan dengan penentuan komponen kritis dari masing – masing mesin tersebut.

### Penentuan Komponen Kritis Mesin Digester

Penentuan komponen kritis berdasarkan total *downtime* dari komponen mesin *digester* di stasiun *Press* pada periode Desember 2014 – Februari 2015.

Tabel 2. Data total *Downtime* komponen mesin *Digester* berdasarkan perhitungan Frekuensi Kumulatif

No	Nama Komponen	Downtime (menit)	Kumulatif Downtime (menit)	% Downtime	% Kumulatif Downtime
1	Long arm	435	435	25,20	5,57
2	elektro motor	258	693	14,95	8,87
3	Motor dinamo	244	937	14,14	12,00
4	Shaft digester	205	1142	11,88	14,62
5	Short arm	200	1342	11,59	17,18
6	Bearing gearbox	194	1536	11,24	19,66
7	Expeller arm	190	1726	11,01	22,10
	Total	1726	7811	100	100



Gambar 2 Diagram Pareto komponen mesin *Digester*

Berdasarkan hasil pengolahan data dan gambar diagram pareto diatas maka komponen *Long arm* adalah komponen kritis berdasarkan total *downtime* terbesar.

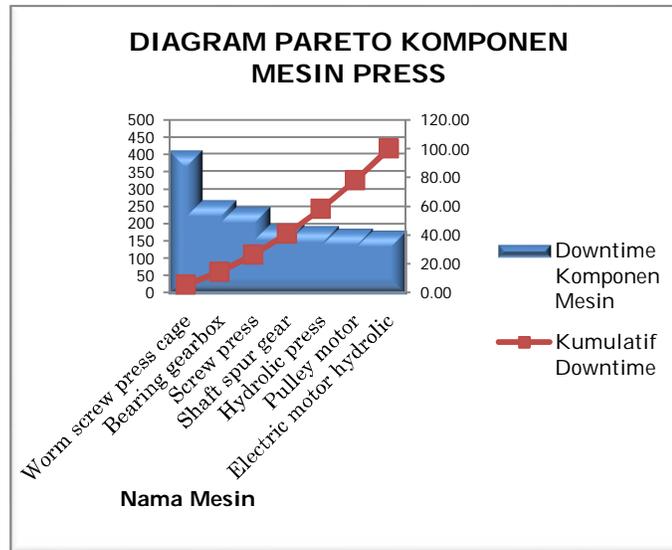
**Penentuan Komponen Kritis Mesin *Press***

Penentuan komponen kritis berdasarkan total *downtime* dari komponen mesin *press* distasiun *Press* pada periode Desember 2014 – Februari 2015.

Tabel 3 Data total *Downtime* komponen mesin *Press* berdasarkan perhitungan Frekuensi Kumulatif

No	Nama Komponen	Downtime (menit)	Kumulatif Downtime (menit)	% Downtime	% Kumulatif Downtime
1	Worm screw press cage	410	410	24,20	5,34
2	Bearing gearbox	268	678	15,82	8,84
3	Screw press	250	928	14,76	12,10
4	Shaft spur gear	200	1128	11,81	14,70
5	Hydrolic press	195	1323	11,51	17,24
6	Pulley motor	188	1511	11,10	19,69
7	Electric motor hydrolic	183	1694	10,80	22,08
	Total	1694	7672	100	100

Berdasarkan hasil pengolahan data diatas dan gambar diagram pareto dibawah ini maka komponen *Worm Screw Press Cage* adalah komponen kritis berdasarkan total *downtime* terbesar.



Gambar 3. Diagram Pareto komponen mesin Press

### Perhitungan *Overall Equipment Effectiveness* (OEE)

*Overall equipment effectiveness* (OEE) menggambarkan performansi peralatan dan merupakan kalkulasi akurat untuk menentukan seberapa efektif mesin/ peralatan digunakan. OEE ini didapat dari perkalian *availability*, *Performance Efficiency*, dan *Rate of quality*.

$$OEE = Availability \times Performance\ Efficiency \times Rate\ of\ Quality$$

Sedangkan untuk perhitungan OEE rata rata setiap bulannya:

$$OEE\ rata-rata = Availability\ rata-rata \times Performance\ Efficiency\ rata-rata \times Rate\ of\ Quality\ rata-rata.$$

Semua contoh pengolahan data dan perhitungan yang tertera di atas, dihitung dengan menggunakan *microsoft excel*.

### Pembuatan *Failure Mode Effect and Critically Analysis* (FMECA)

Setelah dilakukan analisis keefektivitasan mesin sebelum penerapan *Total Productive Maintenance*, Langkah selanjutnya adalah membuat tabel *Failure Mode Effect and Critically Analysis* (FMECA) untuk menjabarkan mengenai fungsi komponen, penyebab kerusakan dan akibat yang ditimbulkan dari komponen – komponen kritis tersebut dan menentukan bobot. Dengan FMECA ini akan menjawab pertanyaan komponen kritis yang harus cepat dilakukan perbaikan pada stasiun Press. Nilai *Risk Priority Number*( RPN ) terbesar yang menjadi prioritas sebagai komponen kritis.

Tabel 4. FMECA Mesin *Digester*

Component	Function	Function Failure	Failure Mode	Failure Effect	FMECA Scoring				
					S	O	D	RP N	
Long Arm	Alat untuk memotong / mencacah buah	A	Long arm tipis / aus	Long arm tidak dapat memotong	Bila Long arm ini sudah tipis dan patah mengakibatkan hasil pemotongan buah tidak maksimal dan mesin Digester akan mati	8	6	5	240
		B	Long arm patah	/ mencacah buah	Bila salah satu subpart elektro motor rusak atau mati akan mengakibatkan elektro motor short dan mati apabila tidak langsung diperbaiki elektro motor akan mati total sehingga mesin Digester tidak dapat beroperasi	8	6	3	144
Elektro Motor	Alat untuk memutar mesin	A	Suara kasar	Salah satu sub komponen elektro motor rusak	Ketika komponen dinamo terbakar, akan mengakibatkan mesin tidak dapat berputar bahkan langsung mati	8	6	3	144
Motor Dinamo	Alat Pengatur Putaran	A	Dinamo Mati	Komponen dinamo terbakar	Jika bearing shaft digester pecah, putaran shaft tidak maksimal dan mesin tidak dapat berfungsi dengan optimal	8	6	4	192
Shaft Digester	Penggerak dari short arm, long arm, expeller arm	A	Shaft Digester tidak dapat berputar dengan maksimal	Bearing Shaft Digester pecah	Bila Short arm ini sudah tipis dan patah mengakibatkan hasil pemotongan buah tidak maksimal dan mesin Digester akan mati	6	6	5	180
Short Arm	Alat untuk memotong / mencacah buah	A	Short arm tipis / aus	Short arm tidak dapat memotong		8	6	4	192
		B	Short arm patah	/ mencacah buah		8	6	3	144

Tabel 5. FMECA Mesin *Press*

Component	Function	Function Failure	Failure Mode	Failure Effect	FMECA Scoring			
					S	O	D	RPN
Worm Screw Press Cage	1 Sebagai filter untuk pengepresan	A Worm Screw Press tipis / aus	1 Worm Screw kurang efektif melakukan penyaringan serat dengan minyak pada mesin press	1 Bila worm screw press ini sudah tipis atau aus maka akan mengakibatkan pengepresan dan penyaringan serat dengan minyak pada mesin press tidak optimal	7	8	4	224
Bearing Gearbox	1 Alat untuk mengatur putaran mesin	A Suara kasar dan putaran tidak maksimal pada gearbox	1 Bearing Gearbox pecah	1 Jika bearing gearbox pecah maka akan mengakibatkan putaran mesin press dan proses pengepresan tidak optimal	7	6	3	126
Screw Press	1 Sebagai alat untuk melakukan pengepresan	A Screw Press rusak	1 Screw Press macet dan tidak dapat melakukan pengepresan	1 Bila screw press rusak dan patah maka proses pengepresan tidak optimal, serta bisa mengakibatkan mesin press mati	7	7	4	196
		B Screw Press patah			8	6	4	192
Shaft Spur Gear	1 Alat untuk mentransmisikan putaran ke screw press	A Shaft Spur Gear tidak berputar	1 Shaft Spur Gear pecah	1 Jika shaft spur gear pecah maka screw press tidak dapat berfungsi dengan optimal dan putaran pengepresan tidak efektif	7	6	4	168

Berdasarkan pengolahan data dengan metode ini didapatkan hasil pada mesin *Digester* (komponen *Long Arm*), dan pada mesin *Press* (komponen *Worm Screw Press Cage*) merupakan komponen kritis yang memiliki nilai RPN terbesar. Komponen tersebutlah yang menjadi prioritas karena memiliki tingkat resiko yang sangat tinggi dalam kelancaran proses produksi. Pemilihan komponen kritis dengan metode FMECA sama dengan penentuan komponen kritis berdasarkan perhitungan frekuensi komulatif (*Downtime* terbesar).

**Implementasi Dari 8 Pilar *Total Productive Maintenance*.(TPM) Focused Improvement**

Permasalahan ini difokuskan untuk mengeliminasi *six big losses*, terutama yang terkait dengan mesin. Kegiatan ini, ditujukan untuk meningkatkan *overall equipment effectiveness* (OEE) mesin *press* dan mesin *digester* pada stasiun *press*. Langkah-langkah implementasi *focused improvement* yaitu: Langkah 1: Menetapkan lini produksi Stasiun *Press* sebagai lini kritis yang akan difokuskan. Langkah 2: Menetapkan *time improvement* yang terdiri dari bagian produksi dan *maintenance* untuk mengatasi permasalahan pada stasiun *press*. Langkah 3: Memahami *losses*

yang ada pada stasiun *press* berdasarkan hasil faktor-faktor antar korelasi. Langkah 4: Menetapkan tema dan sasaran *improvement* yaitu berdasarkan mesin dan komponen kritis yang telah di analisis pada stasiun *press*. Langkah 5: Menetapkan jadwal interval waktu pencegahan dan pemeriksaan tiap komponen pada stasiun *press*. Langkah 6: Melaksanakan dan evaluasi analisis dan jalan keluar masing-masing *improvement* dengan seksama. Langkah 7: Implementasi dampak dari jadwal interval waktu pencegahan dan pemeriksaan. Langkah 8: Mengkonfirmasi dampak *improvement* yang didapatkan. Langkah 9: Tindakan pencegahan berulangnya masalah dengan melakukan tinjau ulang standar yang ada atau tetapkan standar baru di stasiun *Press*. Langkah 10: Terapkan hasil *improvement* pada stasiun *press*.

### **Analisis Nilai OEE Mesin *Press* dan Mesin *Digester* Sebelum Penerapan TPM**

Analisa pengukuran nilai OEE ini dilakukan dengan mengacu pada persentase pencapaian optimal nilai OEE mesin atau peralatan dalam kondisi ideal yang dapat dicapai oleh perusahaan – perusahaan besar dunia, yaitu dengan nilai 80 %. Persentase nilai OEE tersebut diperoleh dari ketiga rasio pembentuknya, yaitu: *Availability*, dengan perolehan persentase nilai sebesar 90 % atau lebih. *Performance Efficiency*, dengan perolehan persentase nilai sebesar 90 % atau lebih. *Rate Of Quality*, dengan perolehan persentase nilai sebesar 99 % atau lebih.

Berikut ini adalah analisis Nilai OEE mesin *press* dan mesin *digester* sebelum penerapan TPM berdasarkan hasil pengolahan data.

Mesin *Press*, dari hasil pengolahan data yang dilakukan pada penelitian ini didapatkan pencapaian nilai OEE mesin *press* sebelum penerapan TPM sebesar 23,65 % pada bulan Desember 2014 dengan komposisi nilai dari *availability* yang merupakan persentase ketersediaan mesin / peralatan dimana mesin / peralatan benar – benar produktif beroperasi dan menghasilkan produk dengan nilai 73,68 % yang artinya adalah selama ini mesin hanya dapat beroperasi dengan persentase nilai sebesar 73,68 %, dan nilai *availability* lebih besar dari 90 % adalah persentase nilai yang diharapkan oleh perusahaan. Kemudian pencapaian *performance efficiency* merupakan persentase yang menunjukkan efisiensi mesin dalam beroperasi dengan nilai 62,77% yang artinya mesin *press* dapat beroperasi secara efisien sebesar 62,77 % dan nilai lebih besar dari 90% adalah nilai yang diharapkan perusahaan, serta *rate of quality* yang merupakan gambaran kemampuan mesin dalam menghasilkan produk baik atau tidak dengan hasil nilai persentase sebesar 51,15 % dan nilai 99 % adalah nilai yang diharapkan perusahaan.

Pada bulan Januari 2015 pencapaian Nilai OEE sebesar 23,96 %, terjadi kenaikan nilai OEE sebesar 0,31 % dari bulan Desember 2014, hal ini dikarenakan nilai *availability* dan *rate of quality* mesin terjadi peningkatan dengan masing – masing nilai *availability* sebesar 75,55 % dan *rate of quality* sebesar 51,39 %, tetapi pada *performance efficiency* terjadi penurunan nilai persentase sebesar 61,72 % lebih rendah sebesar 1,05 % jika dibandingkan nilai *performance efficiency* pada bulan Desember 2014. Pada bulan Februari 2015 pencapaian nilai OEE sebesar 24,72 %, terjadi kenaikan nilai OEE yang cukup besar dengan nilai 0,76% jika dibandingkan dengan pencapaian nilai OEE pada bulan Januari 2015, hal ini dikarenakan nilai *performance efficiency* dan *rate of quality* mesin mengalami kenaikan dengan masing – masing nilai *performance efficiency* 61,89 % dan *rate of quality* sebesar 53,57 %, tetapi pada nilai *availability* terjadi penurunan dengan nilai sebesar 74,55 % lebih rendah 1 % jika dibandingkan dengan nilai *availability* pada bulan Agustus.

Tabel 6. Rekapitulasi Hasil Perhitungan Nilai OEE Mesin *Press* Pada Bulan Desember 2014 – Februari 2015

Bulan	<i>Availability</i>	<i>Performance Efficiency</i>	<i>Rate of Quality</i>	OEE
Desember 2014	73,68 %	62,77 %	51,15 %	23,65 %
Januari 2015	75,55 %	61,72 %	51,39 %	23,96 %
Februari 2015	74,55 %	61,89 %	53,57 %	24,72 %

Mesin *Digester* Dari hasil pengolahan data yang dilakukan pada penelitian ini didapatkan pencapaian nilai OEE mesin *digester* sebelum penerapan TPM sebesar 23,51 % pada bulan Desember 2014 dengan komposisi nilai dari *availability* yang merupakan persentase ketersediaan mesin / peralatan dimana mesin / peralatan benar – benar produktif beroperasi dan menghasilkan produk dengan nilai 77,30% yang artinya adalah selama ini mesin hanya dapat beroperasi dengan persentase nilai sebesar 77,30 %, dan nilai *availability* lebih besar dari 90 % adalah persentase nilai yang diharapkan oleh perusahaan. Kemudian pencapaian *performance efficiency* merupakan persentase yang menunjukkan efisiensi mesin dalam beroperasi dengan nilai 59,48 % yang artinya mesin *digester* dapat beroperasi secara efisien sebesar 59,48 % dan nilai lebih besar dari 90 % adalah nilai yang diharapkan perusahaan, serta *rate of quality* yang merupakan gambaran kemampuan mesin dalam menghasilkan produk baik atau tidak dengan hasil nilai persentase sebesar 51,15 % dan nilai 99 % adalah nilai yang diharapkan perusahaan.

Pada bulan Januari 2015 pencapaian Nilai OEE sebesar 23,83 %, terjadi kenaikan nilai OEE sebesar 0,45 % dari bulan Desember 2014, hal ini dikarenakan nilai *performance efficiency* dan *rate of quality* mesin terjadi peningkatan dengan masing – masing nilai *performance efficiency* sebesar 60,54 % dan *rate of quality* sebesar 51,39 %, tetapi padanilai *availability* terjadi penurunan nilai persentase sebesar 76,60 % lebih rendah sebesar 0,7 % jika dibandingkan nilai *availability* pada bulan Desember 2014.

Pada bulan Februari 2015 pencapaian nilai OEE sebesar 24,65 %, terjadi kenaikan nilai OEE yang cukup besar dengan nilai 0,82 % jika dibandingkan dengan pencapaian nilai OEE pada bulan Januari 2015, hal ini dikarenakan nilai *availability* dan *rate of quality* mesin mengalami kenaikan dengan masing – masing nilai *availability* 77,96 % dan *rate of quality* sebesar 53,57 %, tetapi pada nilai *performance efficiency* terjadi penurunan nilai dengan nilai sebesar 59,02 % lebih rendah 1,52 % jika dibandingkan dengan nilai *performance efficiency* pada bulan Januari.

Tabel 7. Rekapitulasi Hasil Perhitungan Nilai OEE Mesin *Digester* Pada Bulan Desember 2014 – Februari 2015

Bulan	<i>Availability</i>	<i>Performance Efficiency</i>	<i>Rate of Quality</i>	OEE
Desember 2014	77,30 %	59,48 %	51,15 %	23,51 %
Januari 2015	76,60 %	60,54 %	51,39 %	23,83 %
Februari 2015	77,96 %	59,02 %	53,57 %	24,65 %

Dengan demikian dapat dilihat pada table 6 dan 7, pencapaian nilai OEE mesin *press* dan mesin *digester* tiap bulannya sangat rendah sekali, hal ini yang menjadi masalah terhadap output yang dihasilkan oleh mesin tersebut, dimana diketahui perolehan persentase nilai OEE yang diharapkan perusahaan adalah sebesar 80 %

### Analisis Pembuatan FMECA

Analisis pembuatan tabel FMECA untuk menjabarkan mengenai fungsi komponen, penyebab kerusakan dan akibat yang ditimbulkan dari komponen – komponen kritis tersebut dan menentukan bobot yang nantinya akan menjadi prioritas perbaikan dan perawatan komponen mesin tersebut. Dengan adanya tabel FMECA ini akan sangat membantu dalam meminimalkan *breakdown mesin*, serta dapat mengetahui masalah pokok yang terdapat pada mesin tersebut.

Pembuatan FMECA ini didapatkan hasil dari survei lapangan dan wawancara terhadap pihak terkait untuk mengetahui nilai *Severity*, *Occurance*, dan *Detection* berdasarkan data historis yang ada. Nilai *severity* mengenai dampak kerusakan komponen terhadap mesin itu sendiri, nilai *occurance* melihat dari frekuensi kerusakan data masa lalu dan nilai *detection* untuk mendeteksi mengenai penyebab dari kerusakan tersebut. Berikut ini adalah analisa FMECA mesin kritis.

Mesin *Press* untuk komponen *Worm Screw Press Cage*, *Function: Filter* untuk pengepresan, *Function Failure: Worm Scew Press Cage* tipis/aus, *Failure Mode: Worm Screw Press Cage* kurang efektif melakukan pengepressan, *Failure Effect: Bila Worm Screw Press Cage* ini sudah tipis atau aus maka akan mengakibatkan pengepressan dan penyaringan serat dengan minyak pada mesin press tidak optimal. Hal ini harus segera diperbaiki dengan mengganti *worm screw press cage* yang baru, agar *losses* minyak tidak tinggi. FMECA Scoring: Satu, *Severity* yaitu tingkat kerusakan yang tinggi akibat kerusakan komponen *Worm Screw Press Cage* dengan nilai yang diberikan 7 dimana peralatan atau item dapat dioperasikan tetapi level performansinya berkurang. Pelanggan tidak puas. Dua, *Occurance* yaitu seberapa sering frekuensi kerusakan yang terjadi. Berdasarkan data masa lalu komponen *Worm Screw Press Cage* memiliki tingkat kerusakan cukup tinggi karena frekuensi yang terjadi cukup sering untuk itu komponen tersebut bernilai 8. Tiga, *Detection* yaitu seberapa jauh kerusakan komponen dapat dideteksi, untuk komponen *Worm Screw Press Cage* pada tingkat menengah dengan nilai *Detection* 4. Empat, Nilai RPN adalah hasil perkalian  $S(severity) \times O(occurance) \times D(detection) = 6 \times 8 \times 4 = 224$ .

Mesin *Digester* untuk komponen *Long Arm*. *Function: Alat* untuk memotong / mencacah buah, *Function Failure: Long Arm* tipis atau patah, *Failure Mode: Long Arm* tidak dapat memotong/mencacah buah, *Failure Effect: Bila Long Arm* ini sudah tipis atau patah maka akan mengakibatkan hasil pemotongan buah tidak maksimal dan berakibat mesin tidak dapat beroperasi. Hal ini harus segera diperbaiki dengan menyambung / mengelas *Long Arm* yang tipis/patah. FMECA Scoring: Satu, *Severity* yaitu tingkat kerusakan yang tinggi akibat kerusakan komponen *Long Arm* dengan nilai yang diberikan 8 dimana peralatan atau item tidak dapat dioperasikan karena kehilangan fungsi utamanya. Dua, *Occurance* yaitu seberapa sering frekuensi kerusakan yang terjadi. Berdasarkan data masa lalu komponen *Long Arm* memiliki tingkat kerusakan menengah karena frekuensi yang terjadi jarang / kadang - kadang untuk itu komponen tersebut bernilai 6. Tiga, *Detection* yaitu seberapa jauh kerusakan komponen dapat dideteksi, untuk komponen *Long Arm* pada tingkat menengah dengan nilai *Detection* 5. Empat, Nilai RPN adalah hasil perkalian  $S(severity) \times O(occurance) \times D(detection) 8 \times 6 \times 5 = 240$

Nilai RPN terbesar menjadi prioritas sebagai komponen kritis dan harus ditangani secara serius oleh perusahaan. Perbandingan berdasarkan hasil pengolahan data penentuan komponen kritis dengan menggunakan perhitungan frekuensi kumulatif total *downtime* memiliki hasil yang sama dengan perhitungan berdasarkan FMECA yaitu komponen kritis yang diteliti *Worm Screw Press Cage* dan *Long Arm*.

**Analisis Implementasi *Total Productive Maintenance* (TPM)**

Implementasi total productive maintenance (TPM) dilakukan agar dapat membantu peneliti untuk lebih bisa mencapai tujuan utama dari diterapkannya TPM yaitu zero breakdown dan zero defect, karena dengan dieliminasi breakdown (kerusakan) dan defect (kecacatan) makapengoperasian peralatan akan meningkat. Sehingga biaya dapat diperkecil dan inventori dapat diminimalkan dan dengan sendirinya produktivitas akan meningkat. Adapun delapan pilar TPM yang diterapkan dalam penelitian ini dengan sasaran yang akan dicapai, yaitu: Satu, *Focused Improvement*. Pada pilar ini semua kegiatan yang diarahkan untuk melakukan improvement pada kinerja dan kapabilitas mesin dan tidak terbatas pada merawat kondisi dasar mesin saja. Namun pada umumnya juga diarahkan untuk mencegah berulang terjadinya masalah yang sama dalam kaitannya dengan kinerja mesin. Difokuskan untuk mengeliminasi *six big losses* terutama yang terkait dengan mesin. Sasaran yang hendak dicapai yaitu *zero breakdown* dan *zero defect*. Dengan kata lain, semua hal tersebut diatas ditunjukkan untuk meningkatkan *Overall Equipment Effectiveness* (OEE) mesin *Press* dan mesin *Digester*. Dua, Perawatan Mandiri. Pada pilar ke 2 ini memberikan sebagian tanggung jawab kepada operator dalam merawat mesinnya sendiri, disamping kegiatan yang dilaksanakan oleh bagian perawatan. Kegiatan tersebut adalah pembersihan, pelumasan, pengecekan mur/ baut, pengecekan harian, pendeteksian penyimpangan, dan reparasi ederharta. Dimana sasaran perawatan mandiri yakni, mengembangkan operator yang mampu mendeteksi berbagai signal dari kerugian (*loss*). Selain itu, perawatan mandiri juga menciptakan tempat kerja yang rapi dan bersih, sehingga setiap penyimpangan dari kondisi normal dapat dideteksi dalam waktu sekejap.

**Analisis Nilai OEE Mesin *Press* dan Mesin *Digester* Setelah Penerapan TPM**

Di bawah ini peneliti akan memperlihatkan secara jelas hasil pencapaian nilai *Overall Effectiveness* (OEE) antara sebelum dan sesudah penerapan/implementasi *Total Productive Maintenance* (TPM) mesin *press*. Pada mesin *Press* bulan Maret diperoleh nilai pencapaian OEE sebesar 27,04 %, terjadi kenaikan sebesar 3,39 % dari nilai OEE sebelum dilakukan penerapan TPM pada bulan Desember, hal tersebut dikarenakan dua komposisi pembentuk OEE mengalami kenaikan seperti *availability* yang naik 9,49 % dan *rate of quality* naik sebesar 9,41 %. Kemudian pada bulan April diperoleh nilai pencapaian OEE sebesar 27,01 %, terjadi kenaikan 3,05 % dari nilai OEE sebelum penerapan TPM pada bulan Januari. Hal tersebut juga sama dikarenakan dua komposisi pembentuk OEE mengalami kenaikan seperti *availability* yang naik 10,48 % dan *rate of quality* naik sebesar 8,95 %. Pada bulan Mei diperoleh nilai pencapaian OEE sebesar 27,04 %, terjadi kenaikan 2,32 % dari nilai OEE sebelum penerapan TPM pada bulan Februari. Hal tersebut juga sama dikarenakan dua komposisi pembentuk OEE mengalami kenaikan seperti *availability* yang naik 11,34 % dan *rate of quality* naik sebesar 6,99 %.

Tabel 8. Rekapitulasi Nilai OEE Sebelum dan Sesudah Penerapan TPM Mesin *Press*

Nilai	Sebelum Penerapan 2014 - 2015			Setelah Penerapan 2015		
	Desember	Januari	Februari	Maret	April	Mei
<i>Availability</i>	73,68%	75,55%	74,55%	83,17%	86,03%	85,89%
<i>Perfomace Efficiency</i>	62,77%	61,72%	61,89%	54,76%	52,56%	52,75%
<i>Rate of Quality</i>	51,15%	51,39%	53,57%	60,56%	60,34%	60,56%
<i>OEE</i>	23,65%	23,96%	24,72%	27,04%	27,01%	27,04%

Di bawah ini peneliti akan memperlihatkan secara jelas hasil pencapaian nilai *Overall Equipment* (OEE) antara sebelum dan sesudah penerapan / implementasi *Total Productive Maintenance* (TPM) mesin *digester*. Pada mesin *Digester* bulan Maret 2015 diperoleh nilai pencapaian OEE sebesar 27,04 %, terjadi kenaikan sebesar 3,39 % dari nilai OEE sebelum dilakukan penerapan TPM pada bulan Desember 2014, hal tersebut dikarenakan dua komposisi pembentuk OEE mengalami kenaikan seperti *availability* yang naik 8,13 % dan *rate of quality* naik sebesar 9,41 %. Kemudian pada bulan April diperoleh nilai pencapaian OEE sebesar 27,01 %, terjadi kenaikan 3,18 % dari nilai OEE sebelum penerapan TPM pada bulan Januari. Hal tersebut juga sama dikarenakan dua komposisi pembentuk OEE mengalami kenaikan seperti *availability* yang naik 9,27 % dan *rate of quality* naik sebesar 8,95 %. Pada bulan Mei diperoleh nilai pencapaian OEE sebesar 27,04 %, terjadi kenaikan 2,39 % dari nilai OEE sebelum penerapan TPM pada bulan Februari. Hal tersebut juga sama dikarenakan dua komposisi pembentuk OEE mengalami kenaikan seperti *availability* yang naik 8,08 % dan *rate of quality* naik sebesar 6,99 %.

Tabel 9. Rekapitulasi Nilai OEE Sebelum dan Sesudah Penerapan TPM Mesin *Digester*

Nilai	Sebelum Penerapan 2014 - 2015			Setelah Penerapan 2015		
	Desember	Januari	Februari	Maret	April	Mei
<i>Availability</i>	77,30%	76,60%	77,96%	85,43%	85,87%	86,04%
<i>Perfomace Efficiency</i>	59,48%	60,54%	59,02%	53,01%	52,77%	52,62%
<i>Rate of Quality</i>	51,15%	51,39%	53,57%	60,56%	60,34%	60,56%
<i>OEE</i>	23,51%	23,83%	24,65%	27,04%	27,01%	27,04%

## PENUTUP

### Simpulan

Dari hasil pengukuran dapat diketahui bahwa total waktu *breakdown* dan total *losses* minyak / *reject product* pada bulan April – Mei 2015 setelah penerapan TPM mengalami pengurangan secara signifikan, dengan kata lain terjadinya kerusakan secara tiba-tiba dan *losses* minyak tinggi / cacat produk menjadi berkurang setelah adanya penerapan TPM. pencapaian nilai *Overall Equipment Effectiveness* (OEE) antara sebelum penerapan pada bulan Desember 2014 – Februari 2015 dan setelah penerapan TPM pada bulan Maret – Mei 2015 sebesar 3,39%, 3,05 % dan 2,32%. Kemudian pada mesin *digester* terjadi peningkatan pencapaian nilai *Overall Equipment Effectiveness*(OEE) antara sebelum penerapan TPM dan setelah penerapan TPM sebesar 3,53 %, 3,18 % dan 2,39%. Pada hasil nilai OEE setelah penerapan TPM ini belum dapat dikatakan memenuhi standar optimal OEE sebesar 80 %, namun setelah penerapan TPM terjadi kenaikan nilai OEE cukup baik. Perusahaan dapat menentukan mesin dan komponen kritis dengan menggunakan FMECA yang ditinjau dari segi *severity*, *occurance*, dan *detectability*, sehingga dapat melihat tingkat kekritisannya suatu komponen berdasarkan analisa kuantitatif dan kualitatif. Melihat hal tersebut, memang penelitian ini belum bisa sekaligus mencapai *zero breakdown* dan *zero defect* akan tetapi hasil yang telah tercapai terbilang cukup baik dan memiliki perkembangan yang bagus kedepannya mungkin setelah penerapan minimal tiga tahun kedepan, oleh karena itu disarankan untuk perusahaan lebih menjaga dan menyempurnakan implementasi TPM yang dilakukan agar dapat lebih mengoptimalkan nilai *Overall Equipment Effectiveness* (OEE).

## DAFTAR PUSTAKA

- Anthara, I. M.A. 2011. Analisa Usulan Penerapan Total Productive Maintenance (TPM) Di Divisi Mekanik PERUM DAMRI Bandung. *Jurnal Majalah Ilmiah UNIKOM*, Vol. 7, No.2.
- Assauri, S. 1999. *Manajemen Produksi dan Operasi*, Edisi Revisi, Jakarta: Fakultas Ekonomi UI
- Corder, Antony, & Hadi. K. 1992. *Teknik Manajemen Pemeliharaan*. Jakarta: Erlangga
- Ebelling, E. C. 1997. *Reliability and Maintainability Engineering*. New York: The McGraw – Hill Company Inc.
- Garpers, V. 1998. *Manajemen Produktivitas Total*. Jakarta: Gramedia Pustaka Utama.
- Hasriyono, M. 2009. *Evaluasi Efektivitas Mesin Dengan Penerapan Total Productive Maintenance (TPM) Di PT. Hadi Baru (Tugas Akhir)*. Departemen Teknik Industri, Universitas Sumatera Utara.
- Kumar, I. P. S. A. P. 2009. A case study of total productive maintenance implementation at precision tube mills. *Journal of Quality in Maintenance Engineering*, Vol. 15, Iss: 3.
- Nakajima, S., 1989. *Development Program, Implementing Total Productive Maintenance*, English Translation. Cambridge: Productivity Press Inc.
- Shirose, K. 1995. *Total Productivity Maintenance Team Guide*. Portland: Productivity Press Inc.
- Suzuki, T. 1992. *TPM in Process Industries*. Portland: Productivity Press Inc.