

**PENENTUAN STRATEGI PERAWATAN DENGAN MENGGUNAKAN KONSEP  
TOTAL PRODUCTIVE MAINTENANCE (TPM) PADA BATCHING SECTION  
PRODUKSI PAKAN TERNAK  
(Studi Kasus: PT Sierad Produce, Tbk.)**

**DETERMINATION MAINTENANCE STRATEGY BASED ON TOTAL  
PRODUCTIVE MAINTENANCE CONCEPT IN BATCHING SECTION ANIMAL  
FEED MILL PRODUCTION  
(A Case Study In The PT Sierad Produce, Tbk.)**

**Dinas Haranditya<sup>1)</sup>, Mochamad Choiri<sup>2)</sup>, Remba Yanuar Efranto<sup>3)</sup>**

Jurusan Teknik Industri Fakultas Teknik Universitas Brawijaya

Jalan MT. Haryono 167, Malang 65145, Indonesia

Email : [haranditya.d@gmail.com](mailto:haranditya.d@gmail.com)<sup>1)</sup>, [psti.choiri@gmail.com](mailto:psti.choiri@gmail.com)<sup>2)</sup>, [remba@ub.ac.id](mailto:remba@ub.ac.id)<sup>3)</sup>

### **Abstrak**

*Sebuah perusahaan dikatakan berjalan secara efektif dan efisien dapat ditinjau dari berbagai hal. Diantaranya dapat ditinjau dari manajemen perawatan mesin produksi yang dilakukan. Perawatan mesin penting dilakukan untuk menjaga kondisi mesin. Mesin dengan kondisi yang kurang optimal dapat menimbulkan kerugian waktu serta berkurangnya kualitas pada hasil produksi. PT. Sierad Produce, Tbk. merupakan perusahaan nasional yang bergerak di bidang produksi pakan ternak. Pada PT. Sierad Produce, Tbk. terdapat beberapa tahapan dalam proses produksinya. Salah satu dari tahapan tersebut adalah batching section. Pada tahapan ini dilakukan proses penghalusan dan pencampuran bahan baku sesuai komposisi produk yang diinginkan. Mesin-mesin yang digunakan dalam proses ini antara lain adalah Bin CPO, Screw Conveyor X, Timbangan IV, Chain Conveyor Y, Elevator Z, Hammer Mill, dan Mixer. Pada penelitian ini dilakukan perhitungan Overall Equipment Effectiveness (OEE) pada masing-masing mesin di batching section. Selanjutnya dilakukan pengolahan Failure Mode and Effect Analysis (FMEA). Sebelum melakukan penentuan strategi perawatan dilakukan pemilihan prioritas failure yang akan ditangani dengan menggunakan diagram pareto sesuai dengan nilai Risk Priority Number (RPN) masing-masing failure yang telah diidentifikasi. Selanjutnya penentuan strategi perawatan dilakukan sesuai dengan diagram alir pemilihan strategi perawatan dan dilanjutkan dengan pemberian rekomendasi Total Productive Maintenance (TPM). Pada penelitian ini diperoleh 2 failure sebagai prioritas yaitu failure yang terjadi pada elevator dan mixer. Pada kedua failure dilakukan preventive dan predictive maintenance. Selanjutnya sesuai dengan konsep TPM juga disarankan untuk melakukan training kepada operator agar dapat melakukan autonomous maintenance terhadap mesin produksi.*

**Kata kunci :** Perawatan Mesin, Overall Equipment Effectiveness (OEE), Failure Mode and Effect Analysis (FMEA), Total Productive Maintenance (TPM).

#### **1. Pendahuluan**

Sebuah perusahaan harus dapat terus berkembang dan meningkatkan produktivitas dan efektivitas agar dapat menghasilkan *output* yang optimal dan dapat bersaing dengan perusahaan lainnya. Perusahaan memiliki beberapa komponen elemen dalam keberlangsungannya seperti manusia, mesin, material, dan lingkungannya. Seiring berkembangnya zaman, teknologi yang digunakan dalam sebuah perusahaan akan semakin maju dan melibatkan banyak mesin dalam proses produksinya. Untuk itu mesin yang memiliki peran penting dalam proses produksi ini harus dipelihara dengan baik. Penurunan kondisi dan produktivitas mesin

dapat berpengaruh besar terhadap proses produksi di perusahaan tersebut.

Kegiatan perawatan mesin sangat diperlukan untuk mengatasi permasalahan tersebut. Kegiatan perawatan mesin (*maintenance*) itu sendiri merupakan serangkaian kegiatan yang dilakukan dalam upaya memperbaiki atau mempertahankan kondisi mesin agar tetap dapat berfungsi sebagaimana mestinya. *Total Productive Maintenance* (TPM) merupakan suatu metode yang digunakan untuk meningkatkan efisiensi penggunaan mesin dalam rangka mendukung *total preventive maintenance system* yang melibatkan partisipasi semua departemen dan setiap orang di perusahaan mulai dari lantai

produksi hingga top management (Almeanazel 2010). Nakajima (1988) mendefinisikan TPM sebagai *productive maintenance* yang melibatkan peran serta seluruh *stakeholder* organisasi untuk memaksimalkan efektivitas peralatan dan memulai sistem PM dimana PM adalah *planned maintenance system*. Fokus utama dari metode ini adalah pada kesalahan (*failure*) yang berdampak pada terhambatnya aktifitas produksi. TPM juga berfungsi untuk meningkatkan keandalan kompetensi operator dan sistem dengan pendekatan sistem perawatan.

Pada PT Sierad Produce, Tbk. Sidoarjo merupakan perusahaan nasional yang memproduksi pakan ternak. Perusahaan ini membagi proses produksinya menjadi 4 seksi yaitu *intake section*, *batching section*, *pellet section*, dan *packing section*. Dari keempat seksi tersebut yang paling beresiko apabila mengalami *downtime* mesin adalah pada *batching section*, karena pada seksi tersebut dilalui oleh proses produksi semua produk yang diproduksi oleh PT Sierad Produce, Tbk. Terdapat beberapa mesin pada lini utama seksi ini, antara lain adalah *mixer*, *hammer mill*, *elevator*, *chain conveyor*, *screw conveyor*, *bin raw material*, dan timbangan.

Kegiatan perawatan yang selama ini dilakukan diperusahaan merupakan tanggung jawab dari divisi teknik yang berada dibawah departemen produksi, sehingga pelaksanaan segala bentuk perawatan dilakukan oleh divisi teknik. Namun demikian pelaksanaan kegiatan perawatan selama ini hanya ditentukan dengan intuisi. Strategi yang diterapkan pada kegiatan perawatan pun masih belum memiliki patokan yang jelas, sehingga banyak terjadi kegagalan fungsi pada mesin produksi. Berikut ini adalah data *downtime* pada beberapa mesin di lini utama *batching section* yang terjadi selama tahun 2013.

**Tabel 1. Downtime Mesin**

Periode 2013	Downtime Mesin (menit)						
	Hammer mill	Mixer	Bin Raw Material (Crude Palm Oil)	Timbangan IV	Screw Conveyor X	Elevator Z	Chain Conveyor Y
Januari	3723	2595	2560	2580	3065	2835	2750
Februari	3225	2329	1500	1835	2925	2305	2005
Maret	2445	1835	1615	1460	1805	1905	1460
April	2630	3780	3030	2725	2977	3150	2670
Mei	2160	1920	1465	1435	1815	1415	1335
Juni	3998	2090	2170	2225	2590	2230	2105
Juli	2580	2530	2505	2385	2325	2800	2270
Agustus	2660	1750	1245	1825	1465	1375	1500
September	3270	2205	2410	2250	2095	2220	2070
Oktober	3440	3100	3505	3365	4110	3350	3540
November	4430	3370	3055	3020	3225	3105	3020
Desember	4674	3590	3640	3660	3815	3605	3870

(Sumber : PT Sierad Produce, Tbk.)

Besarnya waktu *downtime* dapat sangat merugikan apabila tidak diatasi dengan cara

yang tepat. Dalam penelitian ini juga dilakukan perhitungan *Overall Equipment Effectiveness* (OEE) agar dapat mengetahui *six big losses* yang terjadi. OEE juga dapat digunakan sebagai alat pengukuran efektivitas peralatan, sehingga nilai yang diperoleh dari perhitungan OEE nantinya dapat digunakan sebagai patokan keberhasilan penerapan kebijakan perawatan. Selain itu perlu diketahui juga komponen-komponen kritis yang mengalami kegagalan serta penyebab kegagalan tersebut. Hal ini ditujukan agar strategi yang diterapkan dapat lebih optimal pada masing-masing komponen. Pada penelitian ini penentuan komponen kritis dapat dilakukan dengan menggunakan *Failure Mode and Effect Analysis* (FMEA) dengan menghitung nilai *Risk Priority Number* (RPN). Dengan demikian perusahaan dapat dengan mudah menentukan kebijakan *maintenance* yang berkelanjutan dalam rangka penerapan TPM di perusahaan.

## 2. Metode Penelitian

Studi ini bersifat deskriptif, yaitu menjelaskan bagaimana penerapan teori *Overall Equipment Effectiveness* (OEE), *Failure Mode and Effect Analysis* (FMEA), dan *Total Productive Maintenance* (TPM) dalam menentukan strategi perawatan mesin. Penelitian ini akan dilaksanakan di PT Sierad Produce yang berlokasi di Jalan Raya Sidoarjo-Krian, Ketimang, Wonoayu, Sidoarjo dan waktu pelaksanaan penelitian dimulai dari Januari hingga Agustus 2014.

### 2.1 Langkah-Langkah Penelitian

Langkah-langkah penelitian merupakan suatu tahapan kegiatan yang dilakukan dalam penelitian yang tersusun secara berurutan dan sistematis. Langkah-langkah tersebut yaitu:

#### 1. Observasi Pendahuluan

Observasi pendahuluan dilakukan dengan tujuan untuk mengetahui permasalahan yang sedang dihadapi oleh perusahaan.

#### 2. Studi kepustakaan

Tinjauan pustaka yang dilakukan yaitu dengan mempelajari literatur-literatur serta informasi dari internet mengenai *Overall Equipment Effectiveness* (OEE), *Failure Mode and Effect Analysis* (FMEA), dan *Total Productive Maintenance* (TPM).

#### 3. Identifikasi Masalah

Tahap ini dilakukan dengan mengamati kondisi riil yang terjadi di lapangan untuk memahami permasalahan yang terjadi

berdasarkan pengamatan yang dilakukan dengan mempelajari teori-teori ilmiah yang berkaitan dengan pengamatan yang dilakukan.

4. Perumusan Masalah  
Setelah masalah diidentifikasi, selanjutnya perlu dirumuskan agar dapat lebih mudah menentukan metode yang tepat untuk menyelesaikannya.
5. Penetapan Tujuan Penelitian  
Penentuan tujuan penelitian dilakukan agar penelitian dapat fokus terhadap masalah yang akan diselesaikan.
6. Pengumpulan Data  
Pengumpulan data meliputi Aliran proses produksi PT. Sierad Produce, Tbk., Total *downtime* mesin pada *batching section* tahun 2013, Jumlah unit yang diproduksi selama tahun 2013, Jumlah cacat produk selama tahun 2013, Jam kerja mesin selama tahun 2013, Jam lembur mesin selama tahun 2013, *Ideal cycle time* proses *batching*.
7. Pengolahan Data
  - a. Perhitungan nilai *availability rate*  
Perhitungan *availability rate* dilakukan berdasarkan data waktu operasi dan data waktu *loading*. Perhitungan ini bertujuan untuk mengetahui tingkat kesediaan mesin beroperasi atau tingkat pemanfaatan peralatan produksi.
  - b. Perhitungan nilai *performance rate*  
Perhitungan nilai *performance rate* dilakukan berdasarkan jumlah *input*, *ideal cycle time* dan waktu operasi. Perhitungan ini bertujuan untuk mengetahui tingkat efektivitas mesin dan peralatan pada saat kegiatan produksi.
  - c. Perhitungan nilai *rate of quality*  
Perhitungan *rate of quality* dilakukan berdasarkan jumlah input dan jumlah cacat produk. Perhitungan ini dilakukan untuk menentukan keefektifan produksi berdasarkan kualitas produk yang dihasilkan.
  - d. Perhitungan nilai OEE  
Nilai OEE merupakan hasil perkalian dari ketiga perhitungan yang telah dilakukan sebelumnya. Perhitungan nilai OEE sendiri berfungsi untuk mengetahui besar produktivitas yang nantinya memudahkan untuk pencarian kesalahan untuk dilakukan perbaikan.
  - e. Perhitungan *Six Big Losses*  
*Six Big Losses* adalah 6 penyebab yang paling harus dihindari oleh perusahaan

karena menyebabkan nilai OEE rendah atau dapat dikatakan produktivitas perusahaan rendah.

- 1) *Breakdown losses*
- 2) *Set up and adjustmen losses*
- 3) *Idling and minor stoppage losses*
- 4) *Speed losses*
- 5) *Quality defect and required losses*

f. *Yield losses* Pengolahan FMEA

Pada poin ini dilakukan untuk mengetahui komponen apa saja yang diprioritaskan untuk segera ditangani. Pada pengolahan FMEA ini terbagi menjadi beberapa langkah, yaitu:

- 1) Identifikasi *failure, failure mode*, dan *failure effect*
- 2) Menghitung nilai *severity*  
Perhitungan ini dilakukan dengan tujuan untuk mengetahui seberapa besar dampak yang ditimbulkan oleh intensitas kejadian terhadap *output* yang dihasilkan.
- 3) Menghitung nilai *occurance*  
Perhitungan ini dilakukan untuk mengetahui kemungkinan penyebab kegagalan yang menyebabkan terjadinya kegagalan selama penggunaan mesin/peralatan terjadi.
- 4) Menghitung nilai *detection*  
*Detection* menghitung kemampuan mengendalikan kegagalan yang mungkin terjadi selama proses penggunaan mesin/peralatan.
- 5) Menghitung nilai *Risk Priority Number (RPN)*  
RPN menunjukkan prioritas perhatian yang harus diberikan kepada suatu permasalahan yang sering terjadi. Nilai RPN diperoleh dari perkalian nilai *severity, occurance*, dan *detection*.

8. Analisis dan pembahasan  
Berdasarkan hasil dari tahap pengolahan data diatas, selanjutnya akan ditentukan strategi perawatan untuk masing-masing *failure* serta pemberian rekomendasi berdasarkan konsep TPM.
9. Kesimpulan dan saran  
Tahap ini berisi kesimpulan mengenai pengolahan data dan pembahasan yang digunakan untuk menjawab tujuan penelitian yang sudah ditetapkan sebelumnya.

### 3. Hasil dan Pembahasan

#### 3.1 Perhitungan Availability Rate (AR)

Perhitungan *availability rate* dilakukan dengan menggunakan persamaan berikut (Stephens,2004):

$$\text{Availability rate (\%)} = \frac{\text{load time} - \text{down time}}{\text{load time}} \times 100\% \quad (\text{pers.1})$$

Berikut ini adalah contoh perhitungan *availability rate* pada hammer mill bulan Januari 2013.

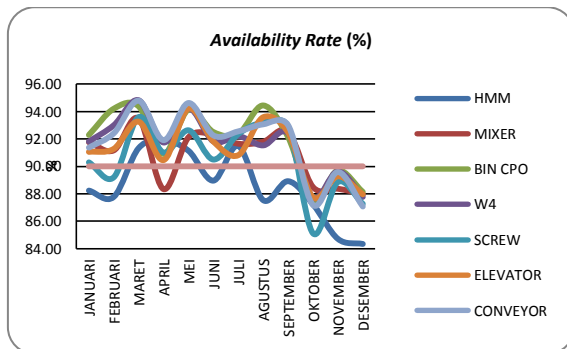
$$\text{Availability rate (\%)} = \frac{31635 - 3723}{31635} \times 100\%$$

$$\text{Availability rate (\%)} = 88,23\%$$

Dari perhitungan yang dilakukan diperoleh hasil yang disajikan pada Tabel 2. Sedangkan dilihat dari Gambar 1 dapat dilihat bahwa nilai *availability rate* ketujuh mesin pada *batching section* rata-rata berada diatas standar *Japanese Institute of Plant Maintenance* (JIPM). Namun demikian nilai tersebut cenderung menurun pada akhir tahun 2013. Nilai JIPM untuk *availability rate* adalah 90% (Nakajima, 1988).

**Tabel 2.** Hasil Perhitungan Availability Rate

Periode 2013	Availability Rate (%)						
	Hmm	Mixer	Bin CPO	Timbangan IV	Screw X	Elevator Z	Chain Y
Januari	88.23	91.77	92.29	91.81	90.29	91.06	91.37
Februari	87.77	91.17	94.21	93.00	89.20	91.28	92.41
Maret	91.33	93.50	94.38	94.83	93.60	93.26	94.79
April	91.88	88.34	90.91	91.74	91.01	90.46	91.91
Mei	91.14	92.12	94.14	94.25	92.63	94.22	94.62
Juni	88.96	92.30	92.50	91.82	90.49	91.81	92.26
Juli	91.49	91.65	92.37	92.21	92.36	90.82	92.55
Agustus	87.53	91.80	94.45	91.53	93.21	93.59	93.07
September	88.92	92.33	92.14	92.41	92.92	92.47	93.00
Oktober	87.22	88.49	87.51	87.72	85.11	87.75	87.18
November	84.71	88.37	89.70	89.63	88.85	89.28	89.59
Desember	84.33	87.97	88.13	87.77	87.26	87.96	87.07



**Gambar 1.** Availability Rate

#### 3.2 Perhitungan Performance Rate (PR)

Perhitungan *performance rate* dilakukan dengan menggunakan persamaan berikut (Stephens,2004):

$$\text{Performance rate (\%)} = \frac{\text{input} \times \text{ideal cycle time}}{\text{waktu operasi}} \times 100\% \quad (\text{pers.2})$$

Berikut ini adalah contoh perhitungan *performance rate* pada bin CPO bulan Januari 2013.

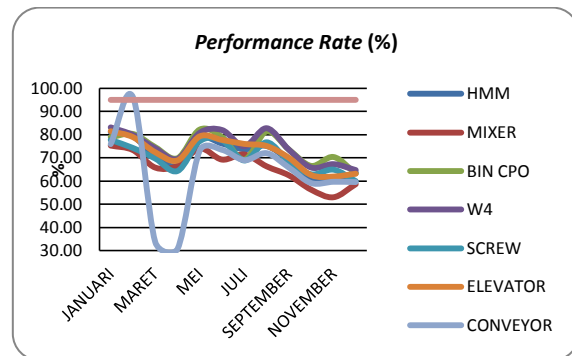
$$\text{Performance rate (\%)} = \frac{503.98 \times 48}{30642} \times 100\%$$

$$\text{Performance rate (\%)} = 78,95\%$$

Dari perhitungan yang dilakukan diperoleh hasil yang disajikan pada Tabel 3. Sedangkan dilihat dari Gambar 2 dapat dilihat bahwa nilai *performance rate* ketujuh mesin pada *batching section* berada dibawah standar *Japanese Institute of Plant Maintenance* (JIPM). Selain itu nilai tersebut cenderung menurun pada akhir tahun 2013. Nilai JIPM untuk *performance rate* adalah 95% (Nakajima, 1988).

**Tabel 3.** Hasil Perhitungan Performance Rate

Periode 2013	Performance Rate (%)						
	Hmm	Mixer	Bin CPO	Timbangan IV	Screw Z	Elevator X	Chain Y
Januari	81.13	75.29	78.95	83.14	77.72	81.48	75.93
Februari	79.23	73.35	80.29	79.86	74.25	78.94	96.16
Maret	70.74	65.81	74.62	74.13	69.71	72.42	33.74
April	66.53	66.54	69.85	69.50	64.34	68.90	30.73
Mei	78.58	74.03	82.21	80.82	77.20	79.28	73.22
Juni	76.17	69.25	78.97	81.99	77.58	77.73	73.46
Juli	73.75	71.47	69.22	75.02	68.87	76.00	69.02
Agustus	75.14	66.34	81.38	82.77	76.70	75.11	72.01
September	68.90	62.46	73.55	73.51	68.41	70.03	65.79
Oktober	60.51	56.27	66.54	65.84	62.92	62.58	59.14
November	60.30	53.03	70.38	67.29	64.91	61.95	59.70
Desember	63.65	58.67	63.28	64.75	59.97	63.18	59.58



**Gambar 2.** Performance Rate

#### 3.3 Perhitungan Rate of Quality (RQ)

Perhitungan *Rate of Quality* dilakukan dengan menggunakan persamaan berikut (Stephens,2004):

$$\text{Rate of Quality (\%)} = \frac{\text{input} - \text{quality defect}}{\text{production input}} \times 100\% \quad (\text{pers.3})$$

Berikut ini adalah contoh perhitungan *rate of quality* pada mixer bulan Januari 2013

$$\text{Rate of Quality (\%)} = \frac{29031,33 - 870,9398}{29031,33} \times 100\%$$

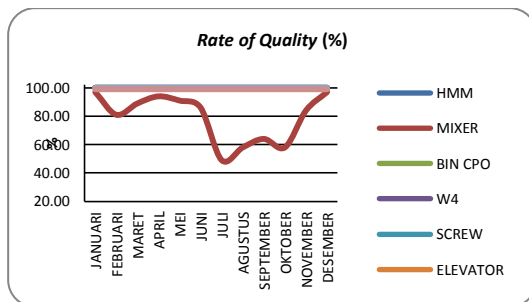
$$\text{Rate of Quality (\%)} = 97\%$$

Dari perhitungan yang dilakukan diperoleh hasil yang disajikan pada Tabel 4. Sedangkan dilihat dari Gambar 3 dapat dilihat bahwa nilai *performance rate* mesin *mixer* pada *batching section* berada dibawah standar *Japanese Institute of Plant Maintenance* (JIPM). Sedangkan keenam mesin lainnya bernilai 100% karena tidak terjadi cacat dalam proses produksi pada mesin tersebut. Nilai

JIPM untuk *Rate of Quality* adalah 99% (Nakajima, 1988).

**Tabel 4.** Hasil Perhitungan *Rate of Quality*

Periode 2013	Rate of Quality (%)						
	Hmm	Mixer	Bin CPO	Timbangan IV	Screw Z	Elevator X	ChainY
Januari	97.00	97.00	100.00	100.00	100.00	100.00	100.00
Februari	81.00	81.00	100.00	100.00	100.00	100.00	100.00
Maret	89.00	89.00	100.00	100.00	100.00	100.00	100.00
April	94.00	94.00	100.00	100.00	100.00	100.00	100.00
Mei	91.00	91.00	100.00	100.00	100.00	100.00	100.00
Juni	86.00	86.00	100.00	100.00	100.00	100.00	100.00
Juli	49.00	49.00	100.00	100.00	100.00	100.00	100.00
Agustus	58.00	58.00	100.00	100.00	100.00	100.00	100.00
September	64.00	64.00	100.00	100.00	100.00	100.00	100.00
Oktober	58.00	58.00	100.00	100.00	100.00	100.00	100.00
November	84.00	84.00	100.00	100.00	100.00	100.00	100.00
Desember	97.00	97.00	100.00	100.00	100.00	100.00	100.00



**Gambar 3.** Rate of Quality

### 3.4 Perhitungan OEE

Perhitungan OEE dilakukan dengan menggunakan persamaan berikut (Stephens, 2004):

$$OEE (\%) = AR \times PR \times RQ \times 100\% \quad (\text{pers.4})$$

Berikut ini adalah contoh perhitungan OEE pada bin CPO bulan Januari 2013.

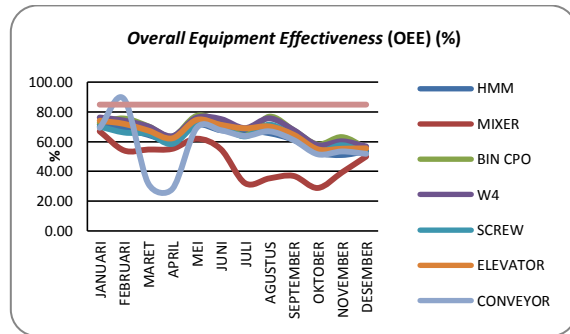
$$OEE (\%) = 92,29\% \times 78,95\% \times 100\% \times 100\%$$

$$OEE (\%) = 72,86\%$$

Dari perhitungan yang dilakukan diperoleh hasil yang disajikan pada Tabel 5. Sedangkan dilihat dari Gambar 4 dapat dilihat bahwa nilai OEE ketujuh mesin pada *batching section* berada dibawah standar *Japanese Institute of Plant Maintenance (JIPM)*. Nilai JIPM untuk *Rate of Quality* adalah 85% (Nakajima, 1988). Menurut Hansen (2001) nilai OEE <65% tidak dapat diterima, 65-75% cukup baik dengan hanya ada kecenderungan adanya peningkatan tiap kuartalnya, dan 75-85% berarti sangat bagus untuk terus ditingkatkan hingga *world class*.

**Tabel 5.** Hasil Perhitungan OEE

Periode 2013	OEE (%)						
	Hmm	Mixer	Bin CPO	Timbangan IV	Screw Z	Elevator X	ChainY
Januari	69.43	67.02	72.86	76.33	70.17	74.19	69.38
Februari	56.33	54.16	75.64	74.27	66.24	72.05	88.87
Maret	57.50	54.76	70.42	70.29	65.25	67.54	31.99
April	57.46	55.25	63.50	63.76	58.55	62.32	28.25
Mei	65.17	62.06	77.39	76.16	71.52	74.70	69.28
Juni	58.27	54.97	73.05	75.29	70.21	71.37	67.77
Juli	33.06	32.10	63.94	69.17	63.61	69.03	63.88
Agustus	38.15	35.32	76.86	75.76	71.49	70.30	67.02
September	39.21	36.99	67.77	67.92	63.56	64.76	61.19
Oktober	30.61	28.88	58.22	57.75	53.55	54.91	51.56
November	42.90	39.36	63.13	60.31	57.68	55.31	53.48
Desember	52.07	50.07	55.78	56.83	52.33	55.57	51.87



**Gambar 4.** OEE

### 3.5 Perhitungan Six Big Losses

Berikut ini adalah perhitungan *losses* yang berpengaruh pada ketujuh mesin di *batching section*.

#### 1. Breakdown Losses

Perhitungan *breakdown losses* dapat dilakukan dengan menggunakan persamaan berikut:

$$Breakdown losses = \frac{downtime}{load time} \times 100\% \quad (\text{pers. 5})$$

Berikut ini adalah contoh perhitungan *breakdown losses* pada Bin CPO bulan Januari 2013.

$$Breakdown losses = \frac{2560}{33202} \times 100\%$$

$$Breakdown losses = 7,71\%$$

Dari perhitungan yang dilakukan diperoleh hasil yang disajikan pada Tabel 6. Sedangkan dilihat dari Gambar 5 dapat dilihat bahwa nilai *breakdown losses* ketujuh mesin pada *batching section* nilai *breakdown losses* pada ketujuh mesin cenderung meningkat pada akhir tahun 2013.

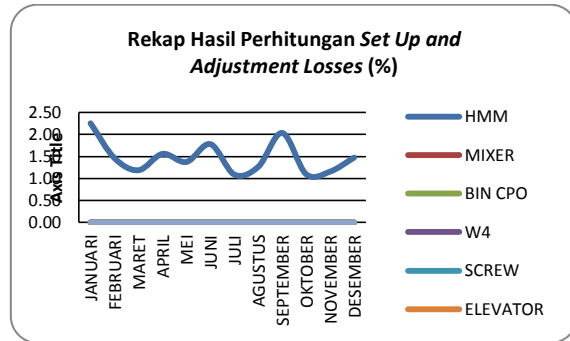
#### 2. Set up and Adjustment Losses

Perhitungan *set up and adjustment losses* dapat dilakukan dengan menggunakan persamaan berikut:

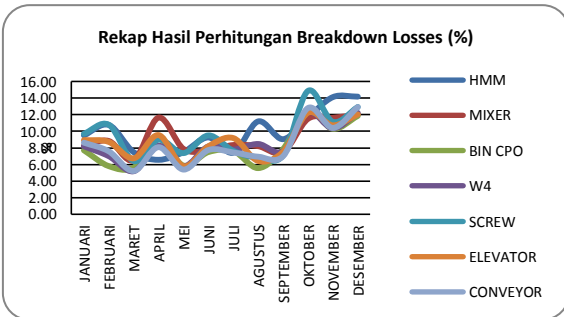
$$Set up and adjustment losses = \frac{waktu set up}{waktu loading} \times 100\% \quad (\text{pers. 6})$$

**Tabel 6.** Hasil Perhitungan *Breakdown Losses*

Periode 2013	Breakdown Losses (%)						
	Hmm	Mixer	Bin CPO	Timbangan IV	Screw Z	Elevator X	ChainY
Januari	9.51	8.23	7.71	8.19	9.71	8.94	8.63
Februari	10.77	8.83	5.79	7.00	10.80	8.72	7.59
Maret	7.48	6.50	5.62	5.17	6.40	6.74	5.21
April	6.56	11.66	9.09	8.26	8.99	9.54	8.09
Mei	7.49	7.88	5.86	5.75	7.37	5.78	5.38
Juni	9.26	7.70	7.50	8.18	9.51	8.19	7.74
Juli	7.42	8.35	7.63	7.79	7.64	9.18	7.45
Agustus	11.20	8.20	5.55	8.47	6.79	6.41	6.93
September	9.05	7.47	7.86	7.59	7.08	7.53	7.00
Oktober	11.68	11.51	12.49	12.28	14.89	12.25	12.82
November	14.14	11.63	10.30	10.37	11.15	10.72	10.41
Desember	14.19	12.03	11.87	12.23	12.94	12.04	12.93



**Gambar 6.** Set Up and Adjustment Losses



**Gambar 5.** Breakdown Losses

Berikut ini adalah contoh perhitungan *set up and adjustment losses* pada *Hammer mill* bulan Januari 2013.

$$\begin{aligned} \text{Set up and adjustment losses} &= \frac{713}{31635} \times 100\% \\ &= 2,25\% \end{aligned}$$

Pada *batching section set up* hanya dilakukan pada mesin *hammer mill*. *Set up* yang dilakukan berupa penggantian *screen* setiap sebelum memulai kegiatan produksi. *Screen* disini berfungsi untuk menyaring material yang keluar dari *hammer mill* agar besar material sesuai dengan ukuran yang diinginkan. Hasil perhitungan *set up and adjustment losses* dapat dilihat pada Tabel 7. Gambar 6 menjelaskan bahwa nilai *set up and adjustment losses* cenderung fluktuatif selama tahun 2013.

**Tabel 7.** Hasil Perhitungan *Set up and Adjustment Losses*

Periode 2013	Set Up and Adjustmen Losses (%)						
	Hmm	Mixer	Bin CPO	Timbangan IV	Screw Z	Elevator X	ChainY
Januari	0	2.072679	0	0	0	0	0
Februari	0	12.70501	0	0	0	0	0
Maret	0	6.768376	0	0	0	0	0
April	0	3.526568	0	0	0	0	0
Mei	0	6.138239	0	0	0	0	0
Juni	0	8.948697	0	0	0	0	0
Juli	0	33.4074	0	0	0	0	0
Agustus	0	25.57701	0	0	0	0	0
September	0	20.80558	0	0	0	0	0
Oktober	0	20.91403	0	0	0	0	0
November	0	7.497185	0	0	0	0	0
Desember	0	1.548427	0	0	0	0	0

3. *Idling and Minor Stoppage Losses*  
 Nilai *Idling and minor stoppage losses* dapat dihitung dengan menggunakan persamaan berikut:

$$\begin{aligned} \text{idling and minor stoppage losses} &= \frac{\text{non productive}}{\text{waktu loading}} \times 100\% \quad (\text{pers. 7}) \end{aligned}$$

Berikut ini adalah contoh perhitungan *idling and minor stoppage losses* pada Bin CPO bulan Januari 2013.

$$\begin{aligned} \text{idling and minor stoppage losses} &= \frac{275}{33202} \times 100\% \\ &= 0,83\% \end{aligned}$$

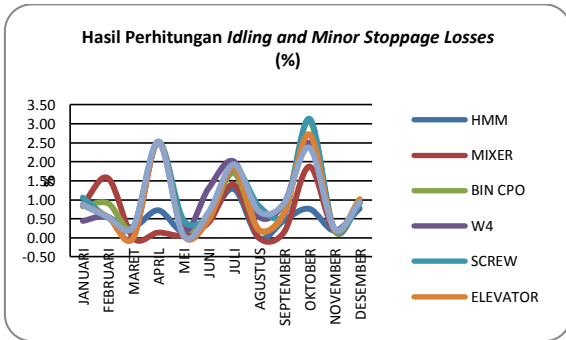
Pada Tabel 8 menunjukkan hasil perhitungan *idling and minor stoppage losses*. Nilai *idling and minor stoppage losses* sangat fluktuatif pada tahun 2013 seperti yang ditunjukkan pada Gambar 7. *Idling and minor stoppage losses* sendiri ada dikarenakan adanya waktu yang tidak produktif (*Non Productive Time*) seperti pemadaman listrik atau pembersihan mesin.

4. *Speed Losses*  
*Speed losses* dapat dihitung dengan menggunakan persamaan berikut:

$$\begin{aligned} \text{Speed losses} &= \frac{\text{waktu ope} \text{ 冪asi} - (\text{ideal cycle time} \times \text{input})}{\text{waktu loading}} \times 100\% \quad (\text{pers. 8}) \end{aligned}$$

**Tabel 8.** Hasil Perhitungan *Idling and Minor Stoppage Losses*

Periode 2013	Idling and Minor Stoppage Losses (%)						
	Hmm	Mixer	Bin CPO	Timbangan IV	Screw Z	Elevator X	ChainY
Januari	0.87	0.87	0.83	0.44	1.06	0.87	0.87
Februari	0.55	1.57	0.91	0.55	0.54	0.55	0.55
Maret	0.28	0.00	0.28	0.00	0.28	0.00	0.29
April	0.73	0.14	2.51	2.53	2.52	2.53	2.53
Mei	0.14	0.06	0.32	0.22	0.47	0.06	0.06
Juni	0.50	0.41	0.55	1.30	0.57	0.48	0.68
Juli	1.29	1.40	1.71	2.01	1.84	1.84	1.94
Agustus	0.00	0.00	0.20	0.56	0.83	0.21	0.69
September	0.46	0.15	0.64	0.91	0.61	0.66	0.91
Oktober	0.76	1.88	3.08	2.50	3.13	2.72	2.37
November	0.19	0.19	0.19	0.22	0.22	0.22	0.24
Desember	0.77	0.94	0.91	0.94	0.90	1.02	0.94



Gambar 7. Idling and Minor Stoppage Losses

Berikut ini adalah contoh perhitungan *speed losses* pada Bin CPO bulan Januari 2013.

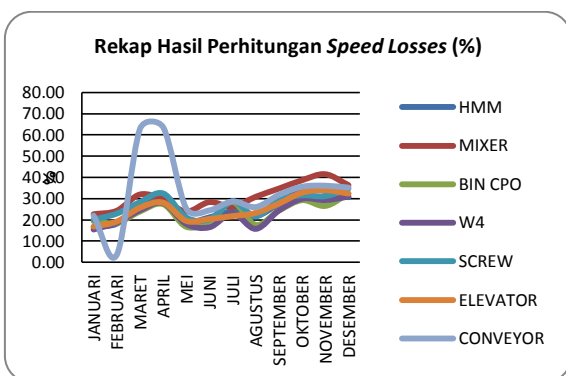
$$\text{Speed losses} = \frac{30642 - (48 \times 503,98)}{33202} \times 100\%$$

$$\text{Speed losses} = 19,43\%$$

Hasil perhitungan *speed losses* disajikan pada Tabel 9. Sedangkan pada Gambar 8 menunjukkan bahwa nilai *speed losses* pada tahun 2013 cenderung meningkat pada akhir tahun.

Tabel 9. Hasil Perhitungan Speed Losses

Periode 2013	Speed Losses (%)						
	Hmm	Mixer	Bin CPO	Timbangan IV	Screw Z	Elevator X	ChainY
Januari	16.65	22.68	19.43	15.48	20.12	16.86	21.99
Februari	18.23	24.30	18.57	18.73	22.97	19.22	3.55
Maret	26.73	31.97	23.95	24.53	28.35	25.72	62.81
April	30.76	29.56	27.41	27.98	32.46	28.13	63.67
Mei	19.53	23.92	16.75	18.08	21.12	19.52	25.34
Juni	21.20	28.38	19.46	16.53	20.29	20.45	24.49
Juli	24.02	26.15	28.43	23.04	28.75	21.79	28.67
Agustus	21.76	30.90	17.58	15.77	21.72	23.29	26.05
September	27.65	34.73	24.37	24.48	29.35	27.71	31.81
Oktober	34.44	38.69	29.28	29.97	31.56	32.83	35.62
November	33.63	41.51	26.57	29.32	31.18	33.97	36.10
Desember	30.66	36.35	32.36	30.94	34.73	32.39	35.20



Gambar 8. Speed Losses

##### 5. Quality Defect and Required Losses

*Quality defect and required losses* dapat dihitung menggunakan persamaan berikut:

$$\text{Quality defect and required losses} = \frac{\text{ideal cycle time} \times \text{jumlah cacat saat produksi}}{\text{waktu loading}} \times 100\%$$

(pers. 9)

Berikut ini adalah contoh perhitungan *quality defect and required losses* pada Bin CPO bulan Januari 2013.

$$\text{Quality defect and required losses} = \frac{48 \times 0}{33202} \times 100\%$$

$$= 0\%$$

Hasil perhitungan *quality defect and required losses* dapat dilihat pada Tabel 10. Pada Gambar 9 menunjukkan bahwa nilai *quality defect and required losses* meningkat pada pertengahan tahun. *Losses* ini hanya terdapat pada *mixer* karena pada proses ini terjadi cacat berupa kurang homogenya campuran produk. Sedangkan pada mesin yang lainnya tidak terdapat cacat produk yang mengakibatkan *losses* ini. Cacat yang dimaksud adalah cacat yang terjadi selama proses produksi berlangsung.

##### 6. Yield Losses

*Yield Losses* merupakan *losses* yang terjadi karena adanya cacat produk selama proses *set up*. *Yield losses* dapat dihitung dengan menggunakan persamaan berikut:

$$\text{Yield losses} = \frac{\text{ideal cycle time} \times \text{jumlah cacat saat setting}}{\text{waktu loading}} \times 100\%$$

(pers. 10)

Berikut ini adalah contoh perhitungan *yield losses* pada Bin CPO bulan Januari 2013.

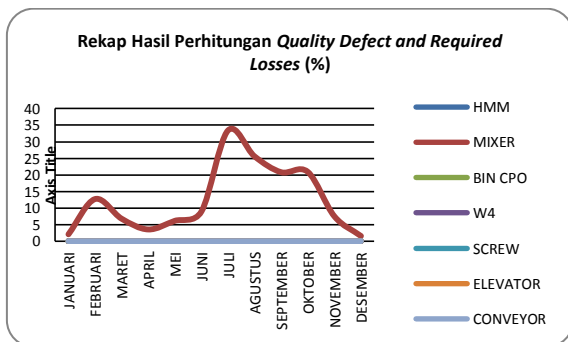
$$\text{Yield losses} = \frac{48 \times 0}{33202} \times 100\%$$

$$\text{Yield losses} = 0\%$$

Hasil perhitungan *yield losses* dapat dilihat pada Tabel 11. Nilai *yield losses* pada ketujuh mesin adalah 0. Karena pada waktu *set up* mesin tidak melakukan proses produksi. Sehingga tidak terdapat material didalam mesin dan tidak menimbulkan cacat.

Tabel 10. Hasil Perhitungan Quality Defect and Required Losses

Periode 2013	Quality Defect and Required Losses (%)						
	Hmm	Mixer	Bin CPO	Timbangan IV	Screw Z	Elevator X	ChainY
Januari	0	2.072679	0	0	0	0	0
Februari	0	12.70501	0	0	0	0	0
Maret	0	6.768376	0	0	0	0	0
April	0	3.526568	0	0	0	0	0
Mei	0	6.138239	0	0	0	0	0
Juni	0	8.948697	0	0	0	0	0
Juli	0	33.4074	0	0	0	0	0
Agustus	0	25.57701	0	0	0	0	0
September	0	20.80558	0	0	0	0	0
Oktober	0	20.91403	0	0	0	0	0
November	0	7.497185	0	0	0	0	0
Desember	0	1.548427	0	0	0	0	0



Gambar 9. Quality Defect and Required Losses

Tabel 11. Hasil Perhitungan Yield Losses

Periode 2013	Quality Defect and Required Losses (%)						
	Hmm	Mixer	Bin CPO	Timbangan IV	Screw Z	Elevator X	ChainY
Januari	0	0	0	0	0	0	0
Februari	0	0	0	0	0	0	0
Maret	0	0	0	0	0	0	0
April	0	0	0	0	0	0	0
Mei	0	0	0	0	0	0	0
Juni	0	0	0	0	0	0	0
Juli	0	0	0	0	0	0	0
Agustus	0	0	0	0	0	0	0
September	0	0	0	0	0	0	0
Oktober	0	0	0	0	0	0	0
November	0	0	0	0	0	0	0
Desember	0	0	0	0	0	0	0

### 3.6 Pengolahan FMEA

FMEA adalah pendekatan penalaran kualitatif yang terbaik yang dapat digunakan untuk mengulas komponen mesin ataupun peralatan elektronik (Mayers, 2002). Pada pengolahan FMEA dilakukan beberapa tahap, yaitu:

1. Identifikasi *failure*, *failure mode* dan *failure effect*

*Failure* yang terjadi adalah *slide bin* macet. Kejadian kegagalan *slide bin* macet ini terjadi dalam beberapa *failure mode* yaitu material didalam bin beku, selang *solenoid* pecah, instalasi angin dalam *compressor* kurang, *bearing* rusak serta *baut lack shaft* putus. Pada kejadian *slide bin* macet ini menyebabkan *slide bin* tidak dapat terbuka sehingga material tidak dapat masuk ke mesin selanjutnya untuk melakukan proses berikutnya.

Pada *screw conveyor failure* yang terjadi adalah *screw macet*. *Screw macet* disini terjadi dalam beberapa bentuk *failure mode* yaitu material macet, *vbelt* putus, *vbelt* lepas, dan *baut mounting gearbox* putus. Kejadian *screw macet* ini menimbulkan dua akibat yaitu material didalam *screw conveyor* tidak dapat masuk ke proses selanjutnya dan *screw conveyor* mati sehingga tidak dapat melakukan proses produksi.

Timbangan memiliki *failure* berupa timbangan *error*. Timbangan *error* terjadi ke dalam beberapa bentuk *failure mode*

yaitu timbangan tidak akurat dan selang angin pecah. Timbangan yang tidak akurat mengakibatkan jumlah material yang tidak sesuai dengan yang dibutuhkan dalam proses produksi. Sedangkan selang angin pecah menyebabkan proses menimbang tidak dapat dilanjutkan. Pada *chain conveyor failure* yang terjadi adalah *chain conveyor macet*. *Chain conveyor* macet terjadi dalam bentuk *failure mode* *vbelt* putus. *Chain conveyor* yang macet mengakibatkan material tidak dapat disampaikan pada mesin selanjutnya.

*Elevator* memiliki *failure* berupa *elevator macet*, sementara kejadian *failure* tersebut terjadi dalam beberapa bentuk *failure mode* yaitu *gearbox* rusak, *work switch* rusak, dan *valve box* macet. *Elevator* yang macet menyebabkan *elevator* berhenti sehingga material tidak dapat disampaikan pada mesin selanjutnya.

Pada *hammer mill* terdapat beberapa *failure* antara lain pisau *hammer mill* aus, *screen hammer mill* rusak, magnet *hammer mill* kotor, dan *hammer mill error*. Pada kejadian pisau *hammer mill* aus menyebabkan vibrasi yang tinggi pada mesin serta menyebabkan proses *grinding* berlangsung lama. Kejadian *screen hammer mill* rusak terjadi dalam beberapa bentuk *failure mode* yaitu *screen* sobek, *screen* renggang, dan juga *support screen* lepas. Kejadian ini menyebabkan material tidak dapat disaring sesuai dengan tingkat kehalusan yang dibutuhkan pada proses selanjutnya. Sedangkan pada kejadian *failure* magnet *hammer mill* kotor menyebabkan bahan baku tercampur dengan material asing seperti serpihan logam. Pada kejadian *failure hammer mill error* menyebabkan *hammer mill* berhenti bekerja sebelum dilakukan perbaikan.

Pada *mixer failure* yang terjadi adalah *slide mixer* macet serta *trouble mixer*. Pada kejadian *slide mixer* macet terjadi dalam beberapa bentuk *failure mode* yaitu selang angin pecah dan *bearing* rusak. *Slide mixer* yang macet mengakibatkan *slide mixer* tidak bias dibuka sehingga material yang telah diproses tertahan didalam *mixer*. Pada kejadian *trouble mixer* terjadi dalam bentuk *failure mode* daun *mixer* putus. Kejadian ini menyebabkan proses *mixing* berhenti.

2. Pemberian skor *severity* (S)

*Severity* menunjukkan seberapa besar dampak yang ditimbulkan intensitas suatu kejadian terhadap output dari suatu proses. Pemberian skor *severity* dilakukan dengan melakukan brainsrotming dengan manajer dan supervisor yang menangani maintenance di perusahaan. Skor *severity* untuk masing-masing kegagalan yang terjadi dapat dilihat pada Tabel 12.

3. Pemberian skor *occurance* (O)

*Occurance* adalah sesuatu yang secara spesifik menerangkan rata-rata kegagalan yang akan terjadi. Pemberian skor *occurance* dilakukan dengan melakukan brainsrotming dengan manajer dan supervisor yang menangani maintenance di perusahaan. Skor *occurance* untuk masing-masing kegagalan yang terjadi dapat dilihat pada Tabel 12.

4. Pemberian skor *detection* (D)

*Detection* adalah suatu pengukuran terhadap kemampuan dalam mengendalikan atau mengontrol kegagalan yang mungkin terjadi. Pemberian skor *detection* dilakukan dengan melakukan brainsrotming dengan manajer dan supervisor yang menangani maintenance di perusahaan. Skor *detection* untuk masing-masing kegagalan yang terjadi dapat dilihat pada Tabel 12.

5. Perhitungan RPN

Perhitungan RPN dilakukan dengan menggunakan persamaan berikut:

$$RPN = S \times O \times D \quad (\text{pers. 7})$$

Berikut ini adalah contoh perhitungan RPN untuk failure pada bin.

$$RPN = 2 \times 6 \times 5 = 60$$

Hasil perhitungan nilai RPN dapat dilihat pada Tabel 12.

Tabel 12. Pengolahan FMEA

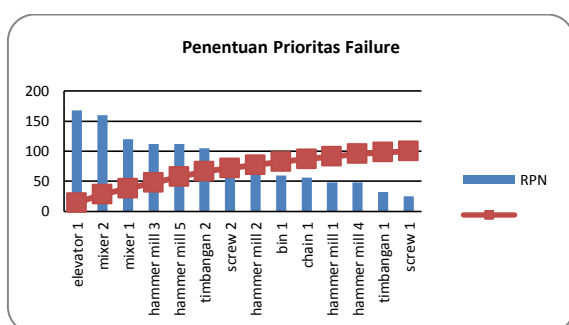
Mesin	Failure	Failure Mode	Failure Effect	S	O	D	RPN
Bin	Slide bin macet	Material didalam bin beku	Slide bin tidak dapat terbuka dan material tidak dapat masuk ke proses selanjutnya (1)	2	6	5	60
		Selang <i>solenoid</i> pecah					
		Instalasi angin dalam <i>compressor</i> kurang					
		<i>Bearing</i> rusak					
		<i>Baut lack shaft</i> putus					
Screw conveyor	Screw macet	Material macet	Material dalam <i>screw</i> tidak dapat masuk ke proses selanjutnya (1)	1	5	5	25
		<i>Vbelt</i> putus	<i>Screw conveyor</i> berhenti (2)	2	5	7	70
		<i>Vbelt</i> lepas					
		<i>Baut mounting gearbox</i> putus					
Timbangan	Timbangan error	Timbangan tidak akurat	Jumlah material tidak sesuai dengan yang dibutuhkan dalam proses produksi (1)	1	4	8	32
		Selang angin pecah	Proses menimbang material berhenti (2)	3	5	7	105
Chain conveyor	Chain conveyor macet	<i>V belt</i> putus	<i>Chain conveyor</i> berhenti bekerja sehingga material tidak dapat disampaikan pada mesin selanjutnya (1)	2	4	7	56
Elevator	Elevator macet	<i>Gearbox</i> rusak	<i>Elevator</i> berhenti sehingga material tidak dapat disampaikan pada mesin selanjutnya (1)	3	8	7	168
		<i>Work switch</i> rusak					
		<i>Valve box</i> macet					
Hammer mill	Pisau hammer mill aus	Pisau hammer mill aus	Vibrasi tinggi (1)	2	3	8	48
			Proses <i>grinding</i> berlangsung lama (2)	3	3	7	63
	Screen hammer mill rusak	Screen sobek	Material tidak dapat disaring sesuai tingkat kehalusan yang diinginkan (3)	2	8	7	112
		Screen renggang					
		Support screen lepas					
	Magnet kotor	Magnet hammer mill tertutup bahan baku sisa dalam mesin	Bahan baku tercampur material asing (4)	2	3	8	48
	Hammer mill error	Hammer mill rusak	Karet kopleng hammer mill rusak	<i>Hammer mill</i> berhenti bekerja (5)	8	2	7
Vibrasi terlalu tinggi							

**Tabel 12.** Pengolahan FMEA (lanjutan)

Mesin	Failure	Failure Mode	Failure Effect	S	O	D	RPN
Mixer	Slide mixer macet	Slang angin pecah Bearing rusak	Slide mixer tidak dapat dibuka sehingga material tertahan di dalam mixer (1)	4	6	5	120
	Trouble mixer	Daun mixer putus	Proses mixing berhenti (2)	10	2	8	160

### 3.7 Penentuan Strategi Perawatan

Sebelum menentukan strategi perawatan, dilakukan penentuan prioritas failure menggunakan diagram pareto. Berikut ini diagram pareto penentuan strategi perawatan pada Gambar 10.



**Gambar 10.** Penentuan Strategi Perawatan

Dari gambar 10 dengan maka failure yang dipilih untuk menjadi prioritas adalah failure pada mixer dan failure pada elevator. Untuk keduanya dipilih strategi preventive dan predictive maintenance berdasarkan diagram alir pemilihan strategi perawatan mesin yang telah dirumuskan sebelumnya oleh Nebl and Pruess (2006)

### 3.8 Rekomendasi TPM

*Total Productive maintenance* (TPM) adalah pendekatan yang dilakukan oleh semua lini dalam suatu organisasi untuk memaksimalkan efisiensi dan efektivitas fasilitas secara keseluruhan (Imani, dkk, 2011).

1. 5S (*Seiri, Seiton, Seiso, Seiketsu, dan Shitsuke*)

a. *Elevator macet*

Pada *failure* ini 5S yang dapat diterapkan adalah *Seiso* dan *Seiketsu*. Untuk *Seiso* diterapkan pada valve box yang terletak setelah *mixer*. Pembersihan *valvebox* dilakukan setiap hari sebelum memulai aktivitas produksi. Sedangkan *seiketsu* dilaksanakan pada beberapa komponen seperti *gearbox* dan *bearing*. Perawatan dilakukan dengan pemberian prosedur yang jelas pada operator mengenai pengecekan bearing dan kabel koneksi. Selain itu juga dilakukan penggantian

pelumas pada *gearbox* setiap 50-62 hari sekali dan juga pengolesan *grease* pada *bearing* setiap 7 hari sekali. Pelumasan dilakukan oleh teknisi ahli perusahaan.

b. *Trouble mixer*

Pada kejadian *trouble mixer* ini 5S yang diterapkan adalah *Seiketsu*. *Seiketsu* dilaksanakan pada beberapa komponen seperti *gearbox* dan *bearing*. Perawatan dilakukan dengan pemberian prosedur yang jelas pada operator mengenai pengecekan bearing dan kabel koneksi. Selain itu juga dilakukan penggantian pelumas pada *gearbox* setiap 50-62 hari sekali dan juga pengolesan *grease* pada *bearing* setiap 7 hari sekali. Pelumasan dilakukan oleh teknisi ahli perusahaan.

2. Jishu Hosen (*Autonomous Maintenance*)

a. *Elevator macet*

Operator melakukan pengecekan terhadap kondisi bearing dan gearbox secara rinci dan juga melakukan pembersihan *valvebox* setiap sebelum memulai aktivitas produksi.

b. *Trouble mixer*

Operator melakukan pengecekan terhadap kondisi bearing dan gearbox secara rinci.

3. *Kaizen*

a. *Elevator macet*

Melaksanakan pemeriksaan sesuai dengan prosedur yang diberikan pada masing-masing komponen yang telah ditentukan, mengganti pelumas pada interval waktu yang disesuaikan dengan efektifitas kerja pelumas. Selain itu pelumas yang digunakan adalah pelumas yang direkomendasikan oleh pabrik pembuat mesin. Pada *gearbox* juga dilakukan pemasangan *proximity sensor* agar dapat mendeteksi adanya kesalahan pada *gear* di dalam *gearbox*. Pada *bearing* ditambahkan penutup dari plat agar *bearing* terhindar dari debu dan material yang menempel.

b. *Trouble mixer*

Melaksanakan pemeriksaan sesuai dengan prosedur yang diberikan pada

- masing-masing komponen yang telah ditentukan, mengganti pelumas pada interval waktu yang disesuaikan dengan efektifitas kerja pelumas. Selain itu pelumas yang digunakan adalah pelumas yang direkomendasikan oleh pabrik pembuat mesin. Pada *gearbox* juga dilakukan pemasangan *proximity sensor* agar dapat mendeteksi adanya kesalahan pada *gear* di dalam *gearbox*. Selain itu perlu dilakukan pemerataan *feeding* agar material tidak menumpuk di tengah.
4. *Planned Maintenance*
    - a. *Elevator macet*  
Pada *failure elevator* macet ini strategi perawatan yang dipilih adalah *preventive maintenance* dan *predictive maintenance* sesuai dengan tahap pemilihan strategi yang telah dilakukan pada sub bab sebelumnya.
    - b. *Trouble mixer*  
Pada *failure trouble mixer* ini strategi perawatan yang dipilih adalah *preventive maintenance* dan *predictive maintenance* sesuai dengan tahap pemilihan strategi yang telah dilakukan pada sub bab sebelumnya.
  5. *Quality Maintenance*  
Pada penelitian ini tidak dilakukan pengamatan terhadap hubungan antara jenis material yang diproduksi dengan mesin yang digunakan. Penelitian ini lebih difokuskan terhadap pemilihan strategi perawatan untuk menangani *failure* agar dapat meningkatkan efektifitas mesin dan mengurangi nilai RPN.
  6. *Training*
    - a. *Elevator macet*  
Pada pilar keenam ini dilakukan pelatihan terhadap operator mengenai kesadaran pentingnya TPM dan lebih khusus lagi dilakukan pelatihan operator yang terspesifikasi untuk pemeriksaan komponen dan juga untuk pembersihan *valvebox*.
    - b. *Trouble mixer*  
Pada pilar keenam ini dilakukan pelatihan terhadap operator mengenai kesadaran pentingnya TPM dan lebih khusus lagi dilakukan pelatihan operator yang terspesifikasi mengenai pemeriksaan komponen.
  7. *Office Total Productive Maintenance*
    - a. *Elevator macet*  
Operator mencatat secara *detail* dan merekap hasil pencatatan yang dilakukan setiap hari. Bila diperlukan pembuatan *database* mengenai keadaan mesin serta perawatannya lebih baik dilakukan agar pencatatan lebih *detail* dan lebih terotomasi. Pencatatan ini diperlukan untuk dapat terus *update* keadaan mesin agar penanganan kegagalan/kerusakan mesin dapat secara efisien dilakukan.
    - b. *Trouble mixer*  
Operator mencatat secara detail dan merekap hasil pencatatan yang dilakukan setiap hari. Bila diperlukan pembuatan *database* mengenai keadaan mesin serta perawatannya lebih baik dilakukan agar pencatatan lebih *detail* dan lebih terotomasi. Pencatatan ini diperlukan untuk dapat terus *update* keadaan mesin agar penanganan kegagalan/kerusakan mesin dapat secara efisien dilakukan.
  8. *Safety, Health, and Environment*  
Pada penelitian ini tidak dilakukan pengamatan terhadap lingkungan maupun kesehatan dan keselamatan kerja. Penelitian ini lebih difokuskan terhadap pemilihan strategi perawatan untuk menangani *failure* agar dapat meningkatkan efektifitas mesin dan mengurangi nilai RPN.
- #### 4. Kesimpulan
- Kesimpulan dari penelitian yang dilakukan antara lain:
1. Nilai *Overall Equipment Effectiveness* pada lini utama *batching section* rata-rata berada diantara 28% hingga 89%. Nilai tertinggi *Overall Equipment Effectiveness* terdapat pada mesin *screw conveyor X* pada bulan Februari 2013 sebesar 88,87%. Nilai tersebut berada diatas standar JIPM yaitu 85%. Nilai *Overall Equipment Effectiveness* terendah terdapat pada mesin *mixer* pada bulan oktober 2013 sebesar 28,88%. Nilai *Overall Equipment Effectiveness* memiliki rentang yang sangat jauh, maka dari itu perlu dilakukan peningkatan efektifitas mesin agar nilai *Overall Equipment Effectiveness* dapat terus dipertahankan diatas standar JIPM.
  2. Dari pengolahan FMEA terdapat 2 *failure* yang harus ditangani sebagai prioritas penanganan *failure*. *Failure* tersebut

adalah *failure* pada *elevator* yang menyebabkan *elevator* berhenti bekerja dan *failure* pada *mixer* yang menyebabkan mesin *mixer* berhenti bekerja. *Failure* pada *elevator* memiliki nilai RPN sebesar 168 dengan nilai *occurrence* yang tinggi yaitu 8. Berarti *failure* tersebut merupakan *failure* yang sering terjadi. Sedangkan pada *failure mixer* nilai RPNnya adalah 160 dengan nilai *severity* 10. Berarti *failure* tersebut terjadi dengan lama waktu setiap *downtime* yang panjang.

3. Pada kedua *failure* dilakukan *preventive* dan *predictive maintenance*. *Preventive maintenance* yang dilakukan berupa pengecekan pada komponen mesin yaitu bearing dan kabel koneksi dan pelumasan pada bearing dan *gearbox* baik pada *elevator* maupun pada *mixer*. Selain itu dilakukan pembersihan pada *valvebox* setiap sebelum memulai aktivitas produksi. Sedangkan *predictive maintenance* dilakukan pemasangan *proximity sensor* pada *gearbox*. Selain itu juga dilakukan pemasangan penutup pada *bearing*.
4. Rekomendasi perbaikan berdasarkan konsep TPM dilakukan sesuai dengan masing-masing *failure* yang terjadi serta bagaimana pencegahannya yang baik. Selain dilakukan strategi perawatan yang tepat juga dilakukan perawatan mandiri oleh operator serta pembersihan mesin. Berikut ini rekomendasi perbaikan berdasarkan konsep TPM

**Tabel 12.** Ringkasan Rekomendasi Perbaikan

No	Failure	Jenis Strategi	Rekomendasi Perbaikan
1	Elevator macet	Preventive dan Predictive Maintenance	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Pembersihan <i>valvebox</i> setiap sebelum memulai aktivitas produksi</li> <li>- Pelumasan dilakukan pada <i>bearing</i> dan <i>gearbox</i> secara rutin sesuai interval yang direkomendasikan</li> <li>- Pengecekan keadaan mesin setiap memulai aktivitas produksi</li> <li>- Pemasangan penutup plat pada <i>bearing</i></li> <li>- Pemasangan <i>proximity sensor</i> pada <i>gearbox</i></li> </ul>

**Lanjutan Tabel 12.** Ringkasan Rekomendasi Perbaikan

No	Failure	Jenis Strategi	Rekomendasi Perbaikan
2	Trouble mixer	Preventive dan Predictive Maintenance	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Pelumasan dilakukan pada <i>bearing</i> dan <i>gearbox</i> secara rutin sesuai interval yang direkomendasikan</li> <li>- Pengecekan keadaan mesin setiap memulai aktivitas produksi</li> <li>- Pemasangan penutup plat pada <i>bearing</i></li> <li>- Pemasangan <i>proximity sensor</i> pada <i>gearbox</i></li> </ul>

### Daftar Pustaka

Hansen, R.C. (2001) *Overall Equipment Effectiveness: A Powerful Production/Maintenance Tool for Increased Profit*. 1<sup>st</sup> Edition. New York: Industrial Press Inc.

Imani, Teguh, dkk. (2011) *Implementasi Total Productive Maintenance dengan Metode Overall Equipment Effectiveness (OEE) untuk Menentukan Maintenance Strategy pada Mesin Tube Mill 303 (Studi Kasus: PT. Spindo Unit III)*. Tugas Akhir. Surabaya: Jurusan Teknik Sistem Perkapalan, Fakultas Teknologi Kelautan ITS.

Mayers, Joseph. (2002) *Risk-Based Decision-Making Guidelines*. Volume 3. US: United States Coast Guard.

Nakajima, Seichi. (1988) *Introduction to Total Productive Maintenance*. 1st Edition. Productivity Press, Inc. Cambridge, Massachusetts.

Nebi and Pruess. (2006) *Theodor and Henning Puess, Anlagenwirtschaft, Oldenbourg Verlag*. [http://www.emeraldinsight.com/content\\_images/fig/1060230501011.png](http://www.emeraldinsight.com/content_images/fig/1060230501011.png). diakses pada tanggal 30 September 2010

Stephens, Mattew. P. (2004) *Productivity and Reliability Based Maintenance Management*. New Jersey: Pearson Education Inc.