

ANALISIS EFEKTIVITAS MESIN MULTILINE 6 DENGAN METODE *OVERALL EQUIPMENT EFFECTIVENESS (OEE)* DAN *FAILURE MODE AND EFFECT ANALYSIS (FMEA)* STUDI KASUS: PABRIK PENGOLAHAN BUMBU DAPUR DI MOJOKERTO

Muhammad Erdin Firmansyah, Wiwin Widiasih
Program Studi Teknik Industri, Universitas 17 Agustus 1945 Surabaya
Jalan Semolowaru No. 45 Surabaya, Indonesia, 60118
Email: Erdufirmansyah97@gmail.com; wiwin_w@untag-sby.ac.id

ABSTRAK

Pabrik pengolahan bumbu dapur di Mojokerto merupakan perusahaan yang bergerak di bidang industri makanan, mesin multiline 6 dimana mengalami tingkat *downtime* yang tinggi sehingga sangat berdampak sekali terhadap proses berjalannya produksi. Disini perlu sekali suatu analisis untuk mengetahui tingkat keefektifan mesin guna mengetahui kinerja produksi serta mengidentifikasi permasalahannya dan apa saja yang menjadi penyebab sehingga dapat dirumuskan upaya perbaikan dengan menggunakan metode OEE dengan memperhitungkan tiga faktor yaitu *availability ratio*, *performance ratio* dan *quality ratio*. Dari hasil penelitian nilai OEE yang didapatkan pada mesin multiline 6 yaitu sebesar 56%. Untuk prosentase tertinggi yaitu bulan Maret dan Juli yaitu 59%, sedangkan terendah terjadi bulan Juni dengan prosentase 52%. Setelah analisis menggunakan OEE dilakukan, selanjutnya mengetahui *six big losses* yang sangat mempengaruhi dari OEE tersebut yaitu *reduce speed losses* dengan prosentase sebesar 80%, kemudian yang kedua yaitu *equipment losses* dengan prosentase sebesar 10%, yang ketiga yaitu *reduce speed loss* dengan prosentase sebesar 6%, yang keempat yaitu *setup and adjustment* dengan prosentase sebesar 2%, yang kelima dan keenam *idling and minor stoppage* dan *reduce yield* yaitu masing-masing sebesar 1%. Setelah mengetahui *six big losses* yang terjadi pada mesin multiline 6, selanjutnya dilakukan analisis menggunakan metode FMEA untuk memberikan usulan perbaikan guna meminimalisir *six big losses* yang disebabkan oleh mesin multiline 6 tersebut. Operator memiliki peran penting dalam produksi dan harus sering melakukan pengecekan terhadap komponen-komponen yang biasanya memiliki *six big losses* tertinggi seperti melakukan pemeriksaan kondisi *bearing* yang sering aus dikarenakan suhu panas yang memudahkan *bearing* menjadi aus terus operator mengecek conveyor tersebut serta melakukan tindakan *preventive* supaya tidak terjadi permasalahan sewaktu proses berjalannya produksi.

Kata Kunci: *Downtime*, *Overall Equipment Effectiveness (OEE)*, *Failure Mode and Effect Analysis (FMEA)*, *six big losses*, Mesin Multiline 6.

ABSTRACT

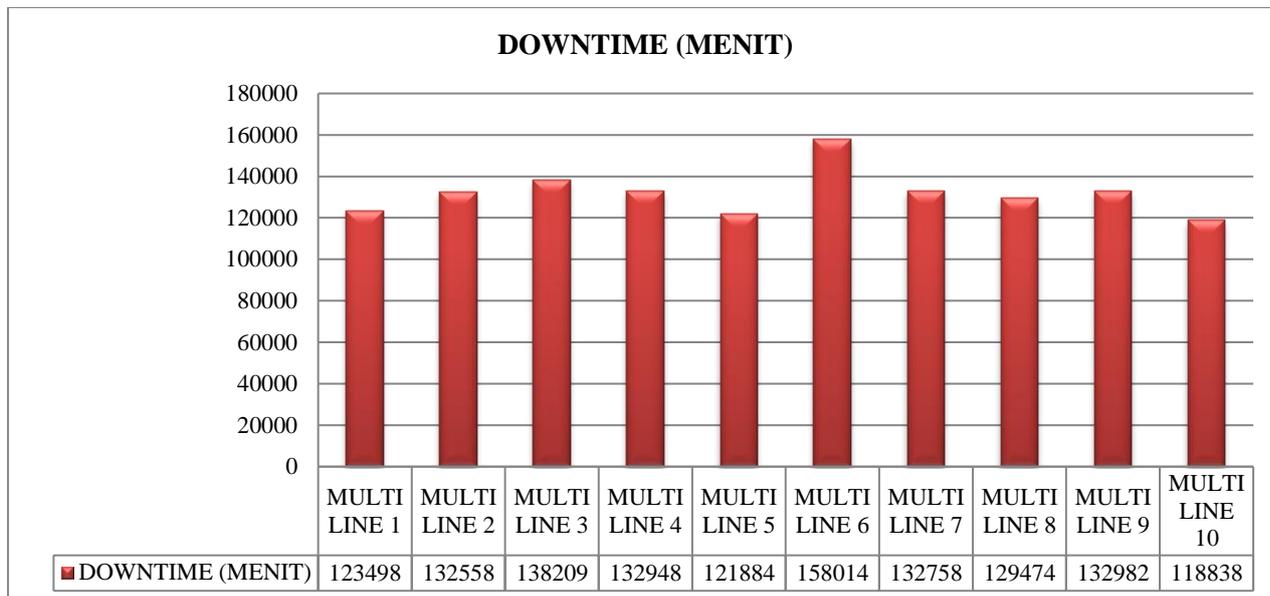
The kitchen spice processing factory in Mojokerto is a company engaged in the food industry, 6 multiline machines which experience a high level of downtime so that it greatly impacts the production process. Here an analysis is needed to see the level of machine effectiveness in order to ensure production performance and identify problems and what are the causes so that improvement efforts can be formulated using the OEE method by taking into account three factors, namely the ratio of availability, performance ratio and quality ratio. From the results of OEE research obtained on multiline 6 machines, namely 56%. The highest percentage was March and July, namely 59%, while the lowest was in June with a percentage of 52%. After the analysis using OEE is carried out, then the indicators of six major losses that greatly affect the OEE are reducing speed losses by a percentage of 80%, then the second is equipment losses by a percentage of 10%, the third is reducing speed loss by a percentage of 6% , the fourth is regulation and adjustment with a percentage of 2%, fifth and sixth idling and minor stoppage and a reduction in yield of 1% respectively. After seeing the six major losses that occurred on the multiline 6 machine, then an analysis was carried out using the FMEA method to provide improvements in order to minimize the six major losses caused by the multiline 6 engine. Operators have an important role in production and must frequently check the components which usually have six major disadvantages such as checking the condition of the bearings which often occur due to hot temperatures which make it easier for bearings to wear out, then the operator checks the conveyor and takes precautions that do not occur. during the production run.

Keywords: *Downtime, Overall Equipment Effectiveness (OEE), FMEA (Failure Mode and Effect Analysis), six big losses, Multiline 6 Machine.*

1. Pendahuluan

Pabrik pengolahan bumbu dapur adalah salah satu perusahaan manufaktur yang termasuk bergerak dalam bidang industri makanan berupa bumbu dapur. Perusahaan ini terletak di Mojokerto, Jawa Timur. Perusahaan ini menghasilkan berbagai jenis varian produk. Dimana saat ini perusahaan masih terus mengembangkan produk yang lebih menarik lagi guna untuk memenuhi permintaan pelanggannya.

Dari salah satu mesin *packing* produksi di perusahaan ini yang sering mengalami kerusakan sehingga tingkat *downtime* di atas rata-rata dari mesin yang lainnya sehingga akan berpengaruh dari hasil produksi. Tabel 1 di bawah ini hasil data waktu *downtime* salah satu mesin yang dikonversikan dalam satuan menit selama kurun waktu Januari 2019 sampai Desember 2019.



Gambar 1 Diagram waktu *Downtime* mesin multiline 6 Januari – Desember 2019

Hasil dari Gambar 1 dapat diketahui nilai-nilai *downtime* dari berbagai mesin, dengan rata-rata 110.096 menit dalam kurun waktu setahun. Perusahaan ini menggunakan 10 mesin yang digunakan untuk proses produksi. Dari semua mesin kita mengetahui tingkat *downtime* tertinggi ialah mesin Multiline 6 dengan tingkat nilai *downtime* 158.014 menit. Apabila kita ubah menjadi hari, akan menghasilkan 109 hari dalam kurun waktu setahun sehingga fokus saya melakukan penelitian terhadap mesin Multiline 6.

Perusahaan mengalami permasalahan yaitu tingginya tingkat *downtime* yang disebabkan oleh mesin Multiline 6. Sehingga akan berdampak pada menurunnya kapasitas produksi sehingga target *order* tidak terpenuhi dan berdampak juga pada keterlambatan pengiriman yang tidak maksimal maka dampak terbesarnya adalah rasa kepercayaan pelanggan terhadap perusahaan ini akan menurun, sehingga akan berkurangnya daya beli pelanggan terhadap produk kita dan hal ini akan berdampak besar jika terulang terus menerus yang menyebabkan penurunan *order*. Pada penelitian ini, metode yang digunakan untuk mengatasi masalah tersebut antara lain *Overall Equipment Effectiveness (OEE)*, analisis *six big losses*, *Failure Mode and Effect Analysis (FMEA)*, dan *Total Productive Maintenance (TPM)*. Penelitian terdahulu terkait OEE dan TPM sudah pernah dilakukan oleh Kenedy, Widiasih, dan Herlina (2018). OEE merupakan metode untuk mengukur kinerja dari suatu mesin produksi dimana terdapat tiga parameter yang diukur antara lain *availability*, *performance*, dan *quality*. Metode OEE juga merupakan implementasi dari konsep TPM. Metode FMEA digunakan untuk melakukan analisis terhadap penyebab terjadinya kerusakan atau sebagai tindak lanjut dalam pengukuran dan penanganan identifikasi *six big losses* yang dilakukan sebelumnya.

2. Tinjauan Pustaka

2.1 *Overall Equipment Effectiveness (OEE)*

Overall Equipment Effectiveness (OEE) adalah alat untuk mengukur produktifitas dan cara untuk memonitoring dan meningkatkan efesiensi proses manufaktur. OEE merupakan rasio output actual peralatan dengan kondisi kinerja terbaik. OEE dihitung berdasarkan tingkat *availability*, tingkat *performance*, dan tingkat *quality* dari suatu mesin atau sistem (Jannah, 2017). OEE (*Overall Equipment Effectiviness*) fokus pada tiga komponen utama antara lain *Availability*, *Performance Efficiency* dan *Quality rate*.

1. Availability

Merupakan rasio yang menunjukkan pemanfaatan waktu yang tersedia dengan waktu yang telah digunakan guna keperluan kegiatan pengoperasian mesin. Secara matematis dapat digunakan formula sebagai berikut:

$$Availability = \frac{Loading\ time - downtime}{Loading\ time} \times 100\% \dots\dots\dots (1)$$

2. Performance Efficiency

Suatu rasio yang menunjukkan kemampuan dari mesin untuk menghasilkan suatu barang. *Performance Efficiency* dapat dipengaruhi oleh dari beberapa komponen yaitu *idling and minor stoppage losses* dan *reduce speed*. rumus sebagai berikut:

$$Performance\ Efficiency = \frac{Processed\ Amount \times Cycle\ Time}{Operating\ Time} \times 100 \dots\dots\dots (2)$$

3. Quality Rate

Yaitu suatu rasio yang menunjukkan kemampuan mesin dalam menghasilkan produk yang sesuai dengan kualitas yang standar. Secara matematis dapat diformulasikan sebagai berikut:

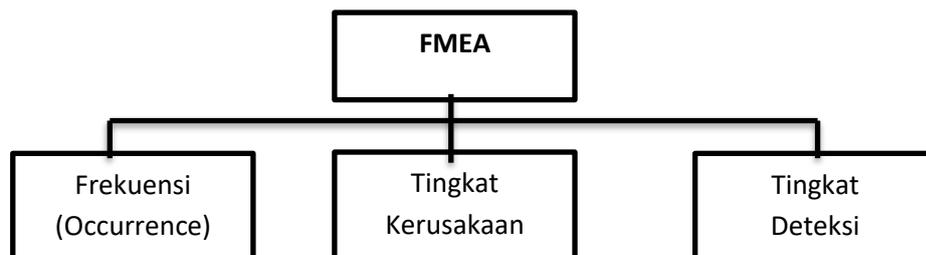
$$Quality\ Rate\ x = \frac{Processed\ amount - defect\ amount}{processed\ amount} \times 100\% \dots\dots\dots (3)$$

Maka untuk perhitungan *Overall Equipment Effectiveness* (OEE) dapat dilakukan dengan menggunakan rmus sebagai berikut :

$$OEE = (availability \times Performance\ Efficiency \times Quality\ Rate) \times 100\% \dots\dots\dots (4)$$

2.2 FMEA (*Failure Mode And Effect Analysis*)

FMEA adalah sebuah metode dimana evaluasi memungkinkan terjadinya sebuah kegagalan dari sebuah system desain tersebut. Proses atau service dibuat untuk melakukan tindakan penanganannya (yumaida,2011)



Gambar 2.2 Skema Parameter FMEA

- Frekuensi (*occurrence*)
Dalam menentukan *occurrence* yaitu dapat ditentukan seberapa banyak gangguan yang dapat menyebabkan terjadinya sebuah kegagalan pada saat operasi perawatan dan kegiatan operasional pabrik.
- Tingkat Kerusakan (*severity*)
Dalam menentukan tingkat kerusakan (*severity*) ini dapat ditentukan tingkat keseriusan kerusakan yang dihasilkan dengan terjadinya kegagalan proses dalam hal operasi perawatan dan kegiatan operasional perusahaan.
- Tingkat Deteksi (*detection*)
Dalam hal ini yaitu menentukan tingkat deteksi yang harus sebagaimana kegagalan tersebut kegagalan yang dapat diketahui sebelum terjadi. Tingkat deteksi dapat dipengaruhi oleh banyaknya control yang mengatur jalannya system penanganan operasional perawatan dan kegiatan operasional perusahaan maka diharapkan tingkat deteksi dari kegagalan dapat semakin tinggi.

2.3 Six Big Losses (Enam Kerugian Besar)

Menurut seiichi Nakajima (1988), kegiatan dan tindakan – tindakan yang dilakukan yang berfokus tidak pada pencegahan yang terjadinya kerusakan pada mesin atau peralatan dan meminimalkan *Downtime*.

1. *Equipment Failure* (Kerugian akibat kerusakan peralatan)
2. *Setup and Adjustment Losses* (Kerugian penyetelan dan penyesuaian)
3. *Idle and Minor Stoppage* (kerugian karena mesin tidak beroperasi)
4. *Reduced Speed* (Kerugian karena kecepatan kurang dari rata – rata)
5. *Defect in Procces* (Kerugian karena cacat produk dalam proses produksi)
6. *Reduced Yield* (Kerugian karena hasil kurang dari rata - rata)

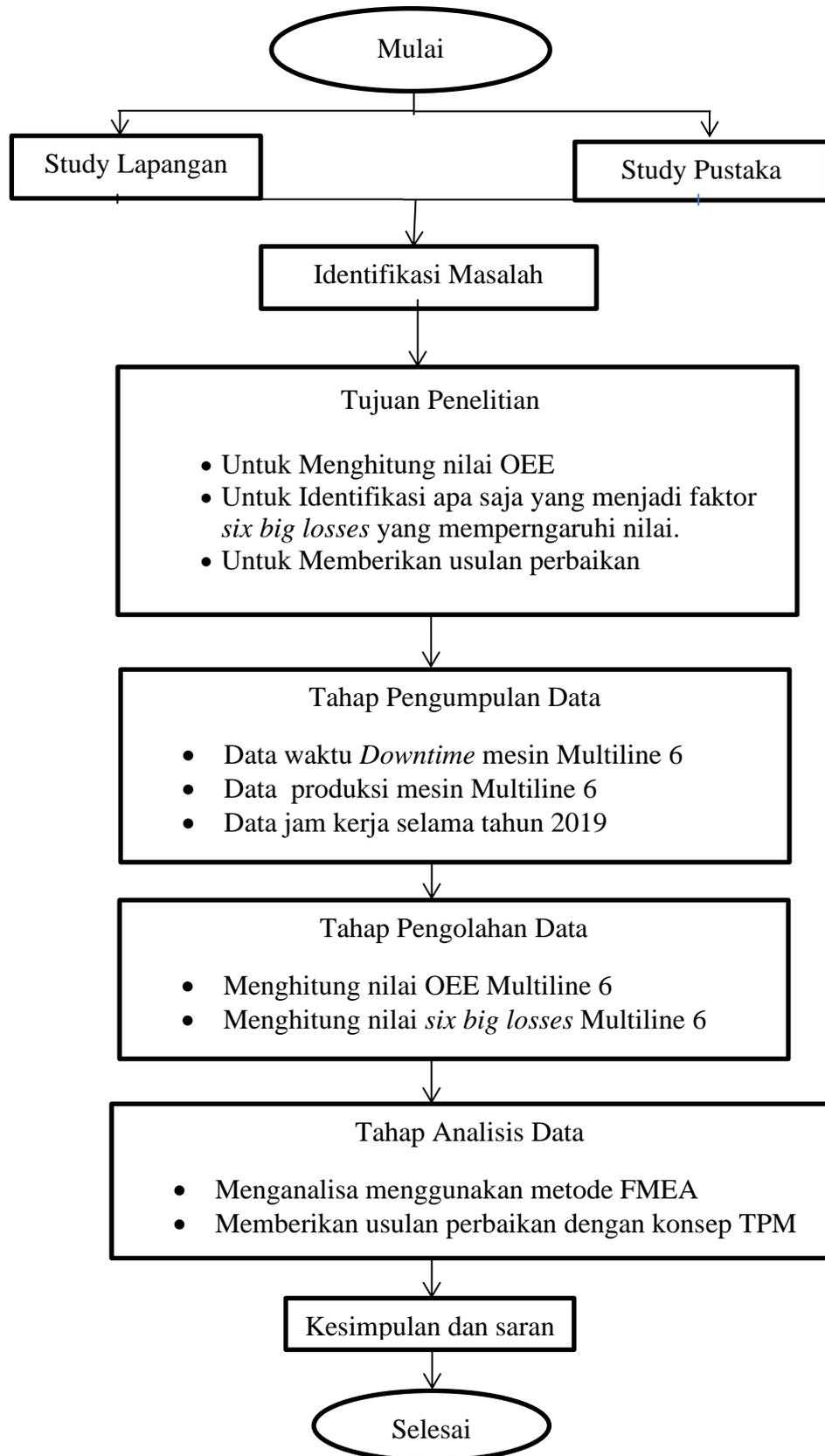
2.4 TPM (*Total Productive Maintenance*)

TPM (*Total Productive Maintenance*) yaitu suatu konsep tentang suatu perawatan yang melibatkan seluruh pekerja melalui suatu group (Ansori, 2013). Tujuan dari TPM (*Total Productive Maintenance*) yaitu:

1. Memelihara guna meningkatkan kapasitas peralatan tersebut.
2. Menjaga serta memelihara usia mesin agar terjaga saat beroperasi.
3. Menggunakan support dari area operasi.
4. Mendorong masukkan dari semua karyawan.
5. Menggunakan tim untuk perbaikan berkelanjutan (Besterfield, 2003).

3. METODE PENELITIAN

Pada bab 3 ini akan berisi tentang gambaran dan kerangka dalam berpikir hingga pemecahan suatu permasalahan dan memberi penjelasan alur proses.



4. HASIL DAN PEMBAHASAN

4.1. Menghitung OEE

Menghitung OEE ada tiga parameter yang harus dicari dahulu nilainya. Diantaranya yaitu *availability rate*, *performance rate*, dan *quality rate*, berikut ini adalah hasil perhitungan ketiga faktor yang harus kita ketahui.

4.1.1 Availability Ratio

Tabel 4.1 Availability Ratio

| BULAN | OPERATING TIME | LOADING TIME | TOTAL |
|-------------|----------------|--------------|-------|
| JANUARI | 32.531 | 36.559 | 89% |
| FEBRUARI | 27.832 | 31.905 | 87% |
| MARET | 31.785 | 35.652 | 89% |
| APRIL | 29.933 | 34.642 | 86% |
| MEI | 29.798 | 33.869 | 88% |
| JUNI | 22.038 | 26.037 | 85% |
| JULI | 31.830 | 35.810 | 89% |
| AGUSTUS | 30.140 | 34.388 | 88% |
| SEPTEMBER | 30.556 | 34.305 | 89% |
| OKTOBER | 31.784 | 35.872 | 89% |
| NOVEMBER | 30.155 | 34.349 | 88% |
| DESEMBER | 31.740 | 35.852 | 88% |
| RATA - RATA | | | 88% |

4.1.2 Performance Ratio

Tabel 4.2 Performance Ratio

| BULAN | OPERATING TIME | TOTAL OUTPUT | WAKTU SIKLUS (minute) | PERFORMANCE RATIO |
|-----------|----------------|--------------|-----------------------|-------------------|
| JANUARI | 32.153 | 4.630.032 | 0.005 | 72% |
| FEBRUARI | 27.566 | 3.969.504 | 0.005 | 72% |
| MARET | 31.462 | 4.530.528 | 0.005 | 72% |
| APRIL | 29.587 | 4.260.528 | 0.005 | 72% |
| MEI | 29.442 | 4.239.648 | 0.005 | 72% |
| JUNI | 21.728 | 3.128.832 | 0.005 | 72% |
| JULI | 31.510 | 4.537.440 | 0.005 | 72% |
| AGUSTUS | 29.742 | 4.282.848 | 0.005 | 72% |
| SEPTEMBER | 30.227 | 4.352.688 | 0.005 | 72% |
| OKTOBER | 31.411 | 4.523.184 | 0.005 | 72% |
| NOVEMBER | 29.765 | 4.286.160 | 0.005 | 72% |
| DESEMBER | 31.473 | 4.532.112 | 0.005 | 71% |

| | |
|-------------|-----|
| RATA - RATA | 72% |
|-------------|-----|

4.1.3 Quality Ratio

Tabel 4.3 Quality Ratio

| BULAN | TOTAL OUTPUT | TOTAL DEFECT | QUALITY RATIO |
|-------------|--------------|--------------|---------------|
| JANUARI | 4.630.032 | 688.224 | 92% |
| FEBRUARI | 3.969.504 | 357.824 | 91% |
| MARET | 4.530.528 | 268.440 | 94% |
| APRIL | 4.260.528 | 367.046 | 91% |
| MEI | 4.239.648 | 437.960 | 90% |
| JUNI | 3.128.832 | 363.872 | 88% |
| JULI | 4.537.440 | 263.606 | 94% |
| AGUSTUS | 4.282.848 | 385.423 | 91% |
| SEPTEMBER | 4.352.688 | 355.161 | 92% |
| OKTOBER | 4.523.184 | 543.528 | 88% |
| NOVEMBER | 4.286.160 | 336.025 | 92% |
| DESEMBER | 4.532.112 | 578.220 | 87% |
| RATA - RATA | | | 91% |

4.1.4 Overall Equipment Effectiveness (OEE)

$$OEE = (Availability \times Performance \times Quality) \times 100\%$$

$$= (0,89 \times 0,72 \times 0,92) \times 100\%$$

$$= 58\%$$

Tabel 4.4 Presentase OEE

| BULAN | AVAILABILITY RATIO | PERFORMANCE RATIO | QUALITY RATIO | OEE % |
|-------------|--------------------|-------------------|---------------|-------|
| JANUARI | 88% | 72% | 92% | 58% |
| FEBRUARI | 86% | 72% | 91% | 56% |
| MARET | 88% | 72% | 94% | 59% |
| APRIL | 85% | 72% | 91% | 55% |
| MEI | 87% | 72% | 90% | 56% |
| JUNI | 83% | 72% | 88% | 52% |
| JULI | 88% | 72% | 94% | 59% |
| AGUSTUS | 86% | 72% | 91% | 56% |
| SEPTEMBER | 88% | 72% | 92% | 58% |
| OKTOBER | 88% | 72% | 88% | 55% |
| NOVEMBER | 87% | 72% | 92% | 57% |
| DESEMBER | 88% | 71% | 87% | 54% |
| RATA - RATA | | | | 56% |

4.1.5 Akumulasi Six Big Losses

Setelah dilakukan perhitungan *six big losses* pada mesin multiline 6, setelah itu dilakukan perhitungan prosentase masing – masing terhadap waktu losses.

Tabel 4.5 Akumulasi Six Big Losses

| LOSSES | TOTAL WAKTU (menit) | PROSENTASE LOSSES % |
|-------------------------|---------------------|---------------------|
| EQUIPMENT LOSSES | 40.232 | 10% |
| SETUP & ADJUSMENT | 8.886 | 2% |
| IDLING & MINOR STOPPAGE | 4.056 | 1% |
| REDUCE SPPED LOSS | 304.798 | 80% |
| DEFECT SPEED | 24.122 | 6% |
| REDUCED YIELD | 608 | 1% |
| TOTAL | 382.702 | 100% |

Dapat diketahui waktu losses terlama dan menyebabkan kerugian terbesar dan dapat diketahui jika losses yang menjadi prioritas utama yang harus diperbaiki yaitu *reduce speed*, *equipment losses* dan *defect speed* Kedua losses tersebut akan dianalisis menggunakan FMEA guna mengetahui resiko kegagalan tertinggi.

4.2 Analisis Failure Mode and Effect Analysis (FMEA)

Analisis FMEA merupakan analisis yang khusus dipergunakan untuk identifikasi masalah kerusakan mesin yang menjadi penyebabnya dari *losses* utama yaitu *reduce speed*, *equipment losses* dan *defect speed*.

Tabel 4.6 Failure Mode and Effect Analysis (FMEA)

| NO | JENIS KERUGIAN | FAILURE MODE | FAILURE EFFECT | FAILURE CAUSE | S | O | D | RPN |
|----|-------------------|------------------------------|--|--|---|---|---|-----|
| 1 | REDUCE SPEED LOSS | Conveyor macet | Proses produksi mesin macet | Terdapat sisa - sisa material yang terdapat pada rantai conveyor | 6 | 7 | 4 | 168 |
| 2 | | Ter cutter tumpul | Proses pemotongan produk tidak sesuai | Pergantian pisau atau membersihkan cutter dengan sikat besi | 5 | 5 | 4 | 100 |
| 3 | | Setting speed tidak standart | Produk tidak sesuai | Penyesuaian terhadap masing - masing produk | 5 | 4 | 6 | 120 |
| 4 | | Peer cutter goyah | Pemotongan tidak sempurna | Perlu tindakan preventive dari operator untuk mengencangkan | 5 | 4 | 4 | 80 |
| 5 | | Bearing roll heater haus | elemen mulai tidak sempurna saat proses produksi | operator tidak Sesering melakukan pelumasan | 7 | 5 | 5 | 175 |
| 6 | | Seal hopper bocor | Produk tercecer ke semua bagian mesin | Karena sering terjadi getaran antara mesin dengan pipa hopper | 6 | 4 | 6 | 144 |

| NO | JENIS KERUGIAN | FAILURE MODE | FAILURE EFFECT | FAILURE CAUSE | S | O | D | RPN |
|----|----------------|--|---|---|---|---|---|-----|
| 7 | | Sensor vertikal dan horizontal tidak berfungsi | tidak dapat mengetahui posisi tepat kemasan | tertutup debu dari sisa kotoran yang menghalangi sensor | 5 | 4 | 4 | 80 |

| | | | | | | | | |
|----|----------------|---|---|--|---|---|---|-----|
| 8 | EQUIPMENT LOSS | Conveyor putus | Mesin berhenti | Rantai pada conveyor dalam kondisi tidak layak pakai | 7 | 3 | 4 | 84 |
| 9 | | Ter atau peer cutter patah | mesin berhenti karena cutternya tidak bekerja | pengasah sudah tumpul | 6 | 3 | 4 | 72 |
| 10 | | Hopper macet | Produksi tidak dapat berjalan | Material terlalu padat | 6 | 5 | 5 | 150 |
| 11 | | As heater patah | produksi berhenti karena tidak ada pemanasnya | Panas terlalu lama sehingga as mudah patah | 8 | 3 | 4 | 96 |
| 12 | | listrik padam | produksi berhenti total | Gangguan listrik | 8 | 3 | 2 | 48 |
| 13 | DEFECT LOSS | Kontaminan | produk tidak lulus QC | tercampurnya material dengan benda lain | 3 | 4 | 5 | 60 |
| 14 | | Setting overrunning | hasil tidak sesuai standar | Operator melakukan setting supaya tercapai diatas target | 4 | 8 | 4 | 128 |
| 15 | | Setting desain kemasan tidak sesuai standar | Kemasan gembos | Setting kemasan tidak sesuai | 3 | 8 | 5 | 120 |

5. Kesimpulan

1. Pada mesin multiline 6 rata – rata nilai OEE selama bulan januari – desember 2019 adalah 56%. Untuk prosentase OEE tertinggi yaitu terjadi pada bulan maret dan juli yaitu sebesar 59%. Sedangkan yang terendah terjadi pada bulan juni dengan prosentase 52% hal ini disebabkan oleh nilai *availability ratio* dan *quality ratio* yang rendah.
2. Untuk prosentase losses yang paling berpengaruh yaitu *reduce speed losses* dengan prosentase 80%, kemudian yang kedua yaitu *equipment losses* dengan prosentase 10%, yang ketiga yaitu *reduce speed losses* dengan prosentase 6%, dan yang keempat yaitu *setup and adjustment* dengan prosentase 2%, yang kelima dan keenam yaitu *idling and minor stoppage* dan *reduce yield* dengan prosentase 1 %.
3. Usulan perbaikan untuk perusahaan guna meminimalisir losses yang berpengaruh :
 1. Bearing roll heater harus upaya meminimalisir yaitu dengan cara operator harus sesering mungkin melakukan pengecekan terhadap bearing roll heater, supaya tidak sering terjadi bearing roll bermasalah, jika operator sering melakukan tindakan preventive maka peluang terjadinya kegagalan ini berkurang dengan sedikit.
 2. Conveyor macet merupakan suatu kegagalan dimana conveyor yang ada pada line yang membawa produk yang sudah dikemas setelah di cutter mengalami

penyangkutan diconveyor. Hal ini mengakibatkan conveyor tidak dapat menuju ke proses selanjutnya, sehingga mengurangi hasil yang dihasilkan oleh mesin multiline 6.

3. Seel hopper bocor merupakan kegagalan yang dimana seel antara pipa penyambung antara mesin multiline 6 dengan hopper drum dilantai 2, sehingga pada saat berjalannya mesin terjadi getaran sehingga seel karet yang tersambung antara pipa hopper dan mesin multiline 6 terjadi kebocoran.
4. Hopper macet merupakan kegagalan yang sering terjadi pada mesin multiline 6, dimana material yang terlalu banyak dan menumpuk dikerucut pipa hopper sehingga valve yang mau masuk mengisi kemasan mengalami tersumbat padat dan keras, sehingga proses berjalannya produksi terganggu. Solusinya yaitu operator setiap 30 menit melakukan pengecekan terhadap pipa hopper tersebut.

6. Saran

Bagi peneliti selanjutnya diharapkan dapat berkomunikasi lebih sesering mungkin terhadap operator maupun pihak manajemen terkait detail dari pokok penelitian tersebut.

7. Daftar Pustaka

Resa Miftahul Jannah, Supriyadi dan Ahmad Nalhadi. (2017). Analisis Efektivitas Pada Mesin Centrifugal dengan Metode *Overall Equipment Effectiveness* (OEE). Seminar Nasional Riset Terapani.70-75.

Sudrajat, A. (2011). *Manajemen Perawatan Mesin Industri*. Edisi 1, PT.Reivika aditama. Bandung.

Miftah Firmansyah, Aries Susanti, Diana Puspitasari. (2016). Analisis *Overall Equipment Effectiveness* dan *Six Big Losses* pada Mesin Pencelupan Benang PT.Pismatex Textile industry. Jurnal Tugas Akhir Jurusan Teknik Industri Universitas Diponegoro.

Andiyanto, Sutrisno, Charles. (2016). Penerapan Metode FMEA (*Failure Mode And Effect Analysis*) Untuk Kuantifikasi dan Pencegahan Resiko Akibat Terjadinya Lean Waste. Jurnal Jurusan Teknik Mesin Universitas Sam Ratulangi.

Kenedy, Mohamad Nafis, Widiasih, Wiwin, dan Herlina. (2018). Analisis Perhitungan Nilai Overall Equipment Effectiveness (OEE) pada Mesin Wrapping di Perusahaan Biskuit dan Wafer PT. UNIMOS. Jurnal Tugas Akhir Program Studi Teknik Industri Universitas 17 Agustus 1945 Surabaya.