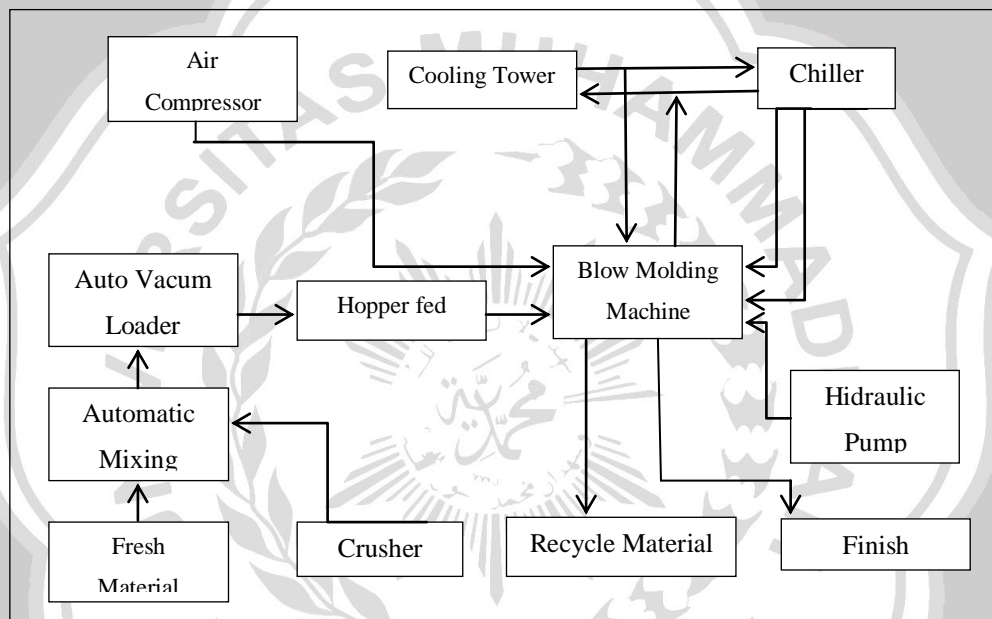


BAB II TINJAUAN PUSTAKA

2.1 Proses Produksi

PT. Batara Elok Semesta Terpadu untuk memenuhi permintaan buyernya memproduksi minyak goreng kemasan Jerigen 20 L dan 25 L. Perusahaan ini mempunyai divisi untuk memproduksi jerigen dengan tujuan efisiensi biaya. Divisi tersebut berada di divisi molding. Secara umum gambaran proses produksi kemasan Jerigen 25 L dapat dilihat pada gambar 2.1



Gambar 2.1. Alur Produksi Jerigen



Gambar 2.2 Mesin Molding

Sumber : Bagian Produksi PT. Batara Elok Semesta Terpadu

Bedasarkan wawancara dengan manager produksi proses produksi dimulai dengan menyalakan mesin *Moulding* dan menunggu 4 jam untuk proses

pemanasan mesin agar mesin *Moulding* bisa digunakan. Selama proses pemanasan operator mengecek kondisi *air compressor*, *cooling tower*, *chiller*, dan *hidraulic pump* untuk memastikan tidak adanya permasalahan pada mesin tersebut. Operator bahan juga mulai melakukan proses *mixing* bahan untuk mensuplai kebutuhan bahan baku pada tiap mesinnya.

Setelah mesin siap digunakan bahan baku yang ditempatkan pada tiap tong bahan mulai masuk ke *hooper field* dengan mesin *auto vacuum loader*, plastik mengikuti gerakan screw mould dengan kecepatan tertentu (dapat diatur) dan dapat diyakinkan mencapai homogen saat berada dalam *extruder*. Hasil pencampuran ini dapat menjamin seragamnya warna dan kekuatan disetiap sisi Jerigen. Proses pemanasan terdiri dari tiga zona yaitu: zona *extruder*, zona *adapter* dan zona *die head*. *Screw* pada *extruder* berfungsi tidak hanya sebagai transportasi tapi juga sebagai pengaduk dan penekan material hingga sampai ke unit *adapter*. Material yang telah sampai di ujung *extruder* ditekan ke bawah oleh akumulator dan material melintasi zona *adapter*. Kepala *die konvergen* atau *divergen* dapat membuka dan menutup untuk mengumpukan material plastik yang berbentuk *jelly* panas sekitar 165 ° C ke bagian *mold*.

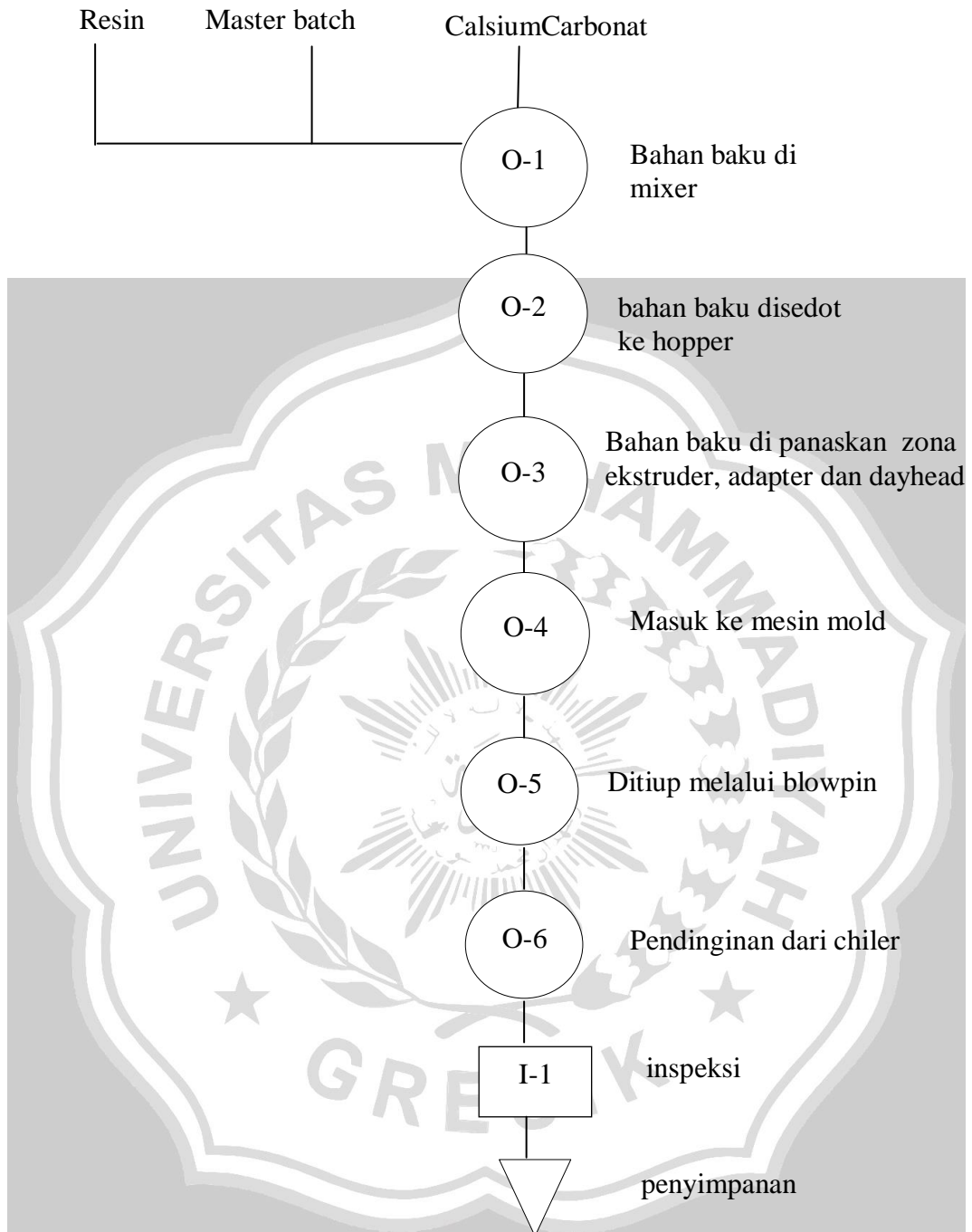
Desain cetakan terbagi dua bagian yang simetris, dapat dipisahkan satu sama lain dalam proses pembentukan produk jerigen, satu digerakkan ke kiri dan satunya ke kanan atau dengan kata lain gerakan *mold* membuka. Pada saat akan diisi material panas, *mold* berada pada posisi membuka hingga material masuk dari atas secukupnya sesuai *setting*, dilanjutkan dengan gerakan merapat kedua sisi *mold*. Pada saat ini *feed* material ke *mold* terhenti dan terpotong oleh gerakan *konvergen die*. Angin bertekanan 8 bar ditiupkan (*blowing*) melalui *blow pin* sehingga plastik yang panas mengembang seperti balon mengikuti bentuk cetakan. Sedangkan angin sisa yang dipindahkan oleh mengembangnya balon plastik tersebut keluar melalui lubang pembuangan yang tersedia pada cetakan sebanyak empat sisi. Selanjutnya Jerigen akan dipertahankan bentuknya dengan pendinginan oleh air dingin dari *chiller* dengan temperatur yang dapat diatur berkisar 10 s.d 17 ° C.

Beberapa saat dalam *mold* tersebut suplai angin tertutup secara otomatis dan tekanan angin yang tersisa di lepaskan saat ini juga. Selama proses *delay* ini

mold yang satu set lagi melakukan proses yang sama sehingga masuk masa *delay cooling*, di saat *mold* yang kedua memasuki tahap *cooling*, *mold* yang pertama terbuka secara *pneumatic* dan mengeluarkan Jerigen dengan bantuan robot, selanjutnya siap menerima *feed* panas yang baru pada posisi *feeding* plastik panas. Pekerja mengambil Jerigen yang sudah jadi, memindahkan *scrap* dan membersihkan mulut Jerigen.



2.1.1 Operation ProcessChart Mesin Molding



Gambar 2.2 Operation Processes Chart Mesin Molding

2.2 Perawatan

Perawatan adalah bentuk kegiatan yang dilakukan untuk mencapai hasil yang mampu mengembalikan item atau mempertahankannya pada kondisi yang selalu dapat berfungsi secara optimal.(Ansori & Mustajib, 2013). Dengan meningkatnya robotisasi dan otomatisasi semakin banyak proses produksi bergeser dari pekerja ke mesin semakin besar peran yang dimainkan oleh peralatan itu sendiri dalam mengendalikan output.(Nakajima, 1998)

2.3 Tujuan Perawatan

Proses pemeliharaan secara umum bertujuan untuk memfokuskan dalam langkah mencegah untuk mengurangi atau bahkan menghindari kerusakan dari peralatan dengan memastikan tingkat keandalan dan kesiapan serta meminimalkan biaya perawatan.

Tujuan utama dilakukan sistem manajemen perawatan menurut *Japan Institute of Plan Maintenance* dan *Consultant TPM India* dalam(Ansori & Mustajib, 2013) secara detail sebagai berikut :

- Memperpanjang umur pakai fasilitas produksi.
 - Menjamin tingkat ketersediaan optimum dari fasilitas produksi.
 - Menjamin kesiapan operasional seluruh fasilitas yang diperlukan untuk pemakaian darurat.
 - Menjamin keselamatan operator dan pemakaian fasilitas.
 - Mendukung kemampuan mesin dapat memenuhi kebutuhan sesuai dengan fungsinya.
 - Membantu mengurangi pemakaian dan penyimpanan diluar batas dan menjaga modal yang di investasikan dalam perusahaan selama waktu yang ditentukan sesuai dengan kebijakan perusahaan mengenai investasi tersebut.
-
- Mencapai tingkat biaya perawatan serendah mungkin (*lowest maintenance cost*) dengan melaksanakan maintenance secara efektif dan efisien.
 - Mengadakan kerja sama yang erat dengan fungsi-fungsi utama lainnya dalam perusahaan untuk mencapai tujuan utama perusahaan, yaitu keuntungan yang sebesar-besarnya dan total biaya yang rendah.

2.4 Strategi Perawatan

Filosofi perawatan untuk fasilitas produksi pada dasarnya adalah untuk menjaga level maksimum konsistensi optimasi produksi dan avibilitas tanpa mengesampingkan keselamatan. Untuk mencapai filosofi tersebut maka digunakan strategi perawatan, dimana perawatan dibagi menjadi dua yaitu perawatan terencana dan perawatan tidak terencana.

Menurut Duffuaa dkk (1999) dalam (Ansori & Mustajib, 2013) strategi perawatan akan diuraikan sebagai berikut :

- **Penggantian (*Replacement*)**

Merupakan penggantian peralatan/komponen untuk melakukan perawatan. Kebijakan penggantian ini dilakukan pada seluruh/sebagian (*part*) dari sebuah sistem yang dirasa perlu dilakukan upaya penggantian oleh karena tingkat utilitas mesin atau keadaan fasilitas produksi berada dalam kondisi yang kurang baik. Tujuan strategi perawatan penggantian antara lain untuk menjamin berlangsungnya sistem sesuai dengan keadaan normalnya.

- **Perawatan Peluang (*Opportunity maintenance*)**

Perawatan dilakukan ketika terdapat kesempatan, misalnya perawatan pada saat mesin sedang *shut down*. Perawatan peluang dimaksudkan agar tidak terjadi waktu menganggur (*idle*) baik oleh operator maupun petugas perawatan, perawatan bisa dilakukan dengan skala yang paling sederhana seperti pembersihan (*cleaning*) maupun perbaikan fasilitas pada sistem produksi (*repairing*)

- **Perbaikan (*Overhaul*)**

Merupakan pengujian secara menyeluruh dan perbaikan (*restoration*) pada sedikit komponen atau sebagian besar komponen sampai kondisi dapat diterima. Perawatan perbaikan merupakan jenis perawatan yang terencana dan biasanya proses perawatannya dilakukan secara menyeluruh terhadap sistem, sehingga diharapkan sistem atau sebagian sub sistem dapat bekerja dengan handal.

- **Perawatan pencegahan (*Preventive maintenance*)**

Merupakan perawatan yang dilakukan secara terencana untuk mencegah terjadinya potensial kerusakan. *Preventive maintenance* adalah kegiatan pemeliharaan/perawatan yang dilakukan untuk mencegah timbulnya kerusakan yang tidak terduga dan menemukan kondisi atau keadaan yang menyebabkan fasilitas produksi menjadi menjadi kerusakan pada saat digunakan dalam produksi. Dalam prakteknya *preventive maintenance* yang dilakukan oleh perusahaan dibedakan atas :

1. *Routing maintenance*

Yaitu kegiatan pemeliharaan terhadap kondisi dasar mesin dan mengganti suku cadang yang aus/rusak yang dilakukan secara rutin misalnya setiap hari. Contoh pembersihan peralatan, pelumasan atau pengecekan oli, pengecekan bahan bakar, pemanasan mesin-mesin sebelum dipakai produksi.

2. *Periodic maintenance*

Yaitu kegiatan pemeliharaan yang dilakukan secara periodic atau dalam jangka waktu tertentu misalnya satu minggu sekali, dengan cara melakukan inspeksi secara berkala dan berusaha memulikan bagian mesin yang cacat atau tidak sempurna. Contoh penyetelan katup-katup pemasukan dan pembuangan, pembongkaran mesin untuk penggantian bearing.

3. *Running maintenance*

Merupakan pekerjaan perawatan yang dilakukan pada saat fasilitas produksi dalam keadaan bekerja. Perawatan ini termasuk cara perawatan yang direncanakan untuk diterapkan pada peralatan atau pemesinan dalam keadaan operasi. Biasanya diterapkan pada mesin-mesin yang harus terus menerus beroperasi dalam melayani proses produksi. Kegiatan perawatan dilakukan dengan jalan mengawasi secara aktif. Diharapkan hasil perbaikan yang telah dilakukan secara tepat dan terencana ini dapat menjamin kondisi operasional tanpa adanya gangguan yang mengakibatkan kerusakan.

4. *Shutdown maintenance*

Merupakan kegiatan perawatan yang hanya dapat dilaksanakan pada waktu fasilitas produksi sengaja dimatikan atau dihentikan.

2.5 *Overall Equipment Effectiveness(OEE)*

Overall Equipment Effectiveness adalah suatu perhitungan yang dilakukan untuk mengetahui sejauh mana tingkat keefektifan suatu mesin atau peralatan yang ada. Ansori dan Mustajib(2013) OEE merupakan salah satu metode yang terdapat dalam *Total Productive Maintenance(TPM)*. TPM merupakan proses untuk memaksimalkan produktifitas penggunaan peralatan, melalui pengurangan downtime dan perbaikan kualitas dan kapasitas. Namun, sebuah mesin yang mengalami *downtime, speed losses*, atau menghasilkan produk yang cacat menunjukkan bahwa mesin tidak bekerja secara efektif (Nakajima, 1998).

Penurunan produktivitas diakibatkan oleh adanya penggunaan mesin yang tidak baik akan menimbulkan enam kerugian (*six big losses*). Menurut Nakajima (1988) untuk mencapai keefektifan peralatan secara keseluruhan TPM berupaya mengeliminasi 6 kerugian besar yang merupakan suatu hambatan besar terhadap efektivitas peralatan antara lain yaitu :

1. *Downtime*
 - a. Kerugian diakibatkan kerusakan peralatan (*Equipment Failure*)
 - b. kerugian penyetelan dan penyesuaian (*Setup and Adjustment Losses*)
2. *Speed Losses*
 - a. Kerugian karena menganggur dan perhentian mesin (*Idle and Minor Stoppage*)
 - b. Kerugian karena kecepatan operasi rendah (*Reduced Speed*)
3. *Defect*
 - a. kerugian cacat produk dalam proses (*Defect in process*),
 - b. kerugian akibat hasil rendah (*Reduced Yield*).

2.5.1 Tujuan OEE

Penggunaan OEE sebagai indikator performansi, mengambil periode waktu tertentu seperti :pershift, harian, mingguan, bulanan maupun tahunan. Pengukuran OEE lebih efektif digunakan pada suatu peralatan produksi. OEE juga dapat

digunakan dalam beberapa jenis tingkatan pada sebuah lingkungan perusahaan yaitu :

1. Digunakan sebagai “*benchmark*” untuk mengukur rencana perusahaan dalam performansi.
2. Nilai OEE digunakan untuk membandingkan garis performansi melintang dari perusahaan, maka akan terlihat aliran yang tidak penting
3. OEE dapat mengidentifikasi mesin mana yang mempunyai performansi buruk
4. Digunakan untuk menentukan *starting point* dari perusahaan
5. Digunakan untuk mengidentifikasi kerugian produktifitas
6. Digunakan untuk menentukan prioritas dalam usaha untuk meningkatkan OEE dan produktifitas

2.5.2 Manfaat OEE

Menurut (Ansori & Mustajib, 2013) dalam pelaksanaan OEE ada beberapa manfaat yang dapat diambil dari OEE, antara lain:

1. Dapat digunakan untuk menentukan *starting point* dari perusahaan ataupun peralatan/mesin.
2. Dapat digunakan untuk mengidentifikasikan kejadian *bottleneck* di dalam peralatan / mesin.
3. Dapat digunakan untuk mengidentifikasikan kerugian produktifitas (*true productivity losses*).
4. Dapat digunakan untuk menentukan prioritas dalam usaha untuk meningkatkan OEE dan peningkatan produktivitas.

2.5.3 Perhitungan OEE

Nilai OEE dipengaruhi oleh tiga faktor, diantaranya *Availability*, *Performance* dan *Quality*. Ketiga faktor tersebut dapat membantu mengetahui dan mengkategorikan penyebab *productivity losses* yang terjadi selama proses dilaksanakan (Vorne Industries, 2008).

2.5.3.1 Availability

Availability adalah Rasio yang menunjukkan pemanfaatan waktu yang tersedia untuk kegiatan operasi mesin atau peralatan (Nakajima, 1998). Data yang dibutuhkan adalah *downtime* dan *loding time*, dengan menggunakan rumus perhitungan berikut:

$$Availability = \frac{Loading\ Time - Downtime}{Loading\ Time} \times 100\% \dots\dots\dots(2.1)$$

2.5.3.2 Performance Efficiency

Menurut (Nakajima, 1998) Perhitungan Performance, yaitu rasio yang menunjukkan kemampuan dari peralatan dalam menghasilkan barang. Data yang dibutuhkan adalah total produksi, *cycle time*, dan *operation time*. *Performance Efficiency* memiliki 2 komponen, yaitu *idling and minor stoppage losses* dan *reduce seed*. Rasio ini merupakan hasil dari *operating speedrate* dan *net operating rate*. *Operating speed rate* peralatan mengacu kepada perbedaan antara kecepatan ideal (berdasarkan desain peralatan) dan kecepatan operasi aktual. *Net Operating rate* mengukur pemeliharaan dari suatu kecepatan selama periode tertentu.

Dengan kata lain, ia mengukur apakah suatu operasi tetap stabil dalam periode selama peralatan beroperasi pada kecepatan rendah. *Performance efficiency* dapat dihitung dengan rumus sebagai berikut:

$$Performance\ Efficiency = \frac{Processed\ Amount \times Ideal\ Cycletime}{Operating\ Time} \times 100\% \dots\dots\dots(2.2)$$

2.5.3.3 Rate Of Quality

Menurut Ansori & Mustajib (2013) *quality rate* merupakan suatu rasio yang menggambarkan kemampuan peralatan dan menghasilkan produk yang sesuai dengan standar. *Quality rate* didukung 2 komponen, yaitu *defect in process* dan *reduced yield*. Berikut rumus Perhitungan Quality :

Data yang dibutuhkan adalah total produksi dan banyaknya defect, dengan menggunakan rumus perhitungan adalah sebagai berikut:

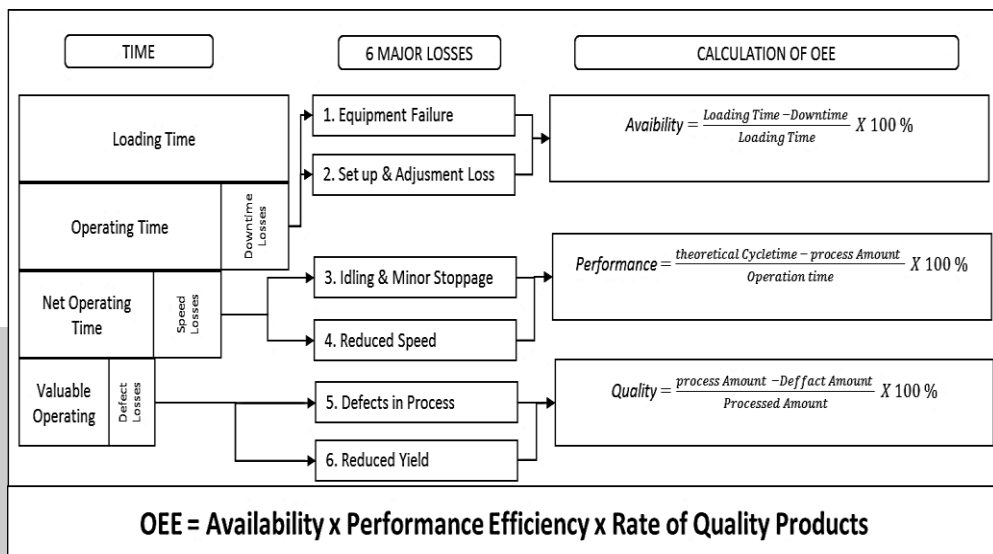
$$Quality\ Rate = \frac{Processed\ Amount - Defect\ Amount}{Processed\ Amount} \times 100\% \dots\dots\dots(2.3)$$

2.5.3.4 Nilai Overall Equipment Effectiveness (OEE)

Nilai OEE diperoleh dengan mengalikan ketiga rasio utama tersebut. Berikut rumus perhitungan OEE :

$$OEE = Availability\ (\%) \times Performance\ (\%) \times Quality\ rate\ (\%) \dots\dots\dots(2.4)$$

Ketiga unsur tersebut merupakan rasio OEE yang didefinisikan sebagaimana terlihat pada Gambar 2.3



Gambar 2.3 Perhitungan Nilai OEE

sumber : (Nakajima, 1998)

Berdasarkan pengalaman (Nakajima, 1998) kondisi ideal untuk OEE setelah diterapkan di beberapa perusahaan menghasilkan nilai sebagai berikut :

- *Availability* > 90%
- *Performance efficiency* > 90%
- *Quality rate* > 99%

Sehingga akan diperoleh OEE yang ideal sebagai berikut :

$$0.90 \times 0.95 \times 0.99 \times 100 = 85\%$$

Angka 85% berasal dari rata-rata nilai OEE yang didapatkan dari pemenang sebuah persaingan perusahaan bukan sebagai *world class*.

2.5.4 Six Big Losses (Enam Kerugian Besar)

Menurut (Nakajima, 1998) terdapat 6 kerugian peralatan yang menyebabkan rendahnya efektivitas dari peralatan. Keenam kerugian tersebut, disebut dengan *Six big losses* yang terdiri dari:

1. Kerugian akibat kerusakan peralatan (*Equipment Failure*)
2. Kerugian penyetalan dan penyesuaian (*Setup and Adjustment Losses*)
3. Kerugian karena menganggur dan perhentian mesin (*Idle and Minor Stoppage*)
4. Kerugian karena kecepatan operasi rendah (*Reduced Speed*)
5. Kerugian cacat produk dalam proses (*Defect in process*)

6. Kerugian akibat hasil rendah (*Reduced Yield*)

Lalu dikategorikan menjadi 3 kategori utama berdasarkan aspek kerugiannya, yaitu Penurunan waktu (*downtime losses*), Penurunan Kecepatan (*Speed Loss*), Penurunan Kualitas (*Quality loss*).

2.5.4.1 Equipment Failure (Breakdown Loss)

Equipment failure (breakdown loss) yaitu kerugian yang berhubungan dengan kegagalan. Untuk menghitung *equipment failure (breakdown loss)* digunakan rumus:

$$\text{Equipment Failure (breakdown loss)} = \frac{\text{Total breakdown time}}{\text{Loading Time}} \times 100\% \dots (2.5)$$

2.5.4.2 Setup and Adjustment Loss

Setup and adjustment loss yaitu kemacetan yang terjadi akibat perubahan sistem kerja. Kerugian ini disebabkan adanya perubahan pada saat beroperasi. Untuk menghitung *setup and adjustment loss* digunakan rumus:

$$\text{Setup and Adjustmen Loss} = \frac{\text{Total setup and Adjusment}}{\text{Loading Time}} \times 100\% \dots (2.6)$$

2.5.4.3 Idling and Minor Stoppages

Idling and minor stoppages yaitu kerugian yang terjadi ketika menunggu atau mendiamkan sehubungan dengan adanya pembersihan dan penataan ulang. Untuk menghitung *idle and minor stoppages* digunakan rumus:

$$\text{Idle and Minor Stoppages} = \frac{\text{Non productive time}}{\text{Loading Time}} \times 100\% \dots (2.7)$$

2.5.4.4 Reduced Speed Loss

Reduced speed loss merupakan kerugian yang berhubungan dengan kecepatan operasi aktual yang rendah, di bawah kecepatan operasi ideal. Untuk menghitung *reduce speed loss* digunakan rumus:

$$\text{Reduce Speed Loss} = \frac{\text{Operation time} - (\text{ideal cycle time} \times \text{Processed amount})}{\text{Loading Time}} \times 100\% \dots (2.8)$$

2.5.4.5 Process Defects Loss

Process defects loss yaitu kerugian yang disebabkan karena adanya produk cacat maupun karena kerja produk diproses ulang. Untuk menghitung *process defect loss* digunakan rumus:

$$\text{Process Defect Loss} = \frac{\text{Ideal cycle time} \times \text{defect amount}}{\text{Loading Time}} \times 100\% \dots (2.9)$$

2.5.4.6 Reduce Yield Loss

Reduce yield loss merupakan kerugian material sehubungan dengan perbedaan pada input berat bahan dan berat dari produk berkualitas. Untuk menghitung *reduce yield loss* digunakan rumus:

$$\text{Reduce Yield Loss} = \frac{\text{Ideal cycle time} \times \text{yield}}{\text{Loading Time}} \times 100\% \dots \dots \dots (2.10)$$

Tabel 2.1 Six Big Losses

<i>Six Big Losses</i>	Pengertian
<i>Breakdown Loss</i>	Kerugian berhubungan dengan kegagalan. Jenis kegagalan meliputi fungsi <i>stopping sporadis</i> kegagalan dan fungsi mengurangi kegagalan dimana fungsi peralatan turun dibawah tingkat normal
<i>Setup and Adjustment Loss</i>	Kerugian kemacetan terjadi ketika perubahan sistem kerja. Kerugian ini disebabkan adanya perubahan pada saat beroperasi. Penggantian peralatan memerlukan waktu <i>shut down</i> sehingga alat dapat dipertukarkan
<i>Reduced Speed Loss</i>	Kerugian berhubungan dengan kecepatan operasi aktual yang rendah, dibawah kecepatan operasi ideal
<i>Idling and Minor Stoppage Loss</i>	Kerugian yang terjadi ketika menunggu atau mendiamkan sehubungan dengan adanya pembersihan dan penataan ulang
<i>Defect in Process</i>	Kerugian waktu sehubungan dengan cacat dan pengerjaan ulang, kehilangan keuangan sehubungan dengan menurunnya kualitas produk, dan kehilangan waktu yang diperlukan untuk memperbaiki produk cacat menjadi sempurna
<i>Reduced Yield Loss</i>	Kerugian material sehubungan dengan perbedaan pada input berat bahan dan berat dari produk berkualitas.

Sumber : (Nakajima, 1998)

2.6 Failure Mode and Effect Analysis (FMEA)

Perlunya peningkatan kualitas, keandalan, dan keamanan produk yang terus-menerus untuk meningkatkan kepuasan pelanggan. Masalah ini mengharuskan produsen untuk melakukan analisis risiko untuk mengidentifikasi

dan meminimalkan kegagalan bagian / sistem di seluruh siklus hidup produk. Metodologi FMEA adalah salah satu teknik analisis risiko yang direkomendasikan oleh standar internasional. FMEA adalah suatu prosedur terstruktur untuk mengidentifikasi dan mencegah sebanyak mungkin mode kegagalan (*failure modes*). Suatu metode kegagalan adalah apa saja yang termasuk dalam kecacatan/kegagalan dalam desain, kondisi di luar batas spesifikasi yang telah ditetapkan, atau perubahan-perubahan dalam produk yang menyebabkan terganggunya fungsi dari produk itu. (Gaspers, 2002). Proses FMEA menurut (Dyadem, 2003) memiliki tiga fokus utama, yaitu :

1. Mengenali dan mengevaluasi kegagalan potensial dan dampaknya.
2. Mengidentifikasi dan memprioritaskan kegiatan yang dapat menghilangkan kegagalan, mengurangi peluang terjadinya atau mengurangi risikonya.
3. Dokumentasi dari identifikasi yang dilakukan, evaluasi dan perbaikan agar dapat meningkatkan kualitas produk.

Beberapa manfaat menerapkan FMEA

1. Memastikan bahwa penyebab kegagalan telah diidentifikasi dan dievaluasi
2. Menyediakan sarana untuk meninjau produk dan desain proses
3. Membantu mengidentifikasi karakteristik kritis dari produk dan proses
4. Meningkatkan produktivitas, kualitas, keamanan dan efisiensi biaya;
5. Membantu menentukan kebutuhan untuk memilih bahan, bagian, perangkat, komponen dan tugas alternatif
6. Menyediakan sarana komunikasi antara berbagai departemen
7. Membantu meningkatkan kepuasan pelanggan
8. Meningkatkan citra dan daya saing perusahaan.

2.6.1 Terminologi FMEA

Terminologi yang digunakan (Dyadem, 2003) adalah :

1. Potensi modus kegagalan

Modus kegagalan potensial adalah cara dimana kegagalan dapat terjadi yaitu cara dimana item terakhir dapat gagal untuk melakukan fungsi desain yang dimaksudkan, atau melakukan fungsi tetapi gagal untuk memenuhi tujuan. Modus kegagalan potensial juga dapat menjadi

penyebab dari modus kegagalan potensial lain dalam tingkat yang lebih tinggi subsistem atau menjadi efek dari satu tingkat komponen yang lebih rendah. Mode kegagalan potensial khas meliputi :gagal untuk membuka/menutup, rapuh, retak, melengkung, *underfilled*, ukuran tidak sesuai

2. Potensi penyebab kegagalan

Potensi penyebab kegagalan mengidentifikasi akar penyebab modus kegagalan potensial, bukan gejala, dan memberikan indikasi kelemahan desain yang mengarah ke modus kegagalan. Identifikasi dari akar penyebab penting bagi pelaksanaan tindakan pencegahan atau perbaikan. Penyebab kegagalan sering dimasukkan ke tipe permasalahan berikut : tekanan yang berlebihan, material yang salah, ketebalan dinding yang salah, toleransi yang tidak tepat

3. Efek kegagalan potensial

Efek kegagalan potensial mengacu pada hasil potensial dari potensial kegagalan pada sistem, desain, proses atau layanan. Efek kegagalan potensial perlu dianalisis berdasarkan dampak local dan global. Efek local merupakan hasil dengan hanya dampak terisolasi yang tidak mempengaruhi fungsi/komponen lain dan memiliki efek pada sistem.

4. *Severity* (Keparahan)

Keparahan adalah keseriusan efek dari kegagalan. Penilaian keparahan hanya berlaku untuk efek. Keparahan dapat dikurangi hanya melalui perubahan dalam desain. Jika perubahan desain dapat dicapai, kegagalan mungkin dapat diminalisir. Pedoman untuk *severity* (keparahan) untuk proses FMEA dapat dilihat pada tabel berikut

Tabel 2.3 Tingkat *Severity* (keparahan) yang disarankan untuk FMEA

Efek	Peringkat	Kriteria
Tidak Ada	1	Tidak terlihat oleh operator (Proses/Produk)
Sangat Sedikit	2	Efek tidak berarti/diabaikan (Proses). Efek tidak signifikan/tidak berarti (Produk).
Sedikit	3	Operator mungkin akan melihat efeknya namun efeknya kecil (Proses dan Produk).
Kecil	4	Proses local dan/atau hilir mungkin terpengaruh (Proses). Pengguna akan mengalami dampak negatif kecil pada produk (Produk).
Sedang	5	Dampak akan terlihat sepanjang operasi (Proses). Mengurangi efektivitas dengan penurunan efektivitas secara bertahap. Pengguna tidak puas (Produk).
Parah	6	Gangguan terhadap proses hilir (Proses). Produk bisa dioperasikan dan aman namun efektivitasnya menurun. Pengguna tidak puas (Produk).
Tinggi	7	Downtime yang signifikan (Proses). Efektivitas produk sangat terpengaruh. Pengguna sangat tidak puas (Produk).
Sangat Tinggi	8	Downtime signifikan dan berdampak pada keuangan (Proses). Produk tidak bisa dioperasikan tapi aman. Pengguna sangat tidak puas (Produk).
Ekstrim	9	Kegagalan yang mengakibatkan efek berbahaya sangat mungkin terjadi. Masalah keamanan dan regulasi (Proses dan Produk)
Maksimum	10	Kegagalan yang mengakibatkan efek hampir pasti berbahaya. Tidak mengakibatkan cedera atau membahayakan personil operasi (Proses). Kepatuhan terhadap peraturan pemerintah (Produk).

Sumber :Dyadem, (2003)

5. *Occurrence* (Kejadian)

Kejadian adalah frekuensi kegagalan yakni seberapa sering kegagalan terjadi. Pedoman untuk *occurrence* (Kejadian) untuk proses FMEA dapat dilihat pada Tabel 2.4

Tabel 2.4 Tingkat *Occurrence* (Kejadian) yang disarankan untuk FMEA

Peringkat	Kejadian	Kriteria Kerusakan terhadap jam operasi	Kriteria
Kerusakan terjadi setiap 5 tahun	1	1 in 25.000	Kegagalan sangat tidak mungkin.
Kerusakan terjadi setiap 2 tahun	2	1 in 10.000	Kemungkinan jumlah kegagalan jarang.
Kerusakan terjadi tiap tahun	3	1 in 5.000	Sangat sedikit kemungkinan kegagalan.
Kerusakan terjadi setiap 6 bulan	4	1 in 2.500	Beberapa kemungkinan kegagalan.
Kerusakan terjadi setiap 3 bulan	5	1 in 1.000	Kegagalan sesekali mungkin.
Kerusakan terjadi tiap bulan	6	1 in 350	Kegagalan sesekali mungkin.
Kerusakan terjadi tiap minggu	7	1 in 80	Jumlah kegagalan cukup tinggi.
Kerusakan terjadi tiap hari	8	1 in 24	Tingginya angka kemungkinan kegagalan.
Kerusakan terjadi tiap shift	9	1 in 8	Angka yang sangat tinggi dari kemungkinan kegagalan.
Kerusakan terjadi tiap jam	10	1 in 1	Kegagalan hampir pasti.

Sumber : (Dyadem, 2003)

6. *Detection* (Deteksi)

Deteksi adalah kemampuan untuk mengidentifikasi kegagalan sebelum mencapai pengguna akhir/pelanggan. Pedoman untuk *detection* (Deteksi) untuk proses FMEA dapat dilihat pada Tabel 2.5.

Tabel 2.5 Tingkat *Detection* (Deteksi) yang disarankan untuk FMEA

Deteksi	Peringkat	Kriteria
Sangat Mungkin	1	Hampir pasti akan mendeteksi adanya cacat.
Sangat tinggi	2	Memiliki kemungkinan yang sangat tinggi untuk mendeteksi keberadaan kegagalan.
Tinggi	3	Memiliki efektivitas yang tinggi untuk mendeteksi.
Cukup Tinggi	4	Memiliki efektivitas cukup tinggi untuk mendeteksi.
Sedang	5	Memiliki efektivitas sedang untuk mendeteksi.
Sedang Rendah	6	Memiliki efektivitas cukup rendah untuk deteksi.
Rendah	7	Memiliki efektivitas yang rendah untuk deteksi.
Sangat Rendah	8	Memiliki efektivitas terendah untuk deteksi.
Kemungkinan Jauh	9	Memiliki kemungkinan yang sangat rendah untuk mendeteksi adanya cacat.
Sangat Tidak Mungkin	10	Hampir pasti tidak akan mendeteksi adanya cacat.

Sumber : Dyadem, (2003)

7. *Risk Priority Number* (RPN)

Sebuah RPN adalah pengukuran prioritas resiko, dihitung dengan mengalikan keparahan, kejadian dan penilaian deteksi. RPN ditentukan sebelum menerapkan tindakan perbaikan yang direkomendasikan dan digunakan untuk memprioritaskan perlakuan.

$$\text{RPN} = \text{Severity} \times \text{Occurrence} \times \text{Detection}$$

2.6.2 Anggota FMEA

Menurut (Dyadem, 2003) jumlah responden terbaik untuk mengisi angka kuisisioner yaitu 4-6 orang. Jumlah minimum responden dapat ditentukan oleh orang yang bersangkutan jika perlu untuk menawarkan keanggotaan tim kepada pelanggan baik internal maupun eksternal organisasi. Tanggung jawab anggota tim sebagai berikut :

1. Berpartisipasi
2. Menyumbangkan pengetahuan dan pengalaman
3. Berpikir terbuka untuk diskusi, negosiasi dan kompromi
4. Membagikan informasi yang akurat dengan rekan kerja.

2.6.3 Prosedur FMEA

Menurut (Dyadem, 2003) langkah-langkah FMEA adalah sebagai berikut :

1. Tentukan item yang dianalisis
2. Tentukan fungsi item yang dianalisis
3. Identifikasi semua mode kegagalan potensial untuk setiap item
4. Tentukan penyebab setiap mode kegagalan potensial
5. Mengidentifikasi efek dari setiap mode kegagalan potensial tanpa pertimbangan saat pengecekan
6. Mengidentifikasi dan daftar pengecekan yang dilakukan untuk setiap mode kegagalan potensial.
7. Tentukan tindakan korektif yang paling tepat atau pencegahan dan rekomendasi berdasarkan analisis resiko.

2.7 Penelitian Terdahulu

Berikut beberapa jurnal yang telah melakukan penelitian menggunakan metode *Overall Equipment Effectiveness* (OEE) diantaranya adalah:

1. Saiful, Amrin Rapi dan Olyvia Novawandadalam jurnal Jemis, Vol. 2, No. 2, (2014) Program Studi Teknik Industri Fakultas Teknik Universitas Hasanuddin dalam jurnal yang berjudul “Pengukuran Efektivitas Mesin Defektor 1 Dengan Menggunakan Metode *Overall Equipment Effectiveness* (Oee) Studi Kasus Pada Pt. Perkebunan Xy”

PT. Perkebunan XY merupakan salah satu produsen gula yang tentunya tidak lepas dari masalah efektifitas mesin produksi khususnya penggunaan mesin defektor di stasiun pemurnian. Untuk terus dapat mempertahankan kualitas hasil produksi ini memerlukan suatu metode yang dapat digunakan untuk meningkatkan efektifitas mesin produksinya. Sehingga perusahaan tersebut menerapkan metode *Overall Equipment Effectiveness* (OEE). OEE adalah suatu metode yang digunakan untuk mengukur efektifitas penggunaan peralatan sebagai salah satu aplikasi program Total

Productive Maintenance (TPM) dengan menghapuskan six big losses peralatan. Dari hasil penelitian mesin defecator menggunakan metode OEE didapatkan nilai OEE sebesar berkisar antara 76,89% sampai 85,53% pada bulan juni 2013-November 2013 sedangkan pada bulan Agustus dan Oktober mendapatkan nilai OEE sebesar 85,53% dan 85,29%. Tidak idealnya nilai OEE pada periode-periode tersebut disebabkan karena nilai availabilityrate tidak mencapai standar yaitu 90%. Nilai availability pada periode-periode tersebut hanya berkisar antara 83,47% sampai 88,76%. Rendahnya nilai availability ini disebabkan oleh tingginya waktu downtime karena terjadi breakdown pada periode-periode tersebut. Untuk menganalisis faktor-faktor penyebab permasalahan six big losses menggunakan diagram sebab akibat. Dari keenam faktor six big losses yang memiliki kontribusi terbesar yang mengakibatkan rendahnya efektivitas mesin defekator 1 adalah equipmentfailures/breakdown loss dan rework loss.

2. Eko Nursubiyantoro, Puryani, dan Mohamad Isnaini Rozaq dalam Jurnal OPSI (Optimasi Sistem Industri), Vol. 9, No.1 Juni, (2016) Program Teknik Industri Fakultas Teknik Industri Universitas Pembangunan Nasional “Veteran” Yogyakarta yang berjudul “Implementasi Total Productive Maintenance (Tpm) Dalam Penerapan *Overal Equipment Effectivent (Oee)*

PT. Adi Satria Abadi bergerak pada industri pembuatan sarung tangan kulit, perusahaan akan mengidentifikasi faktor – faktor yang mempengaruhi keefektifan mesin dan analisis terhadap aktivitas maintenance untuk bahan masukan dalam penerapan Total productive maintenance (TPM). Penelitian bertujuan mengukur tingkat efektivitas peralatan total proses produksi, menentukan faktor penyebab nilai Overall Equipment Effectiveness (OEE) rendah dan mengidentifikasi kerugian/losses yang terjadi, memberikan usulan perbaikan penerapan TPM. Nilai Overall Equipment Effectiveness (OEE) mesin press atom periode Maret 2015 – April antara 45% - 86% masih dibawah standar nilai Overall Equipment Effectiveness (OEE) dengan penyebab oleh

performance ratio rendah antara 47% - 88%. Perusahaan dapat mengetahui efektifitas mesin dengan perhitungan tingkat keefektifan peralatan menggunakan Total Productive Maintenance (TPM) berdasarkan nilai Overall Equipment Effectiveness (OEE), sehingga dapat meningkatkan efektivitas peralatan serta mengeliminasi kerugian besar bagi perusahaan yang dikenal dengan six Big losses.

3. Anugrahani Yuniar Ekawati dan Patihul Husni dalam jurnal Farmaka, Vol 16, No 1, (2018) Program Studi Profesi Apoteker Fakultas Farmasi Universitas Padjadjaran Bandung yang berjudul “Analisis *Overall Equipment Effectiveness (Oee)* Pada Proses Pengemasan Primer Di Industri Farmasi”

Pengemasan primer merupakan salah satu cara yang digunakan untuk melindungi obat dari lingkungan sekitarnya sehingga kualitas dari obat dapat tetap terjaga hingga nanti sampai ke konsumen. Produktivitas suatu proses pengemasan primer dapat ditingkatkan/dipertahankan dengan melakukan evaluasi rutin terhadap prosesnya. Evaluasi yang dilakukan adalah dengan analisis OEE (Overall Equipment Effectiveness). OEE (Overall Equipment Effectiveness) merupakan suatu metode perhitungan yang digunakan untuk mengetahui efektivitas suatu proses yang sedang dilaksanakan dengan mengidentifikasi persentase waktu produksi yang benar-benar produktif yang dipengaruhi oleh tiga faktor, yaitu availability, performance, dan quality. Penelitian dilakukan dengan mengamati proses pengemasan pada mesin pengemasan primer I serta mengumpulkan data-data yang diperlukan seperti time loss setiap harinya, hasil kemasan yang diperoleh dalam satu hari, hasil kemasan satu batch, dan data pendukung lainnya. Berdasarkan hasil pengamatan, diperoleh nilai OEE pada mesin I sebesar 76,676% dengan penyebab losses utama yaitu set up/adjustment mesin.

4. Hery Suliantoro, Novie Susanto, Heru Prastawa, Iyain Sihombing dan Anita M dalam jurnal Jati, Vol. 12, No. 2, (2017) Program Studi Teknik Industri Fakultas Teknik Universitas Diponegoro dalam jurnal yang

berjudul “Penerapan Metode *Overall Equipment Effectiveness* (Oee) Dan *Fault Tree Analysis* (Fta) Untuk Mengukur Efektifitas Mesin Reng”.

Mesin reng digunakan untuk memproduksi atap baja ringan jenis reng V belum sepenuhnya bekerja secara efektif. Hal ini ditunjukkan dengan adanya *downtime*, penurunan kecepatan produksi mesin, dan produk-produk yang tidak sesuai standard yang telah ditetapkan. Penelitian ini bertujuan untuk mengukur dan mengetahui tingkat efektivitas mesin reng

dengan menggunakan metode *Overall Equipment Effectiveness* (OEE), mengidentifikasi faktor penyebab *six big losses* dengan menggunakan *Fault Tree Analysis* (FTA), dan memberikan usulan perbaikan untuk meningkatkan tingkat efektivitas mesin. Dari hasil penelitian, OEE mesin reng mencapai rata-rata 57,55%, dan masih berada di bawah nilai OEE ideal (85%). Usulan perbaikan yang direkomendasikan meliputi eliminasi *six big losses*, mengembangkan program pemeliharaan, dan memberikan pelatihan untuk meningkatkan kemampuan maintenance dan operasional.

5. Edi Sumarya yang terdapat dalam jurnal Profisiensi, Vol 5 No. 2 ;98-103 Program Studi Teknik Industri Fakultas Teknik Industri Universitas Kepulauan Riau-Indonesia yang berjudul “Pengukuran Produktivitas Dengan Metode *Overall Equipment Effectiveness* (Oee) Untuk Mengetahui Efektivitas Mesin Filling Botol Di Pt.Xyz.

ASTAR adalah nama produk Air Minum dalam Kemasan Botol, Cup dan Galon yang diproduksi oleh PT XYZ. Berdasarkan hasil pengamatan pada proses produksi, mesin yang sering mengalami *breakdown* yaitu mesin Filling botol, yang merupakan mesin utama dalam proses produksi kemasan botol, karena terdapat 3 proses penting yaitu pencucian, pengisian dan penutupan (*rinsing, filling, capping*), dimana proses

produksi akan terhenti ketika mesin ini mengalami *breakdown*. Total productive Maintenance (TPM) dilakukan sebagai usaha pemeliharaan sekaligus peningkatan terhadap tingkat produksi diseluruh ruang lingkup perusahaan, penerapannya menggunakan metode *Overall Equipment Effectiveness* (OEE) untuk mengetahui seberapa efektifitas operasi mesin filling yang digunakan. Berdasarkan tiga kategori yaitu *availability*,

performance, quality, hasil penelitian dapat diketahui bahwa tingkat keberhasilan sistem pemeliharaan belum tercapai dan produktivitas mesin filling botol belum mencapai tingkat yang effectiv, yaitu nilai OEE rata-rata tergolong masih rendah sebesar 68.8% dibawah nilai standar yang ditetapkan JIPM (Japan Insttute of Plant Maintenance).



2.8 Penelitian Terdahulu

No	Nama Penulis	Judul jurnal	Metode					Produk	
			OEE	Six Big Losses	FMEA	Fisbonediagram	FTA		RCA
1.	Saiful, Amrin Rapi dan Olyvia Novawanda	Pengukuran Efektivitas Mesin Defekator 1 Dengan Menggunakan Metode <i>Overall Equipment Effectiveness</i> (Oee) Studi Kasus Pada Pt. Perkebunan Xy	✓	✓	-	✓	-	-	Gula
2.	Eko Nursubiyantoro, Puryani, dan Mohamad Isnaini Rozaq	Implementasi Total Productive Maintenance (Tpm) Dalam Penerapan Metode <i>Overall Equipment Effectiveness</i> (Oee)	✓	✓	-	-	-	-	sarung tangan kulit

3.	Anugrah ani Yuniar Ekawati dan Patihul Husni	Analisis <i>Overall</i> <i>Equipment</i> <i>Effectiveness</i> (<i>Oee</i>) Pada Proses Pengemasan Primer Di Industri Farmasi	✓	✓	-	✓	-	-	farmasi
4.	Hery Suliantor o, Novie Susanto, Heru Prastawa , Iyain Sihombi ng dan Anita M	Penerapan Metode <i>Overall</i> <i>Equipment</i> <i>Effectiveness</i> (<i>Oee</i>) Dan Fault Tree Analysis (<i>Fta</i>) Untuk Mengukur Efektifitas Mesin Reng	✓	✓	-	-	✓	-	baja
5	Edi Sumarya	Pengukuran Produktivitas Dengan Metode <i>Overall</i> <i>Equipment</i> <i>Effectiveness</i> (<i>Oee</i>) Untuk Mengetahui Efektivitas Mesin Filling Botol Di Pt.Xyz.	✓	-	-	-	-	-	air minum

6	Lilis Ratna Sari	Analisis Efektivitas Fasilitas Produksi JerigenMeggung akan Metode <i>Overall</i> <i>Equipment</i> <i>Effectiveness</i> Di Pt.Batara Elok Semestaterpadu	✓	✓	✓	-	-	-	minyak goreng
---	------------------------	--	---	---	---	---	---	---	------------------

