

BAB II

LANDASAN TEORI

2.1 Tinjauan Umum Perusahaan

Adapun Deskripsi tempat yang menjadi tempat penelitian adalah sebagai berikut.

2.1.1 Proses Produksi

Proses Produksi yang ada di dalam PT Surca Cipta Baru terdiri dari 3 bagian yaitu Proses Pembahan, Proses Percetakan Produk dan Proses poles. Khusus untuk proses poles hanya berlaku pada produk paku. Tetapi untuk pehahasan dari penilitian ini hanya pada proses pembahan yang di proses dengan menggunakan mesin Drawing.

2.1.2 Mesin Drawing

Mesin Drawing adalah mesin yang digunakan dalam proses pembahanan dari produk paku dan kawat potong. Di dalam PT Surya Cipta Baru sendiri terdapat dua mesin drawing, mesin drawing A dan Mesin Drawing B. mesin Drawing A digunakan Dalam proses pembahan ukuran besar sedangkan Mesin Drawing B di gunakan proses pembahanan ukuran kecil. Prinsi[p kerja mesin Drawing ini sangatalah sederhana yaitu dengan menarik dari bahan berukiran besar menjadi bahan dengan ukuran kecil. Didalam proses penarikan itu sendiri bahan bahan melati tiga blok silinder sebagai tahapan-tahapan proses dari bahan besar menjadi bahan yang lebih kecil. Didalam blok tersebut terdapat cetakan yang digunakan untuk menentukan pembahanan yang diinginkan sesuai dengan permintaan pesanan dan cetakan dari pembahan tersebut dinamakan Dies.

2.2 Sistem Manajemen Pemeliharaan

Menurut Ahuja dan Khamba (2008) persepsi dasar dari fungsi – fungsi pemeliharaan telah mengalami perkembangan dalam tiga dekade terakhir. Persepsi pemeliharaan secara tradisional adalah untuk memperbaiki komponen peralatan yang rusak. Sehingga kegiatan pemeliharaan menjadi terbatas pada tugas – tugas reaktif

untuk tindakan perbaikan atau penggantian komponen peralatan. Dengan demikian, pendekatan ini lebih dikenal dengan pemeliharaan reaktif (*reactive maintenance*), pemeliharaan kerusakan (*breakdown maintenance*) atau pemeliharaan korektif (*corrective maintenance*).

Pandangan yang lebih baru mengenai pemeliharaan didefinisikan oleh Gits (1992) dalam Ahuja dan Kahamba (2008) sebagai: "Semua aktivitas yang ditujukan untuk menjaga suatu item dalam, atau mengembalikannya ke keadaan fisik yang dianggap perlu untuk memenuhi fungsi produksi". Pandangan ruang lingkup yang lebih besar ini juga termasuk dalam tugas proaktif seperti perawatan rutin dan inspeksi berkala (*routine servicing and periodic inspection*), penggantian pencegahan (*preventive replacement*), dan pemantauan kondisi (*condition monitoring*). Untuk mempertahankan (*retain*) dan mengembalikan (*restore*) peralatan, pemeliharaan harus melakukan beberapa aktivitas tambahan. Menurut Priel (1974) dalam Ahuja dan Kahamba (2008) kegiatan ini meliputi perencanaan kerja, pengendalian pembelian bahan, manajemen personalia, dan pengendalian kualitas. Tugas dan kegiatan yang sangat beragam ini dapat membuat pemeliharaan menjadi suatu fungsi yang rumit untuk dikelola.

Menurut Pintelon dan Gelders (1992) dalam Ahuja dan Kahamba (2008) dalam upaya mendukung produksi, fungsi pemeliharaan harus mampu memastikan ketersediaan peralatan untuk menghasilkan produk pada tingkat kuantitas dan kualitas yang dibutuhkan. Dukungan ini juga harus dilakukan secara aman dan dengan biaya yang seefektif mungkin. Menurut Murray, dkk (1996) dalam Ahuja dan Kahamba (2008) *Maintenance Engineering Society of Australia* (MESA) menjabarkan perspektif yang lebih luas dari pemeliharaan dan mendefinisikan fungsi pemeliharaan sebagai: "rekayasa keputusan dan tindakan terkait yang diperlukan dan cukup untuk mengoptimalkan kemampuan khusus". "Kemampuan" dalam definisi ini adalah kemampuan untuk melakukan tindakan tertentu dalam berbagai tingkat kinerja.

Karakteristik kemampuan meliputi fungsi, kapasitas, kecepatan, kualitas, dan respon. Ruang lingkup manajemen pemeliharaan mencakup setiap tahap dalam siklus hidup sistem teknis (pabrik, mesin, peralatan dan fasilitas), spesifikasi, akuisisi, perencanaan, operasi, evaluasi kinerja, perbaikan, dan pembuangan. Dalam konteks yang lebih luas, fungsi pemeliharaan juga dikenal sebagai manajemen aset fisik.

Menurut Heizer dan Render (2011) dalam bukunya "*Operations Management*" kegiatan pemeliharaan yang dilakukan pada suatu pabrik dapat dibedakan atas dua jenis, yaitu *Preventive Maintenance* dan *Breakdown Maintenance*.

2.2.1 Preventive Maintenance

Menurut Heizer dan Render (2011) *Preventive Maintenance* adalah "*A plan that involves routine inspections, servicing, and keeping facilities in good repair to prevent failure*".

Artinya: *Preventive Maintenance* adalah sebuah perencanaan yang memerlukan inspeksi rutin, pemeliharaan dan menjaga agar fasilitas dalam keadaan bagus sehingga tidak terjadi kerusakan dimasa yang akan datang.

Menurut Ahuja dan Kahamba (2008) *Preventive Maintenance* adalah "*A kind of physical check up of the equipment to prevent equipment breakdown and prolong equipment service life*".

Artinya: *Preventive Maintenance* adalah semacam pemeriksaan fisik peralatan untuk mencegah kerusakan peralatan dan memperpanjang masa pakai peralatan. Jadi dari beberapa pendapat diatas dapat disimpulkan bahwa kegiatan pemeliharaan pencegahan (*Preventif Maintenance*) merupakan kegiatan mencegah kerusakan pada saat proses produksi berjalan, sehingga setiap fasilitas yang mendapatkan pemeliharaan pencegahan (*Preventif Maintenance*) akan terjamin kelancaran kerjanya karena selalu diusahakan dalam kondisi atau keadaan yang siap digunakan untuk setiap operasi atau proses produksi di setiap saat.

2.2.2 *Breakdown Maintenance*

Menurut Heizer dan Render (2011) *Breakdown Maintenance* adalah “*Remedial maintenance that occurs when equipment fails and must be repaired and emergency or priority basis*”.

Artinya: *Breakdown Maintenance* adalah pemeliharaan ulang yang terjadi akibat peralatan yang rusak dan harus segera diperbaiki karena keadaan darurat atau karena merupakan sebuah prioritas utama.

Menurut Wireman (1990) dalam Ahuja dan Kahamba (2008) *Breakdown Maintenance* adalah “*refers to the maintenance strategy, where repair is done after the equipment failure/stoppage or upon occurrence of severe performance decline*”.

Artinya: *Breakdown Maintenance* adalah mengacu pada strategi perawatan, di mana perbaikan dilakukan setelah kegagalan peralatan / penghentian atau pada saat terjadi penurunan kinerja yang parah.

Dari beberapa pendapat diatas dapat disimpulkan bahwa pemeliharaan korektif (*Breakdown Maintenance*) merupakan kegiatan pemeliharaan yang dilakukan apabila peralatan atau fasilitas produksi mengalami kerusakan atau hasil produk hasil tidak sesuai rencana. Sekilas dapat dilihat bahwa kegiatan *Breakdown Maintenance* jauh lebih murah biayanya dibandingkan *Preventive Maintenance*. Karena pemeliharaan korektif dilakukan apabila terjadi kerusakan sewaktu – waktu pada peralatan atau fasilitas produksi. Tetapi apabila kerusakan terjadi pada peralatan atau fasilitas produksi selama proses produksi berlangsung, maka harus dilakukan kebijakan pemeliharaan pencegahan (*Preventive Maintenance*) untuk mencegah terjadinya kerusakan ketika proses produksi berlangsung. Sehingga dalam hal ini perusahaan perlu

mempertimbangkan tentang kebijakan yang dilakukan dalam perawatan fasilitas atau peralatannya sehingga efisiensi dalam perawatan dapat terpenuhi.

2.3 Total Productive Maintenance (TPM)

Agar dapat bersaing dalam kompetisi global yang semakin menantang dan berkembang serta berubah cepat, diperlukan penerapan strategi yang telah terbukti yang dapat mengelola semua sumber yang ada dalam organisasi secara efektif dan efisien. *Just In Time* (JIT) dan *Total Quality Management* (TQM) adalah beberapa strategi yang telah banyak digunakan oleh dunia industri dan beberapa waktu belakangan ini hadirlah *Total Productive Maintenance* (TPM) sebagai sebuah strategi yang cukup diyakini mampu menjadi alat pemeliharaan berkualitas yang strategis (Ahuja dan Kahamba, 2008).

2.3.1 Definisi TPM

Total Productive Maintenance sesuai dengan namanya terdiri dari tiga suku kata yaitu :

a. *Total*

Hal ini mengindikasikan bahwa TPM mempertimbangkan aspek dan melibatkan seluruh personil yang ada, mulai dari tingkatan atas hingga ke jajaran bawah.

b. *Productive*

Menitikberatkan pada segala usaha untuk mencoba melakukan pemeliharaan dengan kondisi produksi tetap berjalan dan meminimalkan masalah – masalah yang terjadi diproduksi pada saat pemeliharaan dilakukan.

c. *Maintenance*

Berarti memelihara dan menjaga peralatan secara mandiri dilakukan oleh operator produksi agar kondisi peralatan tetap bagus dan terpelihara dengan cara membersihkannya dan memperhatikannya.

Nakajima (1989) seorang yang memiliki kontribusi besar terhadap TPM, mendefinisikan TPM sebagai sebuah pendekatan inovatif pemeliharaan yang mengoptimalkan keefektifan peralatan, mengurangi terjadinya kerusakan (*breakdown*), dan mendorong melakukan pemeliharaan mandiri (*autonomous maintenance*) oleh operator melalui aktifitas sehari-hari yang melibatkan pekerja secara menyeluruh (Bhadury, 2000 dalam Ahuja dan Kahamba, 2008).

TPM merupakan bentuk kerjasama yang baik antara bagian pemeliharaan dan produksi dalam organisasi untuk meningkatkan kualitas produk, mengurangi pemborosan (*waste*), mengurangi biaya manufaktur, meningkatkan ketersediaan (*availability*) peralatan, serta meningkatkan kondisi pemeliharaan perusahaan.

2.3.2 Tujuan TPM

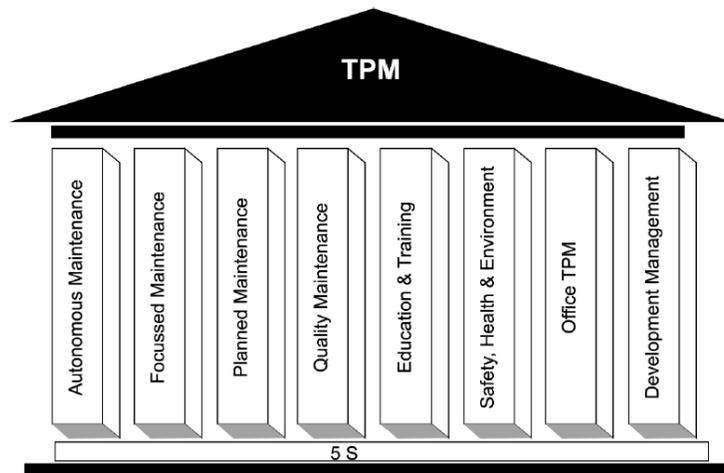
Menurut Wireman (2004) dalam Muwajih (2015) tujuan *Total Productive Maintenance* (TPM) antara lain:

- a) Meningkatkan efektifitas dari mesin/peralatan.
- b) Meningkatkan efektifitas dan efisiensi dari pemeliharaan.
- c) Manajemen pemeliharaan yang tepat.
- d) Melakukan pelatihan untuk meningkatkan keahlian kepada semua orang yang terlibat, dan dapat berkontribusi dalam kegiatan pemeliharaan.
- e) Melibatkan operator pada setiap kegiatan pemeliharaan rutin.

2.3.3 Pilar – Pilar TPM

Ahuja dan Kahamba (2008) berpendapat bahwa TPM akan memberikan jalan untuk memperoleh kesempurnaan dalam hal perencanaan (*planning*),

pengorganisasian (*organizing*), pengawasan (*monitoring*), dan pengaturan (*controlling*) melalui metode delapan pilar yang terdiri dari pemeliharaan mandiri (*autonomous maintenance*), perbaikan yang fokus (*focused Improvement*), pemeliharaan terencana (*planned maintenance*), pemeliharaan yang berkualitas (*quality maintenance*), pendidikan dan pelatihan (*education and training*), manajemen pengembangan (*development management*), keselamatan, kesehatan, dan lingkungan (*safety, health, and environment*), dan TPM office (*office TPM*). Pilar-pilar tersebut adalah seperti yang ditunjukkan oleh gambar 2.1 berikut ini.



Gambar 2.1 Delapan Pilar TPM

(Sumber : Ahuja dan Kahamba, 2008)

2.4 Overall Equipment Effectiveness (OEE)

Performansi sebuah mesin dapat dihitung dengan menghitung nilai *Overall Equipment Effectiveness* (OEE) yang merupakan pengukuran *total* terhadap *performance* yang berhubungan dengan *availability* dari proses produktivitas dan kualitas. Pengukuran OEE menunjukkan seberapa baik perusahaan menggunakan

sumber daya yang dimiliki termasuk peralatan, pekerja dan kemampuan untuk memuaskan konsumen dalam hal pengiriman yang sesuai dengan spesifikasi kualitas menurut konsumen. Menurut Nakajima (1989) dalam Ljungberg (1998) dalam Al-Ghofari, dkk (2012) *Total Productive Maintenance* (TPM) tergantung kepada tiga konsep:

1. Memaksimalkan penggunaan peralatan secara efektif.
2. Perawatan secara otomatis oleh operator.
3. Kelompok aktivitas kecil.

Dengan konteks ini OEE dapat dianggap sebagai proses mengkombinasikan manajemen operasi dan pemeliharaan serta sumber daya. TPM memiliki dua tujuan yaitu tanpa interupsi kerusakan mesin (*zero breakdown*) dan tanpa kerusakan produk (*zero defect*). Dengan pengurangan kedua hal tersebut diatas, tingkat penggunaan peralatan operasi akan meningkatkan biaya dan pesediaan akan berkurang dan selanjutnya produktifitas karyawan juga akan meningkat. Tentu saja dibutuhkan proses untuk mencapai hal tersebut bahkan membutuhkan waktu yang menurut Nakajima berkisar tiga tahun tergantung besarnya perusahaan. Sebagai langkah awal, perusahaan perlu untuk menetapkan anggaran untuk perbaikan kondisi mesin, melatih karyawan mengenai peralatan dan permesinan. Biaya yang dikeluarkan tergantung pada kualitas awal peralatan dan keahlian dari staf pemeliharaan. Begitu produktifitas meningkat tentu saja semua biaya ini akan tertutupi dengan cepat.

Semua aktifitas peningkatan kerja perusahaan dilakukan dengan meminimalisasi *input* dan memaksimalkan *output*. *Output* tidak hanya menyangkut produktifitas tetapi juga terhadap kualitas yang lebih baik, biaya lebih rendah, penyerahan tepat waktu, peningkatan keselamatan dan kesehatan kerja, moral yang lebih baik serta kondisi dan lingkungan kerja yang semakin menyenangkan. Hubungan antara *input* dan *output* ini dapat dilihat pada gambar 2.2 berikut ini :

<i>Output</i> \ <i>Input</i>	<i>Money</i>						<i>Management Method</i>
	<i>Man</i>		<i>Machine</i>		<i>Material</i>		
<i>Production (P)</i>							<i>Production Control</i>
<i>Quality (Q)</i>							<i>Quality Control</i>
<i>Cost (C)</i>							<i>Cost Control</i>
<i>Delivery (D)</i>							<i>Delivery Control</i>
<i>Safety (S)</i>							<i>Safety and Pollution</i>
<i>Morale (M)</i>							<i>Human Relations</i>
	↓		↓		↓		
	<i>Man Power Allocation</i>		<i>Plant Engineering & Maintenance</i>		<i>Inventory Control</i>		$\frac{\text{Output}}{\text{Input}} = \text{Productivity}$

Gambar 2.2 Hubungan antara *Input* dan *Output* Dalam Aktivitas Produksi (Sumber : Seiichi Nakajima, 1988 dalam Susanti Oktaria, 2011)

Dalam matriks diatas, nyata bahwa keteknikan dan perawatan berhubungan langsung dengan semua faktor keluaran yaitu produksi, kualitas, biaya, penyerahan, keselamatan dan moral setiap individu di perusahaan. Dengan peningkatan otomasi mesin, proses produksi yang sebelumnya dari manual, bergeser menjadi permesinan secara otomatis akan menjadi faktor yang penting untuk diketahui kondisinya.

Nakajima juga menyarankan untuk mengevaluasi perkembangan dari TPM karena keakuratan data peralatan produksi sangat esensial terhadap kesuksesan perbaikan berkelanjutan dalam jangka panjang. Jika data tentang kerusakan peralatan produksi dan alasan kerugian – kerugian produksi tidak dimengerti, maka aktifitas apapun yang dilakukan tidak akan dapat menyelesaikan masalah penurunan kerja sistem operasi. Kerugian produksi dengan biaya tidak langsung dan biaya tersembunyi merupakan mayoritas dari total biaya produksi. Itulah sebabnya Nakajima (1988) mengatakan OEE sebagai suatu pengukuran yang mencoba untuk menyatakan menampakkan biaya tersembunyi ini. Inilah yang menjadi salah satu

kontribusi penting OEE dengan teridentifikasinya kerugian tersembunyi yang merupakan pemborosan besar yang tidak disadari.

2.4.1 Definisi *Overall Equipment Effectiveness* (OEE)

Menurut Nakajima (1988) dalam Triwardani, dkk (2013) pengertian *Overall Equipment Effectiveness* (OEE) adalah suatu metode pengukuran tingkat efektifitas pemakaian suatu peralatan atau sistem dengan mengikutsertakan beberapa sudut pandang dalam proses perhitungan tersebut.

Sedangkan menurut Rizkia (2015) *Overall Equipment Effectiveness* (OEE) merupakan suatu pengukuran efektivitas pemakaian suatu mesin/peralatan dengan menghitung ketersediaan mesin, performansi dan kualitas produk yang dihasilkan.

Overall Equipment Effectiveness (OEE) adalah sebuah metrik yang berfokus pada seberapa efektif suatu operasi produksi dijalankan. Hasil dari OEE dinyatakan dalam bentuk yang bersifat umum sehingga memungkinkan perbandingan antara unit manufaktur di industri yang berbeda. Pengukuran OEE juga biasanya digunakan sebagai indikator kinerja utama *Key Performance Indicator* (KPI) dalam implementasi *lean manufacturing* untuk memberikan indikator keberhasilan.

OEE bukan hal baru dalam dunia industri dan manufaktur, teknik pengukurannya sudah dipelajari dalam beberapa tahun dengan tujuan penyempurnaan penghitungan. Tingkat keakuratan OEE dalam pengukuran efektifitas memberikan kesempatan kepada semua usaha perbaikan terhadap proses itu sendiri.

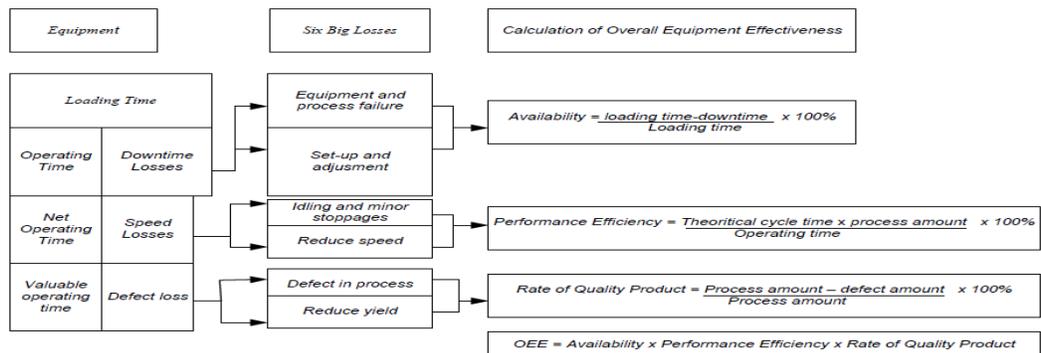
2.4.2 Tujuan Implementasi *Overall Equipment Effectiveness* (OEE)

Menurut Muwajih (2015) penggunaan OEE sebagai *performance indicator*, mengambil periode basis waktu tertentu, seperti : *shiftly*, harian, mingguan, bulanan, maupun tahunan. Pengukuran OEE lebih efektif digunakan pada suatu peralatan produksi. OEE dapat digunakan dalam beberapa jenis tingkatan pada sebuah lingkungan perusahaan.

1. OEE dapat digunakan sebagai “*Benchmark*” untuk mengukur rencana perusahaan dalam performasi.
2. Nilai OEE, perkiraan dari suatu aliran produksi, dapat digunakan untuk membandingkan garis performasi melintang dari perusahaan, maka akan terlihat aliran yang tidak penting.
3. Jika proses permesinan dilakukan secara individual, OEE dapat mengidentifikasi mesin mana yang mempunyai performansi buruk, dan bahkan mengidentifikasi fokus dari sumber daya TPM.

2.4.3 Perhitungan Nilai *Overall Equipment Effectiveness* (OEE)

Overall Equipment Effectiveness (OEE) adalah perhitungan yang digunakan untuk menentukan tingkat efektivitas peralatan. Dengan metode ini TPM berusaha untuk memaksimalkan *output* dengan mempertahankan kondisi operasi yang ideal dan peralatan/mesin berjalan dengan efektif. Sebuah peralatan yang mengalami *breakdown*, penurunan kecepatan dan menghasilkan produk cacat maka peralatan/mesin tidak beroperasi secara efektif. Untuk mencapai *Overall Equipment effectiveness*, maka langkah yang pertama adalah menghilangkan *six big losses* (enam kerugian besar) yang merupakan penghalang dalam efektivitas peralatan. Berikut prosedur perhitungan *Overall Equipment Effectiveness* yang ditunjukkan pada Gambar 2.3



Gambar 2.3 Tahap Perhitungan *Overall Equipment Effectiveness* (OEE)

(Sumber: Sheiichi Nakajima, 1988 dalam Nalendro Kertiyoso, I., 2015)

Gambar 2.3 Tahap Perhitungan *Overall Equipment Effectiveness* (OEE)

(Sumber: Sheiichi Nakajima, 1988 dalam Nalendro Kertiyoso, I., 2015)

2.3.3.1 *Availability*

Menurut Nakajima (1988) dalam Irsan (2015) *availability* merupakan rasio *operation time* terhadap waktu *loading time*-nya sehingga untuk menghitung *availability* mesin dibutuhkan nilai dari:

- a. *Operation time*
- b. *Loading time*
- c. *Downtime*

Nilai *availability* dihitung dengan rumus sebagai berikut:

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

$$Availability = \frac{Operation\ time}{Loading\ time} \times 100\% \dots\dots\dots (2.1)$$

Loading time adalah waktu yang tersedia (*availability*) per hari atau per bulan dikurangi dengan waktu *downtime* mesin yang direncanakan (*planned downtime*).

$$Loading\ time = Total\ availability - Planned\ downtime$$

Planned downtime adalah jumlah waktu *downtime* mesin untuk pemeliharaan (*scheduled maintenance*) atau kegiatan manajemen lainnya.

Operation time merupakan hasil pengurangan *loading time* dengan waktu *downtime* mesin (*non-operation time*), dengan kata lain *operation time* adalah waktu operasi tersedia (*availability time*) setelah waktu *downtime* mesin dikeluarkan dari total *availability time* yang direncanakan. *Downtime* mesin adalah waktu proses yang seharusnya digunakan mesin akan tetapi karena adanya gangguan pada

mesin/peralatan (*equipment failure*) mengakibatkan tidak ada *output* yang dihasilkan. *Downtime* meliputi mesin berhenti beroperasi akibat kerusakan mesin, pelaksanaan prosedur *set up* dan *adjustment* dan lain – lainnya.

$$\text{Operation time} = \text{Loading time} - \text{Unplanned downtime} - \text{Setup and adjustment time}$$

2.3.3.2 Performance Efficiency

Menurut Nakajima (1988) dalam Irsan (2015) *performance efficiency* merupakan hasil perkalian dari *operation speed rate* dan *net operation rate*, atau rasio kuantitas produk yang dihasilkan dikalikan dengan waktu siklus idealnya terhadap waktu yang tersedia untuk melakukan proses produksi (*operation time*).

Operation speed rate merupakan perbandingan antara kecepatan ideal mesin berdasarkan kapasitas mesin sebenarnya (*theoretical/ideal cycle time*) dengan kecepatan aktual mesin (*actual cycle time*).

$$\text{Operation speed rate} = \frac{\text{Ideal cycle time}}{\text{Actual cycle time}}$$

$$\text{Net Operation rate} = \frac{\text{Processed amount} \times \text{Actual cycle time}}{\text{Operation time}}$$

Net operation rate merupakan perbandingan antara jumlah produk yang diproses (*process amount*) dikali *actual cycle time* dengan *operation time*. *Net operation time* berguna untuk menghitung rugi yang diakibatkan oleh *minor stoppage* dan menurunnya kecepatan produksi (*reduced speed*). Tiga faktor penting yang dibutuhkan untuk menghitung *performance efficiency*:

1. *Ideal cycle* (waktu siklus ideal)
2. *Processed amount* (Jumlah produk yang diproses)
3. *Operation time* (waktu operasi mesin)

Performance efficiency dapat dihitung dengan rumus sebagai berikut:

$$Performance\ efficiency = \frac{Processed\ amount \times Actual\ cycle\ time}{Operation\ time} \times \frac{Ideal\ cycle\ time}{Actual\ cycle\ time}$$

$$Performance\ efficiency = \frac{Processed\ amount \times Ideal\ cycle\ time}{Operation\ time} \times 100\% \dots\dots (2.2)$$

2.3.3.3 Rate of Quality Product

Menurut Nakajima (1988) dalam Irsan (2015) *rate of quality product* merupakan rasio jumlah produk yang baik terhadap total produk yang diproses. *Rate of quality product* memperhatikan dua faktor berikut:

1. *Processed amount* (jumlah yang diproduksi)
2. *Defect amount* (jumlah produk yang cacat)

Rate of Quality Product dapat dihitung dengan rumus sebagai berikut:

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

Overall Equipment Effectiveness dapat dihitung dengan rumus:

$$OEE\ (\%) = Availability\ (\%) \times Performance\ efficiency\ (\%) \times Rate\ of\ Quality\ Product\ (\%) \dots\dots\dots (2.4)$$

3 Six Big Losses (Enam Kerugian Besar)

TPM ditujukan untuk memaksimalkan efektivitas dari fasilitas dan dengan demikian membantu melaksanakan proses produksi. Semua fasilitas dapat mengalami kerugian, hal – hal yang mencegah fasilitas dari beroperasi secara efektif disebabkan oleh kesalahan dan masalah operasi. Menurut David (1995) dalam Irsan (2015) dalam rangka meningkatkan efektivitas fasilitas harus diukur dan dikurangi besarnya kerugian yang dikenal dengan enam kerugian besar (*six big losses*) dari *Downtime losses* yaitu *equipment failure (breakdown loss)* dan *setup and adjustment loss*. *Speed*

losses yaitu *idling and minor stoppages* dan *reduce speed loss*. *Defect losses* yaitu *process defects loss* dan *reduce yield loss*.

2.3.4.1 Equipment Failure (Breakdown Loss)

Equipment failure (breakdown loss) yaitu kerusakan mesin/peralatan yang tiba-tiba yang akan menyebabkan kerugian, karena kerusakan mesin akan menyebabkan mesin tidak beroperasi menghasilkan output. Untuk menghitung *equipment failure (breakdown loss)* digunakan rumus:

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

2.3.4.2 Setup and Adjustment Loss

Setup and adjustment loss yaitu kerugian karena pemasangan dan penyetelan yaitu semua waktu *setup* termasuk waktu penyesuaian (*adjustment*) dan juga waktu yang dibutuhkan untuk kegiatan – kegiatan pengganti satu jenis produk ke jenis produk berikutnya untuk proses produksi selanjutnya. Untuk menghitung *setup and adjustment loss* digunakan rumus:

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

2.3.4.3 Idle and Minor Stoppages

Idle and minor stoppages disebabkan oleh kejadian – kejadian seperti pemberhentian mesin sejenak, kemacetan mesin, dan *idle time* dari mesin. Kenyataanya, kerugian ini tidak dapat dideteksi secara langsung tanpa adanya alat pelacak. Ketika operator tidak dapat memperbaiki pemberhentian yang bersifat *minor stoppage* dalam waktu yang telah ditentukan, dapat dianggap sebagai suatu *breakdown*. *Non productive time* merupakan waktu yang mengakibatkan mesin beroperasi tanpa menghasilkan produk di karenakan gangguan di luar mesin (gangguan listrik padam, keterlambatan bahan baku, pembersihan mesin dll) sehingga

mesin tidak bekerja secara produktif. Untuk menghitung *idle and minor stoppages* digunakan rumus:

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

2.3.4.4 Reduce Speed Loss

Reduce speed loss yaitu kerugian karena mesin tidak bekerja optimal (penurunan kecepatan operasi). *Ideal cycle time* adalah waktu proses yang diharapkan dapat dicapai dalam keadaan optimal atau tidak mengalami hambatan selama proses produksi. Untuk menghitung *reduce speed loss* digunakan rumus:

Reduce Speed Loss

$$= \frac{\text{Operation time} - (\text{Ideal cycle time} \times \text{Processed amount})}{\text{Loading time}} \times 100\% \dots\dots\dots (2.8)$$

2.3.4.5 Process Defects Loss

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

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

2.3.4.6 Reduce Yield Loss

Reduce yield loss kerugian yang disebabkan karena adanya sampah bahan baku (*scrap*) ataupun produk tidak memenuhi spesifikasi sesuai dengan standar perusahaan. Untuk menghitung *reduced yield loss* digunakan rumus:

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

4 Standar Nilai *Overall Equipment Effectiveness* (OEE) Kelas Dunia

Menurut Hansen (2001) dalam Muwajih (2015) menyatakan bahwa *Overall Equipment Effectiveness* (OEE) dapat dikategorikan menjadi:

- < 65% tidak dapat diterima.
- 65 – 75% cukup baik, hanya ada kecenderungan adanya peningkatan tiap kuartalnya.
- 75 – 85% sangat bagus, lanjutkan hingga *world class level* (> 85% untuk *bath type process* dan > 90% untuk *continous discraste process*).

Sedangkan menurut *Japan Institute of Plant Maintenance* (JIPM), standar nilai OEE kelas dunia adalah sebuah ukuran kinerja yang telah disepakati dan dianjurkan di dalam dunia industri bagi sebuah perusahaan yang menetapkan implementasi TPM dalam aktifitas produksinya. (<http://www.oeec.com/world-class-oeec.html>)

Standar ini bersifat relatif karena beberapa buku dan perusahaan menunjukkan standar skor yang berbeda. Standar nilai ini selalu didorong lebih tinggi, sejalan dengan meningkatnya persaingan. Berikut ini adalah nilai ideal / acuan kinerja OEE kelas dunia:

Tabel 2.1 Nilai Ideal Kinerja OEE

OEE Factor	OEE Procented (World Class)
<i>Availability</i>	90.0%
<i>Performance</i>	95.0%
<i>Quality</i>	99.0%
<i>Overall OEE</i>	85.0%

(Sumber : <http://www.oeec.com/world-class-oeec.html>)

Berikut penjelasan standar nilai OEE pada tabel 2.1 :

1. Jika OEE = 100%, maka produksi dianggap sempurna.
2. Jika OEE = 85%, produksi dianggap kelas dunia.
3. Jika OEE = 60%, produksi dianggap wajar, tetapi menunjukkan adanya ruang yang besar untuk *improvement*.
4. Jika OEE = 40%, produksi dianggap memiliki skor yang rendah, tetapi dalam kebanyakan kasus dapat dengan mudah di-*improve* melalui pengukuran langsung (misalnya dengan menelusuri akar penyebab *downtime* dan menangani sumber – sumber penyebab *downtime* secara satu – persatu).

Jadi, apabila suatu perusahaan ingin diakui mempunyai tingkat kinerja skala dunia, maka nilai OEE perusahaan tersebut harus mencapai standar nilai OEE kelas dunia yang telah ditetapkan.

2.5 Diagram Pareto

Diagram *Pareto* diperkenalkan oleh seorang ahli yaitu Alfredo Pareto (1848-1923). Diagram ini merupakan suatu gambar yang mengurutkan klasifikasi data dari kiri ke kanan menurut urutan rangking tertinggi hingga rendah. Hal ini dapat membantu menemukan permasalahan yang paling penting untuk segera diselesaikan (rangking tertinggi) sampai dengan masalah yang tidak harus diselesaikan (rangking terendah). Diagram *Pareto* juga dapat mengidentifikasi masalah yang paling penting mempengaruhi usaha perbaikan kualitas dan memberi petunjuk dalam alokasi sumber daya yang terbatas untuk menyelesaikan masalah.

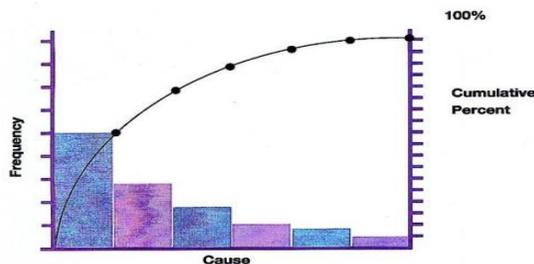
Selain itu diagram *pareto* juga dapat digunakan untuk membandingkan kondisi proses, misalnya ketidaksesuaian proses sebelum dan sesudah diambil tindakan perbaikan terhadap proses. Prinsip *pareto* beberapa ahli, yaitu :

- Alfredo Pareto (1848-1923) ahli ekonomi Italia :
 - 20% dari populasi memiliki 80% dari total kekayaan

- Juran mengistilahkan “*vital few, trivial many*” :
 - 20% dari masalah kualitas menyebabkan kerugian sebesar 80%

Proses penyusunan Diagram *Pareto* meliputi enam langkah, yaitu :

1. Menentukan metode atau arti dari pengklarifikasi data, misalnya berdasarkan masalah, penyebab, jenis ketidaksesuaian dan sebagainya.
2. Menentukan satuan yang digunakan untuk membuat urutan karakteristik – karakteristik tersebut, misalnya rupiah, frekuensi, unit dan sebagainya.
3. Mengumpulkan data sesuai dengan interval waktu yang telah ditentukan.
4. Merangkum data dan membuat ranking kategori data tersebut dari yang terbesar hingga yang terkecil.
5. Menghitung frekuensi komulatif atau prosentase komulatif yang digunakan.
6. Menggambar diagram batang menunjukkan tingkat kepentingan relatif masing – masing masalah. Mengidentifikasi beberapa hal yang penting untuk mendapat perhatian. Adapun Diagram *Pareto* dapat dilihat pada gambar 2.4



Gambar 2.4 Diagram *Pareto*

(Sumber : <http://afandi-unmuhgres.blogspot.co.id/2013/10/langkah-membuat-diagram-pareto.html>)

Penggunaan diagram *pareto* merupakan proses yang tidak pernah berakhir, misalnya pada gambar diatas masalah dengan frekuensi tertinggi merupakan target dalam program perbaikan. Apabila program tersebut berhasil maka diwaktu mendatang analisa *pareto* dilakukan lagi dan masalah dengan frekuensi tertinggi selanjutnya yang akan menjadi terget dalam program perbaikan. Selajutnya proses tersebut dilakukan hingga perbaikan dapat dilakukan secara menyeluruh.

2.6 Pengertian FMEA (*Failure Mode and Effect Analysis*)

FMEA (*failure mode and effect analysis*) adalah suatu prosedur terstruktur untuk mengidentifikasi dan mencegah sebanyak mungkin mode kegagalan (*failure mode*). FMEA digunakan untuk mengidentifikasi sumber-sumber dan akar penyebab dari suatu masalah kualitas. Suatu mode kegagalan adalah apa saja yang termasuk dalam kecacatan/kegagalan dalam desain, kondisi diluar batas spesifikasi yang telah ditetapkan, atau perubahan dalam produk yang menyebabkan terganggunya fungsi dari produk itu. Menurut Chrysler (1995), FMEA dapat dilakukan dengan cara :

1. Mengenali dan mengevaluasi kegagalan potensi suatu produk dan efeknya.
2. Mengidentifikasi tindakan yang bisa menghilangkan atau mengurangi kesempatan dari kegagalan potensi terjadi.
3. Pencatatan proses (*document process*).

Kegunaan FMEA adalah sebagai berikut :

1. Ketika diperlukan tindakan *preventive* / pencegahan sebelum masalah terjadi.
2. Ketika ingin mengetahui / mendata alat deteksi yang ada jika terjadi kegagalan.
3. Pemakaian proses baru
4. Perubahan / pergantian komponen peralatan
5. Pemindahan komponen atau proses ke arah baru

Sedangkan manfaat FMEA adalah sebagai berikut :

1. Hemat biaya. Karena sistematis maka penyelesaiannya tertuju pada *potensial causes* (penyebab yang potential) sebuah kegagalan / kesalahan.

2. Hemat waktu ,karena lebih tepat pada sasaran.

Terdapat dua penggunaan FMEA yaitu dalam bidang desain (FMEA Desain) dan dalam proses (FMEA Proses). FMEA Desain akan membantu menghilangkankegagalan-kegagalan yang terkait dengan desain, misalnya kegagalan karena kekuatan yang tidak tepat, material yang tidak sesuai, dan lain-lain. FMEA Proses akan menghilangkan kegagalan yang disebabkan oleh perubahan-perubahan dalam variabel proses, misal kondisi diluar batas-batas spesifikasi yang ditetapkan seperti ukuran yang tidak tepat, tekstur dan warna yang tidak sesuai, ketebalan yang tidak tepat, dan lain-lain. Para ahli memiliki beberapa definisi mengenai *failure modes and effect analysis*, definisi tersebut memiliki arti yang cukup luas dan apabila dievaluasi lebih dalam memiliki arti yang serupa. Definisi *failure modes and effect analysis* tersebut disampaikan oleh :

- a. Menurut Roger D. Leitch (1995), definisi dari FMEA adalah analisa teknik yang apabila dilakukan dengan tepat dan waktu yang tepat akan memberikan nilai yang besar dalam membantu proses pembuatan keputusan dari *engineer* selama perancangan dan pengembangan. Analisa tersebut biasa.
- b. Menurut John Moubray (1997), definisi dari FMEA adalah metode yang digunakan untuk mengidentifikasi bentuk kegagalan yang mungkin menyebabkan setiap kegagalan fungsi dan untuk memastikan pengaruh kegagalan berhubungan dengan setiap bentuk kegagalan.

2.6.1 Tujuan FMEA (*Failure Mode and Effect Analysis*)

Terdapat banyak variasi didalam rincian *failure modes and effect analysis* (FMEA), tetapi semua itu memiliki tujuan untuk mencapai :

1. Mengenal dan memprediksi potensial kegagalan dari produk atau proses yang dapat terjadi.
2. Memprediksi dan mengevaluasi pengaruh dari kegagalan pada fungsi dalam sistem yang ada.
3. Menunjukkan prioritas terhadap perbaikan suatu proses atau sub system melalui daftar peningkatan proses atau sub sistem yang harus diperbaiki.

4. Mengidentifikasi dan membangun tindakan perbaikan yang bisa diambil untuk mencegah atau mengurangi kesempatan terjadinya potensi kegagalan atau pengaruh pada sistem.
5. Mendokumentasikan proses secara keseluruhan.

2.6.2 Terminologi FMEA

Terminologi yang digunakan dalam Dyadem (2003) adalah:

1. Potensi modus kegagalan

Modus kegagalan potensial adalah cara di mana kegagalan dapat terjadi yaitu cara di mana item terakhir dapat gagal untuk melakukan fungsi desain 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 sistem, atau menjadi efek dari satu komponen sampai tingkat yang lebih rendah.

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.

3. Efek Kegagalan Potensial

Efek kegagalan potensial mengacu pada hasil potensial dari potensi kegagalan pada sistem, desain, proses atau layanan. Efek kegagalan potensial perlu dianalisis berdasarkan dampak lokal dan global. Efek lokal 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. Keparahan adalah penilaian dari efek kegagalan pada pengguna akhir, daerah setempat dan di antara daerah berikutnya yang lebih tinggi. Penilaian keparahan hanya berlaku

untuk efek. Keparahan dapat dikurangi hanya melalui perubahan dalam desain. Jika perubahan desain dapat dicapai, kegagalan mungkin dapat dihilangkan.

5. *Occurrence* (Kejadian)

Kejadian adalah frekuensi kegagalan adalah seberapa sering kegagalan dapat diharapkan terjadi.

6. *Detection* (Deteksi)

Deteksi adalah kemampuan untuk mengidentifikasi kegagalan sebelum mencapai pengguna akhir / pelanggan.

7. *Risk Priority Number* (RPN)

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

$$RPN = Severity \times Occurrence \times Detection$$

2.6.3 Saran Pedoman Risiko untuk Proses FMEA

Saran pedoman risiko untuk *severity* (keparahan), *occurrence* (kejadian), dan *detection* (deteksi) untuk proses FMEA diberikan pada Tabel 2.2, Tabel 2.3, dan Tabel 2.4.

Tabel 2.2 Tingkat *Severity* (keparahan) yang Disarankan untuk FMEA

Efek	Peringkat	Kriteria
Tidak ada	1	Mungkin terlihat oleh operator (Proses). Tidak mungkin / tidak terlihat oleh pengguna (Produk).
Sangat sedikit	2	Tidak ada efek pada proses hilir (Proses). Efek tidak signifikan / tidak berarti (Produk).
sedikit	3	Pengguna mungkin akan melihat efeknya namun efeknya kecil

		(Proses dan Produk).
minor	4	Proses lokal dan/atau hilir mungkin terpengaruh (Proses). Pengguna akan mengalami dampak negatif kecil pada produk (Produk).
sedang	5	Dampak akan terlihat sepanjang operasi (Proses). Mengurangi kinerja dengan penurunan kinerja secara bertahap. Pengguna tidak puas (Produk).
parah	6	Gangguan terhadap proses hilir (Proses). Produk bisa dioperasikan dan aman namun kinerjanya menurun. Pengguna tidak puas (Produk).
Tingkat keparahan tinggi	7	Downtime yang signifikan (Proses). Kinerja produk sangat terpengaruh. Pengguna sangat tidak puas (Produk).
Tingkat keparahan yang sangat tinggi	8	Downtime signifikan dan berdampak pada keuangan (Process). Produk tidak bisa dioperasikan tapi aman. Pengguna sangat tidak puas (Produk)
Tingkat keparahan yang ekstrim	9	Kegagalan yang mengakibatkan efek berbahaya sangat mungkin terjadi. Masalah keamanan dan regulasi (Proses dan Produk).
Tingkat keparahan maksimum	10	Kegagalan yang mengakibatkan efek berbahaya hampir pasti. Tidak mengakibatkan cedera atau membahayakan personil operasi (Process). Kepatuhan terhadap peraturan pemerintah (Produk).

(Sumber : Dyadem, 2003)

Tabel 2.3 Tingkat *Occurence* (Kejadian) yang Disarankan untuk FMEA

Kejadian	Peringkat	Kriteria
Sangat tidak mungkin	1	Kegagalan sangat tidak mungkin.
Jauh kemungkinan	2	Kemungkinan jumlah kegagalan jarang.

Kemungkinan yang sangat rendah	3	Sangat sedikit kemungkinan kegagalan.
Kemungkinan rendah	4	Beberapa kemungkinan kegagalan.
Sedang kemungkinan rendah	5	Kegagalan sesekali mungkin.
Kemungkinan menengah	6	Kegagalan kemungkinan jumlah menengah.
Kemungkinan yang cukup tinggi	7	Jumlah yang cukup tinggi dari kemungkinan kegagalan.
Kemungkinan tinggi	8	Tingginya angka kemungkinan kegagalan.
Kemungkinan yang sangat tinggi	9	Angka yang sangat tinggi dari kemungkinan kegagalan.
Sangat mungkin	10	Kegagalan hampir pasti.

(Sumber : Dyadem, 2003)

Tabel 2.4 Tingkat *Detection* (Deteksi) yang Disarankan untuk FMEA

Deteksi	Peringkat	Kriteria
Sangat mungkin	1	Hampir pasti akan mendeteksi adanya cacat.
Kemungkinan yang sangat tinggi	2	Memiliki kemungkinan yang sangat tinggi untuk mendeteksi keberadaan kegagalan.
Kemungkinan tinggi	3	Memiliki efektivitas yang tinggi untuk deteksi.
Kemungkinan yang cukup tinggi	4	Memiliki efektivitas cukup tinggi untuk deteksi.
Kemungkinan menengah	5	Memiliki efektivitas sedang untuk deteksi.
Sedang kemungkinan rendah	6	Memiliki efektivitas cukup rendah untuk deteksi.
Kemungkinan rendah	7	Memiliki efektivitas yang rendah untuk deteksi.
Kemungkinan yang sangat rendah	8	Memiliki efektivitas terendah dalam setiap kategori yang berlaku.
Jauh kemungkinan	9	Memiliki probabilitas yang sangat rendah untuk mendeteksi adanya cacat.
Sangat tidak mungkin	10	Hampir pasti tidak akan mendeteksi adanya cacat.

(Sumber : Dyadem, 2003)

2.7 Penelitian Terdahulu

Banyak jurnal – jurnal maupun skripsi yang mengukur nilai *Overall Equipment Effectiveness* (OEE) sebagai usaha untuk melakukan perbaikan dengan menggunakan metode *Failure Mode and Effect Analysis* (FMEA). Diantaranya adalah :

1. **Agil Septiyan Habib dan H. Hari Supriyanto, Ir., MSIE** dalam jurnal teknik POMITS VOL. 1 No. 1 (2012) Teknik Industri, Fakultas Teknologi Industri, Institut Teknologi Sepuluh Nopember (ITS) dalam penelitian yang berjudul **Pengukuran Nilai *Overall Equipment Effectiveness* (OEE) Sebagai Pedoman Perbaikan Efektivitas Mesin *CNC Cutting***

Produksi boiler yang dilakukan oleh PT ALSTOM Power Energy System Indonesia melibatkan banyak komponen, salah satu komponen yang paling banyak terlibat dalam aktivitas produksi adalah komponen attachment yang diproduksi oleh mesin *CNC Cutting*. Karena komponen ini memegang peranan penting dalam aktivitas produksi, maka mesin yang dipergunakan untuk memproduksinya harus senantiasa berada dalam kondisi baik dan memiliki efektivitas yang tinggi. Efektivitas mesin dapat diketahui dengan mengukur nilai *Overall Equipment Effectiveness* (OEE) dari mesin *CNC Cutting* tersebut. Dalam pengukuran OEE terdapat tiga faktor penting yang mempengaruhinya, yaitu *availability rate*, *performance rate*, dan *quality rate*. Nilai standar dari ketiga faktor tersebut berturut-turut adalah 90%, 95%, dan 99%. Sedangkan untuk standar global dari nilai OEE adalah 85%. Data pengukuran menunjukkan bahwa besaran nilai dari *availability rate* adalah 84,9%, *performance rate* sebesar 72,9%, *quality rate* sebesar 100%, dan OEE sebesar 61,8%. Penyebab belum optimalnya nilai OEE mesin dikaji lebih lanjut dengan menggunakan tools seperti RCA (*Root Cause Analysis*), FMEA (*Failure Mode and Effect Analysis*), dan AHP (*Analytical Hierarchy Process*). RCA dipergunakan untuk mengidentifikasi faktor *root cause* dari terjadinya suatu *non value activity*. Sedangkan FMEA dipergunakan untuk mencari aktivitas paling kritis untuk kemudian dirumuskan alternatif solusinya. AHP dipergunakan untuk memberikan pembobotan terhadap

kriteria performansi, dan kemudian dengan menggunakan value management dapat ditentukan alternatif solusi terbaik. Hasil dari penelitian ini adalah diketahuinya beberapa faktor penyebab belum optimalnya availability rate dan performance rate. Aktivitas-aktivitas yang menjadi faktor penyebab tersebut adalah mengulang proses potong, menunggu ketersediaan material, dan mengoperasikan mesin dengan kecepatan potong rendah.

2. **Syumarlin Barat¹, Khawarita Siregar², Ikhsan Siregar²** dalam jurnal Teknik Industri FT USU Vol. 3 No.1(2014) Departemen Teknik Industri, Fakultas Teknik, Universitas Sumatera Utara dalam penelitian yang berjudul **RANCANGAN Perbaikan Efektifitas Mesin Spinning dengan menggunakan Metode *Overall Equipment Effectiveness* dan Grey FMEA di PT XYZ**

PT XYZ merupakan perusahaan yang bergerak dibidang manufaktur pembuatan produk beton sentrifugal terbesar di Indonesia. Pada perusahaan ini sering dijumpai adanya permasalahan di rantai produksi khususnya mesin *spinning* yang mengalami kerusakan mesin. Pada Juni 2012 hingga Mei 2013, mesin *spinning* mengalami *downtime* 81,33 jam dengan 3 sampai 9,67 jam setiap bulannya. Kerusakan pada mesin *spinning* mengakibatkan proses produksi terhenti dan produk yang sedang dalam proses akan menjadi cacat karena bahan yang digunakan adalah bahan beton yang cepat mengeras. Produk yang cacat akan merugikan perusahaan dari segi finansial. Masalah lain yang timbul adalah adanya *idle time*, *setup* dan *adjustment*. Hal ini akan mengakibatkan turunnya tingkat efektivitas mesin *spinning*. Pengukuran *Overall Equipment Effectiveness* (OEE) dilakukan dengan memperhatikan tiga hal penting, yaitu *availability rate*, *performance rate*, dan *rate of quality product*. Ketiga jenis faktor tersebut umumnya dijabarkan kedalam beberapa jenis *losses* (kerugian), yaitu *breakdown losses*, *set up and adjustment*, *idle and minor stoppage*, *reduce speed*, *process defect*, dan *reduce yield* (Nakajima, 1988). Penerapan OEE memiliki manfaat untuk menentukan prioritas dalam usaha meningkatkan OEE dan peningkatan

produktivitas (Nachnul Anshori dkk., 2013). Perbaikan yang dilakukan dalam penelitian ini adalah dengan menggunakan *Grey Failure Mode and Effect Analysis* (FMEA). Penggunaan metode *Grey* FMEA memberikan kesimpulan yang mengacu pada rancangan perbaikan terhadap faktor prioritas penyebab kecacatan untuk memperbaiki kualitas pipa baja spiral (Asep Ridwan dkk., 2011). Oleh karena itu penelitian ini penting dilakukan dengan menggunakan *Overall Equipment Effectiveness* dan *Grey* FMEA dan diharapkan dapat memberikan solusi untuk masalah mesin spinning yang tidak efektif pada PT XYZ.

3. **Ahmad Kholid Al-Ghofari, Muchlison Anis, Ayub As' Ari** dalam jurnal Spektrum Industri, Vol. 10, No. 2 (2012) Program Studi Teknik Industri UMS dengan penelitian yang berjudul **UPAYA PENINGKATAN PERFORMANSI MESIN PADA INDUSTRI MANUFAKTUR**

Performansi mesin menjadi sebuah jaminan bagi kelangsungan perusahaan dalam rangka menghasilkan produk seperti yang direncanakan. Pengukuran produktivitas mesin diperlukan sebagai upaya mengetahui dan mendesain agar mesin dapat berjalan lebih optimal. PT Kubota Indonesia adalah sebuah perusahaan manufaktur yang bergerak dalam pembuatan produk mesin diesel yang dapam proses pengerjaannya melibatkan beberapa mesin. Mesin HN50C(P5) adalah mesin utama yang banyak mengalami kerusakan di machining shop. Tujuan dari penelitian ini adalah menghitung nilai performansi mesin dengan OEE dan melakukan analisa untuk perbaikan. Penelitian diawali dengan menghitung nilai OEE yang kemudian dilanjutkan menganalisa variabel OEE yang berada di bawah standar JIPM untuk dicari usulan perbaikannya. Hasil dari penelitian ini adalah nilai OEE sebesar 80,98% yang masih di bawah standar JIPM. Analisis FMEA mengindikasikan beberapa komponen perlu perhatian yang lebih untuk meminimasi downtime sekaligus menaikkan nilai performansi mesin.