

2. DASAR TEORI

2.1 *Quick Changeover*

Quick changeover memiliki beberapa pengertian, ada yang mengartikan sebagai suatu proses yang dilakukan untuk mengurangi waktu *setup* secara berkelanjutan. Pengertian lain dari *quick changeover* adalah prosedur untuk menghilangkan pemborosan waktu akibat mengganti *part* mesin. *Quick changeover* memiliki definisi berdasarkan beberapa pengertian sebelumnya yaitu tindakan perbaikan berkelanjutan untuk mengurangi waktu pada proses *setup* untuk mengurangi atau menghilangkan pemborosan dengan menerapkan metode yang ada. Hal ini dapat memberikan keuntungan bagi perusahaan yang menerapkannya karena *quick changeover* berusaha mengurangi waktu matinya mesin (Allen, 2001).

Proses *setup* dianggap oleh perusahaan manufaktur sebagai kegiatan yang tidak memberikan nilai tambah. Proses *setup* dikatakan sebagai waktu *changeover* karena merupakan proses pergantian dari akhir produksi produk pertama hingga awal produksi produk kedua. Mengatur mesin hingga mesin dapat memproduksi produk selanjutnya dengan baik termasuk dalam waktu *changeover*. Mesin dimatikan dan tidak memproduksi produk jadi selama proses *setup*. (Nicholas, 1998).

2.2 **SMED (Single Minutes Exchanges of Dies)**

Salah satu metode yang dapat digunakan untuk menurunkan waktu *setup* atau *changeover* adalah SMED. Metode SMED pertama kali diperkenalkan oleh Shigeo Shingo. Metode SMED digunakan untuk melakukan perbaikan secara berkelanjutan, oleh karena itu penggunaan metode ini memiliki tahap-tahap perkembangan, seperti yang dilakukan oleh Shigeo Shingo sendiri. Shingo mengurangi waktu *changeover* pada suatu pabrik melalui tiga tahap, yaitu :

- Tahap pertama, Shingo dapat mengurangi waktu proses ganti model pada mesin *press* besi dari empat jam menjadi 90 menit.

- Tahap kedua dan ketiga, Shingo kembali mengurangi waktu proses ganti model tersebut menjadi di bawah sepuluh menit.

Masalah-masalah yang sering terjadi pada proses *changeover* yaitu kerja sama operator yang kurang, informasi yang tidak jelas mengenai standar kerja yang digunakan, dan tidak adanya *checklist* atau prosedur yang memadai. Masalah-masalah tersebut menyebabkan waktu *changeover* lama. Waktu *changeover* yang lama apabila dikurangi waktunya dan disederhanakan dapat menimbulkan keuntungan sebagai berikut (Nicholas,1998):

- Kualitas

Proses *changeover* yang sederhana akan mengurangi kemungkinan terjadinya kesalahan oleh manusia yang melakukannya. Kesalahan pada proses *changeover* dapat menyebabkan produk yang dihasilkan menjadi cacat atau rusak. Kesalahan dapat timbul akibat tidak adanya prosedur standar yang sederhana, sehingga operator melakukan *trial and error*.

- Biaya

Waktu *changeover* menurun menyebabkan jumlah produk *work in process* berkurang. Hal ini berarti semakin banyak produk yang dapat dihasilkan dan semakin sedikit produk yang masuk dalam inventori sehingga biaya inventori dapat berkurang. Waktu *changeover* yang semakin kecil juga menyebabkan semakin produktif suatu mesin, sehingga biaya keuntungan produk jadi meningkat.

- *Worker Utilization*

Proses *changeover* yang sederhana menyebabkan semua operator dapat melakukan proses tersebut. Hal ini menyebabkan saat proses *changeover*, semua operator dapat digunakan sehingga waktu *changeover* dapat dikurangi.

- Fleksibilitas

Waktu *changeover* yang cepat menyebabkan semakin banyak variasi produk yang dapat diproduksi. Hal ini meningkatkan fleksibilitas perusahaan untuk memproduksi berbagai variasi produk.

- Kapasitas dan *Lead Times*

Waktu *changeover* semakin kecil maka semakin tinggi kapasitas produksi suatu perusahaan. Mengurangi waktu *changeover* biasa dijadikan alternatif untuk

meningkatkan kapasitas produksi perusahaan. Hal ini juga berpengaruh pada semakin kecilnya *lead times* akibat waktu *changeover* yang kecil.

- Variasi Proses

Proses *changeover* yang sederhana dapat mengurangi variasi waktu dari setiap proses *changeover*.

Aktivitas-aktivitas pada proses *changeover* dibedakan menjadi dua jenis, yaitu :

- Aktivitas Internal

Aktivitas yang hanya dapat dilakukan ketika mesin dimatikan. Waktu aktivitas internal ini sama dengan *downtime*. Contoh aktivitas internal yaitu membersihkan permukaan benda kerja, memasang dies, uji coba (*trial*), dan *setting* mesin.

- Aktivitas Eksternal

Aktivitas yang dapat dilakukan saat proses produksi dilakukan atau sebelum mesin dimatikan. Contoh aktivitas eksternal yaitu mengambil peralatan dari tempat *tool*, mengembalikan peralatan ke tempatnya, dan mengambil bahan dari gudang.

Suatu proses *changeover* biasanya dapat terdiri dari beberapa aktivitas internal dan beberapa aktivitas eksternal. Waktu *changeover* dapat dikurangi dengan menghilangkan aktivitas yang tidak perlu, memperbaiki atau menyederhanakan aktivitas yang perlu, dan mengubah aktivitas-aktivitas yang dilakukan secara berurutan menjadi dilakukan secara paralel (Nicholas,1998).

Metode SMED terdiri dari 5 langkah yaitu :

1. Mengamati proses *changeover* dan mengukur waktu *changeover*

Pengukuran waktu dapat dilakukan dengan mencatat aktivitas-aktivitas dan mengukur waktu yang dihabiskan selama aktivitas dilakukan. Pengukuran waktu dapat dilakukan menggunakan *stopwatch* lalu hasil pengukuran dicatat pada lembar kerja.

2. Mengidentifikasi aktivitas internal dan eksternal

Fokus utama untuk mengurangi waktu *changeover* adalah mengurangi waktu elemen internal saja, bukan pada waktu total *changeover* (gabungan waktu internal dan eksternal). Mempelajari setiap detail aktivitas dapat dilakukan dengan melakukan wawancara terhadap pekerja atau operator dan merekam seluruh

proses *changeover*. Saat menganalisa dan mempelajari setiap aktivitas *changeover*, biasanya ada aktivitas yang tidak sesuai dengan prosedur. Aktivitas tersebut dapat dihilangkan dari prosedur karena dianggap aktivitas tidak berguna. (Nicholas,1998).

Hasil mempelajari setiap detail aktivitas adalah mengidentifikasi aktivitas internal dan aktivitas eksternal. Aktivitas internal dan eksternal kemudian dipisahkan. Contoh tabel untuk mempermudah pemisahan aktivitas internal dan eksternal dapat dilihat pada Tabel 2.1.

Tabel 2.1 Pemisahan Aktivitas Internal dan Eksternal Proses *Changeover*

Sumber: Allen (2001, p.313)

No	<i>Changeover Activities</i>	Internal	Eksternal
1	<i>Scheduling the changeover</i>		E
2	<i>Locating die and steel coil</i>	I	
3	<i>Removing old die</i>	I	
4	<i>Removing scrap from old run</i>	I	
5	<i>Aligning die placement in press bed</i>		E
6	<i>Adjusting feed settings</i>	I	
7	<i>Performing quality control checks</i>	I	
8	<i>Informing material handlers of changeover and needed materials</i>		E
9	<i>Setting height adjustments on press ram</i>	I	
10	<i>Acquiring needed dungaree for production run</i>		E

3. Mengubah aktivitas internal menjadi aktivitas eksternal

Tahap ini bertujuan untuk mengurangi waktu aktivitas internal yang menjadi penyebab *downtime*. Seluruh aktivitas internal perlu dianalisa dan diperiksa kembali untuk melihat adanya kemungkinan aktivitas internal tersebut dapat dijadikan aktivitas eksternal. Semakin banyak aktivitas internal yang diubah menjadi aktivitas eksternal, semakin banyak waktu matinya mesin yang dapat dikurangi.

4. Meningkatkan efisiensi terhadap aktivitas internal yang tidak dapat dihilangkan

Meningkatkan aktivitas internal dapat dilakukan dengan memodifikasi peralatan. Memodifikasi peralatan bertujuan untuk menyederhanakan aktivitas

internal sehingga mengurangi gerakan-gerakan yang tidak perlu. Salah satu contoh memodifikasi peralatan adalah menggunakan *handknobs* untuk memudahkan aktivitas melepas baut. Cara lain untuk meningkatkan efisiensi terhadap aktivitas internal adalah dengan melakukan aktivitas secara paralel.

5. Standarisasi Prosedur *Changeover* yang baru

Tahap ini bertujuan menstandarkan prosedur *changeover* baru hasil perbaikan dan menginformasikannya kepada operator. Memberikan informasi kepada operator bertujuan agar operator memahami langkah dan urutan *changeover* serta mengetahui peralatan yang digunakan.

2.3 *Maintenance*

Maintenance merupakan suatu kegiatan pemeliharaan dan perawatan yang dilakukan dengan tujuan umum untuk menjaga fasilitas agar dapat berjalan atau bekerja sesuai fungsinya dengan baik (Paul R. Drake, 1994). Kegiatan *maintenance* memiliki perbedaan dari perbaikan yaitu *maintenance* dilakukan saat fasilitas masih dapat menjalankan fungsinya dengan tujuan untuk mengurangi kerusakan yang terjadi. Kegiatan *maintenance* memiliki tujuan sebagai berikut:

- Menjaga masa pakai peralatan agar tidak kurang dari masa pakai yang seharusnya atau memperpanjang masa pakai peralatan
- Menjamin agar peralatan selalu dalam kondisi yang mampu memberikan keuntungan
- Menjamin ketersediaan peralatan agar dapat digunakan dalam kondisi darurat
- Menjamin keselamatan pengguna peralatan

Kegiatan *maintenance* dibagi menjadi dua jenis yaitu pemeliharaan terencana (*planned maintenance*) dan pemeliharaan tidak terencana (*unplanned maintenance*). *Planned maintenance* adalah kegiatan pemeliharaan yang teratur, terjadwal, terkendali, dan tercatat. *Unplanned maintenance* adalah pemeliharaan yang tidak terjadwal dan tidak teratur. Ada lima macam jenis *planned maintenance*, yaitu (Ebeling, 1997):

- *Preventive maintenance* adalah perawatan yang terencana untuk mencegah atau mengurangi terjadinya kerusakan dan menemukan penyebab kerusakan mesin saat mesin masih dijalankan. Tindakan-tindakan yang dilakukan yaitu

pengukuran, penggantian komponen mesin, pemeriksaan, *setting*, dan membersihkan mesin. Kerugian yang disebabkan proses produksi berhenti lama akibat waktu perbaikan lama dan tidak tersedianya komponen pengganti dapat diselesaikan dengan *preventive maintenance*.

- *Corrective maintenance* adalah kegiatan merawat mesin atau peralatan dilakukan apabila mesin mengalami kerusakan. Kegiatan perawatan dilakukan untuk mengembalikan kondisi mesin yang rusak menjadi seperti semula.
- *Improvement maintenance* adalah perawatan yang dilakukan dengan mengembangkan atau mendesain ulang sebuah mesin untuk mengurangi kemungkinan terjadinya kerusakan.
- *Condition based maintenance* adalah jenis perawatan yang dilakukan berdasarkan kondisi mesin pada suatu waktu. Jenis perawatan ini dapat diterapkan apabila mesin memiliki indikator yang dapat menunjukkan bahwa mesin tidak dapat menjalankan fungsinya dengan baik. Jenis perawatan melakukan tindakan saat benar-benar diperlukan.

2.4 Keandalan (*Reliability*)

Keandalan adalah kemampuan suatu mesin atau peralatan dapat menjalankan fungsinya dengan baik. Suatu mesin dikatakan tidak andal apabila mesin tersebut tidak dapat menjalankan fungsinya dengan baik. Keandalan dapat diukur dengan laju kerusakan, fungsi keandalan, dan fungsi kepadatan probabilitas kerusakan. Laju kerusakan suatu mesin akan selalu berubah atau tidak konstan dipengaruhi oleh usia dan lingkungan (Ebeling, 1997).

$$\text{Fungsi keandalan } R(t) = P(x > 1) = 1 - P(x \leq 1) = 1 - F(t) \quad (2.1)$$

Keterangan:

$R(t)$ = (*Reliability*)

$F(t)$ = Fungsi probabilitas kegagalan pada periode tertentu

Mean Time To Failure (MTTF) adalah waktu rata-rata terjadinya kegagalan fungsi suatu peralatan atau mesin. MTTF digunakan sebagai nilai ekspektasi masa pakai suatu mesin dengan notasi $E(t)$.

$$\text{MTTF} = E(t) = \int_t^{\infty} R(t) dt \quad (2.2)$$

Keterangan:

MTTF = Waktu rata-rata antar kerusakan

$R(t)$ = Keandalan (*Reliability*)

t = waktu

2.5 Distribusi Kerusakan dan Parameter

Pola data kerusakan komponen mesin pada umumnya digambarkan dengan empat jenis distribusi yaitu distribusi *Weibull*, distribusi Lognormal, distribusi Normal, dan distribusi Eksponensial. Setiap komponen mesin dapat memiliki pola kerusakan dengan distribusi yang berbeda-beda. Menentukan distribusi kerusakan bertujuan untuk menentukan perhitungan nilai MTTF.

2.5.1 Distribusi *Weibull*

Distribusi *Weibull* menggunakan dua parameter yaitu parameter skala (β) dan parameter bentuk (θ). Fungsi distribusi *Weibull* adalah sebagai berikut:

$$R(t) = e^{-\left(\frac{t}{\theta}\right)^\beta} \text{ dimana } \theta > 0, \beta > 0, \text{ dan } t > 0 \quad (2.3)$$

$$\text{MTTF} = \theta \cdot \Gamma\left(1 + \frac{1}{\beta}\right) \quad (2.4)$$

Nilai Γ didapatkan dari tabel fungsi Gamma

2.5.2 Distribusi Lognormal

Distribusi Lognormal menggunakan dua parameter yaitu parameter bentuk (s) dan parameter lokasi (t_{med}) yang merupakan nilai tengah data dalam distribusi ini. Fungsi distribusi Lognormal adalah sebagai berikut:

$$R(t) = 1 - \Phi\left(\frac{1}{s} \ln \frac{t}{t_{\text{med}}}\right) \text{ dimana } s > 0, t_{\text{med}} > 0, \text{ dan } t > 0 \quad (2.5)$$

$$\text{MTTF} = t_{\text{med}} \cdot e^{\frac{s^2}{2}} \quad (2.6)$$

2.5.3 Distribusi Normal

Distribusi normal memiliki bentuk kurva atau grafik fungsi probabilitasnya mirip bentuk lonceng. Parameter yang digunakan pada distribusi normal adalah nilai tengah (μ) dan standar deviasi. Nilai MTTF dari distribusi normal sama dengan nilai μ .

2.5.4 Distribusi Eksponensial

Distribusi Eksponensial memiliki sebuah parameter yaitu parameter λ .

Fungsi distribusi Eksponensial adalah sebagai berikut:

$$R(t) = e^{-\lambda t} \text{ dimana } \lambda > 0 \text{ dan } t > 0 \quad (2.7)$$

$$\text{MTTF} = \frac{1}{\lambda} \quad (2.8)$$