

BAB 3

LANDASAN TEORI

3.1. Pengukuran Performansi

Pengukuran performansi sering disalah artikan oleh kebanyakan perusahaan saat ini. Indikator performansi hanya dianggap sebagai indikator yang menunjukkan seberapa bagus perusahaan mereka dibandingkan dengan perusahaan lain, tetapi tidak didukung dengan adanya keinginan untuk menjadi lebih baik dari perusahaan lain. Indikator performansi seharusnya dapat digunakan untuk memberikan gambaran mengenai peluang perbaikan bagi perusahaan tersebut. Efektivitas adalah salah satu indikator performansi menurut Wireman, 1998. Efektivitas merupakan tingkat pencapaian dari suatu tujuan (Sumanth, 1984).

3.2. *Overall Equipment Effectiveness*

Overall Equipment Effectiveness (OEE) adalah pengukuran efektivitas penggunaan suatu peralatan. OEE dikenal sebagai salah satu aplikasi program *Total Productive Maintenance* (TPM). OEE dapat digunakan untuk mengevaluasi seberapa besar pencapaian performansi pada sistem manufaktur khususnya peralatan dan mengidentifikasi penyebab ketidakefektifan peralatan tersebut sehingga dapat dilakukan proses perbaikan (Hansen, 2001). Jika peralatan tidak bekerja sesuai dengan fungsinya maka kinerja peralatan akan melemah (Hansen, 2001). Menurut Nakajima (1989), *Total productive*

maintenance (TPM) berdasarkan tiga konsep yang berhubungan yaitu:

- a. Memaksimalkan efektivitas peralatan
- b. *Autonomous maintenance* peralatan, dan
- c. Kegiatan group kecil

OEE mampu meningkatkan efektivitas peralatan dan melatih operator untuk bertanggung jawab terhadap kegiatan rutin seperti inspeksi, membersihkan komponen peralatan, perawatan mesin, dan perbaikan-perbaikan kecil. Kegiatan-kegiatan rutin tersebut mampu meningkatkan produktivitas, memperluas keterlibatan dan tanggung jawab para karyawan (Nakajima, 1989).

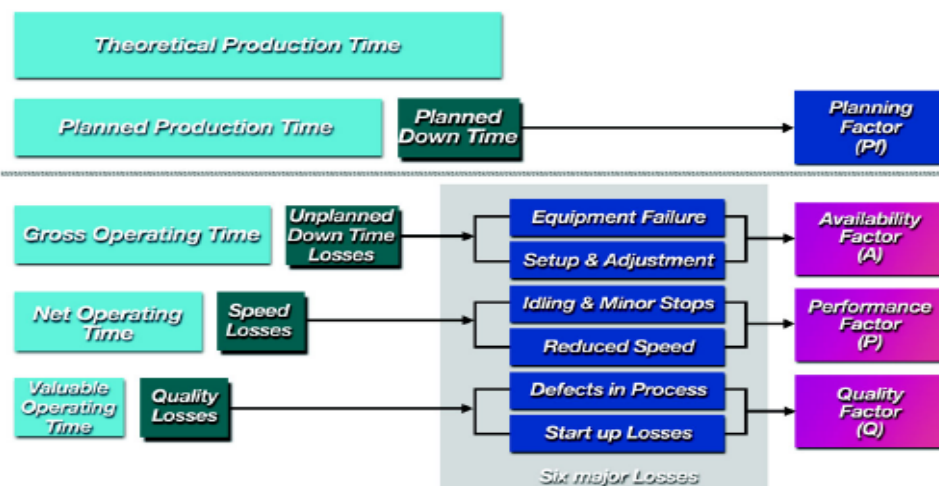
Pengukuran OEE dapat diaplikasikan pada setiap bagian atau departemen yang berbeda dalam lingkungan manufaktur. Bamber dkk (2003) menyebutkan ada tiga kegunaan OEE:

- a. OEE dapat digunakan sebagai "*benchmark*" untuk mengukur performansi awal perusahaan manufaktur. Dalam hal ini nilai OEE awal dapat dibandingkan dengan nilai OEE pada waktu berikutnya, sehingga ukuran level *improvement* dapat ditargetkan.
- b. Nilai OEE tertentu dihitung untuk satu bagian (divisi) manufaktur yang sebanding dengan performansi perusahaan tersebut.
- c. Jika proses permesinan bekerja secara individual ukuran OEE dapat mengidentifikasi mana performansi mesin yang jelek sehingga mengidentifikasi kemana memfokuskan sumber (*resources*) TPM (Nakajima, 1988).

Oleh karena itu sistem pengukuran OEE dalam sebuah perusahaan menjadi fundamental untuk aktivitas-aktivitas TPM dan menjadi dasar perbaikan untuk sistem TPM.

Menurut Dal dkk (2000) ukuran OEE dapat dijadikan informasi khusus untuk pengambilan keputusan harian dalam hal *preventive maintenance*, kebutuhan material, absensi, kecelakaan, alokasi tenaga kerja, konfirmasi *schedule*, *set up* dan lain-lain. OEE dapat pula dijadikan perhitungan untuk berinisiatif *improvement*, menyediakan metode yang sistematis untuk mengejar target produksi dan bekerjasama antar manajemen serta teknik-teknik pencapaian serta seimbang antar proses *Availability*, *Performance Efficiency*, *Quality Rate*.

Menurut Nakajima (1989) menggunakan OEE, berbagai kerugian (*loss*) yang dapat menurunkan produktivitas dapat dikurangi, pada gambar 3.1 ditunjukkan enam kerugian yang dapat menurunkan nilai OEE yang dikenal sebagai *six major losses*.



Gambar 3.1 Six Major Losses (Waunters dan Mathot, 2002)

Pada gambar 3.1 enam kerugian peralatan terbagi menjadi tiga yaitu:

a. *Downtime Losses (availability loss)*

Yang termasuk dalam *downtime losses* adalah:

1. *Equipment Failure / Breakdown Loss*

Kerusakan mesin yang disebabkan karena kerusakan mendadak dan tidak diharapkan. Dalam kondisi seperti ini mesin tidak dapat menghasilkan produk.

2. *Setup and Adjustment*

Proses pergantian mesin yang mengharuskan mesin harus dalam keadaan *shutdown*. Hal tersebut akan membutuhkan waktu yang digunakan mesin untuk *setup* ulang agar sesuai dengan spesifikasi produk yang diinginkan.

b. *Speed Losses (performance loss)*

Yang termasuk dalam *speed losses* adalah:

1. *Idling and Minor stoppages*

Pada saat mesin beroperasi dengan kecepatan yang tidak stabil, maka mesin tersebut akan kehilangan kecepatan dan mulai berjalan lambat. Meskipun kerugian ini hanya disebabkan oleh masalah kecil dan dapat ditangani oleh operator tapi adanya kejadian yang terus-menerus dapat menurunkan efektivitas dari mesin.

2. *Reduced Speed Operation*

Tipe *loss* yang dimaksud adalah adanya perbedaan (*gap*) antara kecepatan operasi aktual dengan kecepatan mesin yang sudah di *setting*. Hal tersebut menunjukkan bahwa mesin tidak beroperasi dengan kecepatan maksimal.

c. *Defect Losses (quality loss)*

Yang termasuk dalam *defect losses* adalah:

1. *Scrap and Rework (Defect in Process)*

Kerugian yang terjadi saat produk yang dihasilkan tidak memenuhi spesifikasi kualitas yang diinginkan.

2. *Start up Losses (Reduced Yield)*

Kerugian yang terjadi saat mesin tidak segera mencapai keadaan stabil sesaat setelah *start up* sehingga menyebabkan produk yang dihasilkan tidak sesuai dengan spesifikasi.

Menurut Hansen (2001), terdapat berbagai istilah pendefinisian waktu dalam OEE, yaitu:

a. *Downtime (DT)*

Downtime atau waktu kerusakan merupakan berhentinya mesin yang tidak terencana yang terbagi dalam beberapa kategori:

1. DT teknis

Proses berhenti karena kerusakan pada peralatan atau mesin, seperti kesalahan perawatan, kotoran atau goresan.

2. DT operasional

Waktu kerusakan yang disebabkan oleh prosedur yang tidak benar, bekerja diluar spesifikasi dan kesalahan operator.

3. DT kualitas

Waktu kerusakan yang disebabkan oleh ketidaksesuaian material, pengendalian terhadap permasalahan diproses dan kotoran pada produk.

b. *Excluded time*

Waktu yang dijadwalkan tidak untuk operasi, seperti rapat yang terjadwal, percobaan-percobaan (produk yang untuk tidak dijual), pelatihan dan pendidikan (apabila tidak ada produk yang sedang diproduksi), istirahat, libur dan lain-lain.

c. *Ideal cycle time* (siklus aktual ideal)

Waktu ideal bekerjanya mesin sesuai dengan spesifikasi peralatan atau mesin.

d. *Loading time* (waktu terjadwal)

Waktu normal untuk melakukan produksi.

e. *Operating time* (waktu operasi)

Waktu sesungguhnya yang untuk membuat produk, biasanya juga disebut *runtime*.

f. *Stop time* (ST)

Waktu berhentinya peralatan atau mesin baik terjadwal maupun tidak terjadwal, yang terbagi menjadi beberapa kategori, yaitu:

1. ST operasional

Merupakan berhenti yang direncanakan dan termasuk dalam kegiatan operasional seperti pergantian model, pergantian ukuran produk, percobaan standarisasi, pengambilan data-data operasional dan lain-lain.

2. *ST induced*

Merupakan berhentinya proses yang disebabkan karena sesuatu hal yang tidak terjadwal dan diluar permasalahan mesin, seperti kekurangan material, kekurangan pekerja, kekurangan informasi dan rapat yang tidak direncanakan terlebih dahulu.

3.2.1. Perhitungan Nilai OEE

Nilai OEE dapat dihitung dengan menggabungkan ketiga faktor yaitu *Availability*, *Performance Efficiency*, dan *Quality Rate*. Menurut Hansen (2001) formula untuk perhitungan OEE dapat dilihat pada persamaan 3.1.

$$OEE = A \times PE \times QR \quad \dots (3.1)$$

Dengan:

A = *Availability*

PE = *Performance Efficiency*

QR = *Quality Rate*

a. *Availability*

Secara umum *Availability* dapat dikatakan sebagai kemungkinan suatu sistem atau komponen berhasil menjalankan fungsinya ketika dioperasikan setiap saat. *Availability* dapat ditingkatkan dengan menurunkan kerusakan dan kerugian akan persiapan dan penyesuaian ulang peralatan. Persamaan *Availability* dapat dilihat pada persamaan 3.2.

$$A = \frac{OPT}{LT} \quad \dots (3.2)$$

$$LT = TT - PDT \quad \dots (3.3)$$

$$OPT = LT - (DT + ST) \quad \dots (3.4)$$

Dengan:

A = *Availability*

LT = *Loading Time*

TT = *Total Time (working Hour)*

PDT = *Planned Downtime*

OPT = *Operating Time*

DT = Downtime
ST = Stop Time

b. Performance Efficiency

Nilai *Performance Efficiency* adalah rasio ideal atau rencana waktu siklus peralatan dengan kondisi sebenarnya. *Performance efficiency* dapat ditingkatkan dengan menurunkan kerugian terhadap turunya kecepatan mesin dan tingkat berhenti mesin. *Performance Efficiency* dapat dilihat pada persamaan 3.5.

$$PE = NOPR \times OPSR \dots\dots (3.5)$$

$$NOPR = \frac{APT}{OPT} \dots\dots (3.6)$$

$$NOPR = 1 \dots\dots (3.7)$$

$$OPSR = \frac{ICT}{ACT} \dots\dots (3.8)$$

$$ACT = \frac{OPT}{AAP} \dots\dots (3.9)$$

Dengan:

- PE = *Performance Efficiency*
- NOPR = *Net Operating Rate*
- OPSR = *Operating Speed Rate*
- APR = *Actual Processing Time*
- OPT = *Operating Time*
- ICT = *Ideal Cycle Time*
- ACT = *Actual Cycle Time*
- AAP = *Actual Amount Product*

c. Quality Rate

Quality Rate adalah perbandingan antara jumlah produk yang bagus terhadap jumlah total yang diproduksi. *Quality Rate* dapat ditingkatkan dengan menurunkan jumlah produk cacat pada saat proses produksi dan waktu awal mesin bekerja. Persamaan *Quality Rate* dapat dilihat pada persamaan 3.10.

$$QR = \frac{GU}{TU} \dots (3.10)$$

Dengan:

QR = *Quality Rate*

GU = *Good Unit*

TU = *Total Unit*

Standar nilai dari masing-masing faktor OEE dapat dilihat dalam tabel 3.1.

Tabel 3.1 OEE World Class Standart (Levitt, 1996)

Komponen OEE	World Class Score
Availability	90.0%
Performance Efficiency	95.0%
Quality Rate	99.0%
OEE	85%

Menurut Hansen (2001), nilai dari efektivitas peralatan keseluruhan (OEE) dihubungkan dengan kondisi yang ada adalah sebagai berikut:

a. <65%

Batasan keadaan yang tidak bisa diterima dan harus dilakukan perbaikan.

b. 65%-75%

Batasan keadaan yang cukup baik.

c. 75%-85%

Batasan keadaan yang baik, namun perusahaan tidak boleh tinggal diam dan berusaha untuk mencapai level tingkat dunia (*world class*), yaitu:

1. >85%, untuk tipe proses *batch*,

2. >90%, untuk tipe proses diskrit berkelanjutan (*continous discrete process*)

3. >95%, untuk tipe proses produksi massal (*continous on stream process industries*).

3.3. Diagram Pareto

Diagram pareto adalah diagram batang berurutan yang ketinggian diagram menggambarkan frekuensi atau *impact problem*. Ketinggian diagram batang ini tersusun *descending* dari kiri ke kanan. Artinya bahwa posisi diagram batang sebelah kiri relatif lebih penting dibandingkan sebelah kanan. Prinsip pareto adalah 20 penyebab dapat mendatangkan 80 efek (Hansen, 2001). Diagram pareto adalah suatu grafik batang yang berisi informasi yang dapat dipakai dalam menentukan prioritas, sehingga dapat digunakan untuk perbaikan suatu proses (Hansen, 2001). Kelebihan diagram pareto adalah dapat membantu mengidentifikasi secara cepat masalah yang paling penting.

Diagram pareto dapat dibuat dengan membagi sejumlah data ke dalam grup-grup. Diagram pareto dapat menjawab beberapa pertanyaan dibawah ini (www.isixsigma.com):

- a. Masalah terbesar apa yang sedang dihadapi sebuah sistem?
- b. Sumber sebanyak 20% apakah yang dapat menyebabkan 80% terjadinya masalah?
- c. Di mana seharusnya dilakukan perbaikan untuk mendapatkan hasil yang optimal?

Penyusunan diagram Pareto meliputi enam langkah, yaitu:

- a. Menentukan metode atau arti dari pengklasifikasian data, misalnya berdasarkan masalah, penyebab jenis ketidaksesuaian, dan sebagainya.
- b. Menentukan satuan yang digunakan untuk membuat urutan karakteristik-karakteristik tersebut, misalnya rupiah, frekuensi, unit, dan sebagainya.
- c. Mengumpulkan data sesuai dengan interval waktu yang telah ditentukan.
- d. Merangkum data dan membuat rangking kategori data tersebut dari yang terbesar hingga yang terkecil.
- e. Menghitung frekuensi kumulatif atau persentase kumulatif yang digunakan.
- f. Menggambar diagram batang, menunjukkan tingkat kepentingan relatif masing-masing masalah. Mengidentifikasi beberapa hal yang penting untuk mendapat perhatian.

Kegunaan diagram pareto:

- a. Menganalisa data tentang frekuensi masalah dalam proses.
- b. Terdapat sejumlah masalah dan ingin difokuskan pada masalah yang berpengaruh paling signifikan.

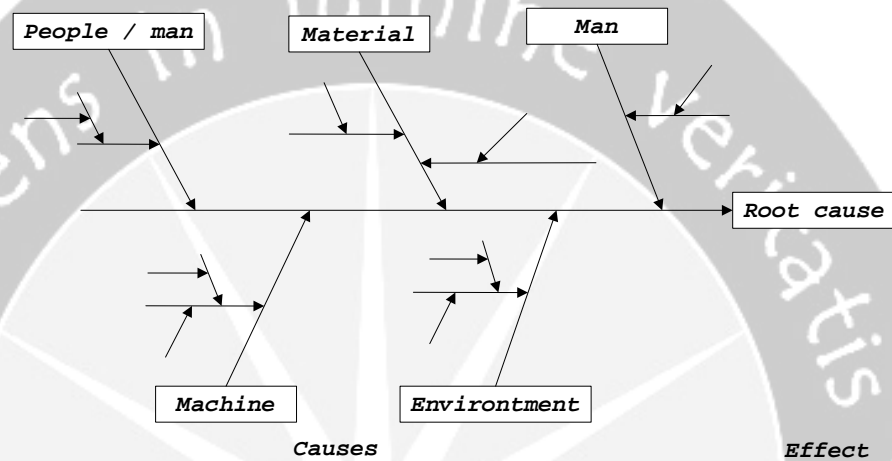
- c. Menganalisa penyebab masalah dengan melihat pada komponen yang lebih spesifik.

3.4. Diagram Sebab-akibat

Diagram sebab-akibat pertama kali dibuat oleh Dr. Kaoru Ishikawa pada tahun 1943 sehingga kemudian disebut Ishikawa diagram. Sering kali juga dikenal dengan "*fishbone*" diagram karena bentuknya yang serupa dengan tulang ikan. Tujuan utama diagram ini adalah untuk mengategorikan berbagai sebab potensial dari suatu masalah atau pokok persoalan dengan cara yang mudah dimengerti. Diagram sebab-akibat menunjukkan hubungan antara suatu masalah dan kemungkinan penyebabnya (Mitra, 1993). Alat ini membantu dalam menganalisis apa yang sesungguhnya terjadi dalam proses yaitu dengan cara memecah proses menjadi sejumlah kategori berkaitan dengan proses, mencakup *man, method, machine, material, dan environment*. Diagram ini biasanya disusun berdasarkan informasi yang didapat dari sumbang saran atau *brainstorming*. Permasalahan utama dituliskan pada garis horizontal yang dianggap sebagai garis utama dari *fishbone* diagram. Penyebab utama dari permasalahan dituliskan pada garis yang secara langsung menuju garis horizontal. Kemudian setiap penyebab utama dianalisa sehingga diperoleh penyebab-penyebab sekunder. Penyebab sekunder dituliskan pada garis yang secara langsung menuju garis penyebab utama. Pada dasarnya diagram sebab-akibat dapat dipergunakan untuk kebutuhan berikut:

- a. Membantu untuk mengidentifikasi akar penyebab dari suatu masalah.

- b. Membantu membangkitkan ide-ide untuk solusi suatu masalah.
- c. Membantu dalam penyelidikan atau pencarian fakta lebih lanjut.



Gambar 3.2 Fishbone Diagram (Besterfield, 1990)