

BAB II

TINJAUAN PUSTAKA

2.1 Sejarah Singkat Perusahaan

PT Charoen Pokphand Indonesia Tbk ("Perseroan") didirikan di Indonesia dengan nama PT Charoen Pokphand Indonesia Animal Feedmill Co. Limited, berdasarkan akta pendirian yang dimuat dalam Akta No. 6 tanggal 7 Januari 1972, yang dibuat dihadapan Drs. Gde Ngurah Rai, SH, Notaris di Jakarta, sebagaimana telah diubah dengan Akta No. 5 tanggal 7 Mei 1973 yang dibuat dihadapan Notaris yang sama. Akta pendirian tersebut telah disahkan oleh Menteri Kehakiman Republik Indonesia dengan Surat Keputusan No. YA-5/197/21 tanggal 8 Juni 1973 dan telah didaftarkan pada Kepaniteraan Pengadilan Negeri Jakarta Pusat di bawah No. 2289 tanggal 26 Juni 1973, serta telah diumumkan dalam Berita Negara No. 65 tanggal 14 Agustus 1973, Tambahan No. 573.

Anggaran Dasar Perseroan tersebut telah diubah, terakhir dengan Akta Notaris Fathiah Helmi, SH No. 71 tanggal 23 Mei 2019. Akta tersebut telah disetujui oleh Menteri Hukum dan Hak Asasi Manusia Republik Indonesia dalam Surat Keputusan No. AHU-0032182.AH.01.02.TAHUN 2019 tanggal 21 Juni 2019.

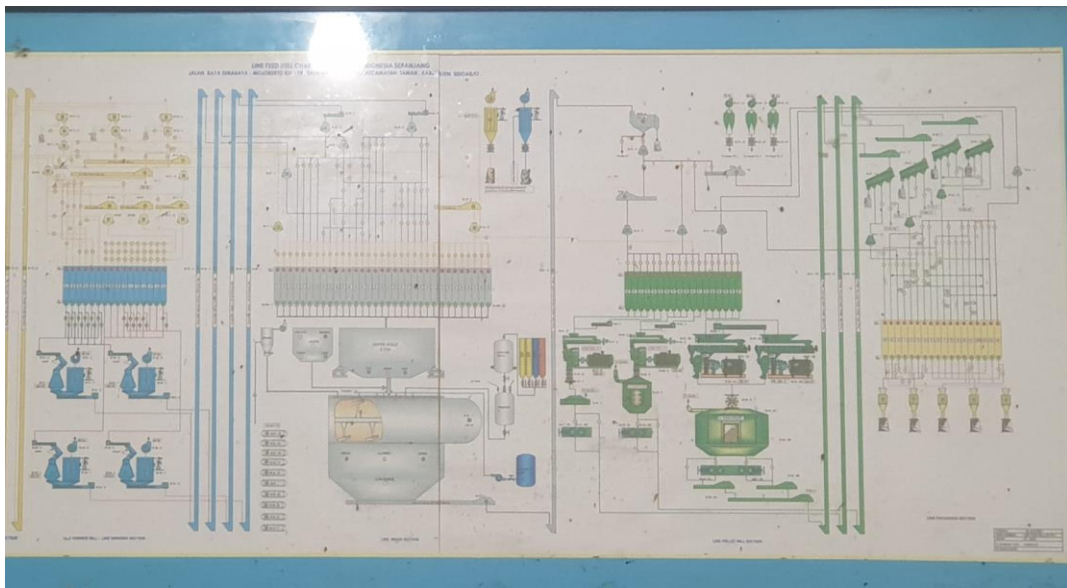
PT Charoen Pokphand Indonesia Tbk bergerak di *industry* pakan ternak, *day old chicks*, dan makanan olahan lainnya. PT.Charoen Pokphand Indonesia yang berada di alamat Jl. Surabaya-Mojokerto km 19, Desa Bringinbendo, Kecamatan Taman, Kabupaten Sidoarjo, Jawa Timur produk yang dihasilkan adalah pakan ternak, yang mana diproduksi oleh 7 fasilitas produksi Perseroan dan anak

perusahaan yang berada di Medan, Bandar Lampung, Tangerang, Semarang, Sidoarjo (2 unit) dan Makassar. PT. Charoen Pokphand Indonesia yang berada di Taman tidak mengekspor produknya ke luar negeri, lebih ke dalam negeri.

Bentuk dari pakan ternak yang diproduksi oleh PT. Charoen Pokphand Indonesia dapat berupa *concentrate* (konsentrat), *mash* (tepung), *pellet* (butiran) atau *crumble* (butiran halus). Sedangkan merek produk yang dipakai oleh PT. Charoen Pokphand Indonesia antara lain HI-PRO, HI-PRO-VITE, BINTANG, BONAVIDE, ROYAL FEED, TURBO FEED dan TIJI.

2.2 Mesin yang berada di PT. Charoen Pokphand Indonesia

PT. Charoen Pokphand Indonesia yang berada di alamat Jl. Surabaya-Mojokerto km 19, Desa Bringinbendo, Kecamatan Taman, Kabupaten Sidoarjo, Jawa Timur untuk memproduksi pakan ternak ini memiliki beberapa jenis mesin, antara lain *intake*, *hammer mill*, *mixer*, *pellet*, dan *packing*. Alur produksi yang terdapat di PT. Charoen Pokphand Indonesia terdapat pada gambar 2.1.



Gambar 2.1 Alur Produksi PT. Charoen Pokphand Indonesia
(Sumber PT. Charoen Pokphand Indonesia)

Dari gambar 2.1 tersebut, terdapat 5 jenis mesin, dan 15 mesin yang beroperasi di PT. Charoen Pokphand Indonesia. Dari ke 15 mesin tersebut, salah satu mesinnya memiliki nilai OEE terkecil dan *breakdown time* atau kerusakan mesin terlama, mesin tersebut adalah mesin *pellet 4*. Mesin *pellet 4* dan mesin *pellet* lainnya selalu mengoperasikan 24 jam nonstop, maka *focus* dari penelitian saya kepada mesin *pellet 4* tersebut. Dan berikut ini data *survey* awal yang telah dilakukan di PT. Charoen Pokphand Indonesia

Tabel 2.1 Data *Survey* Awal *Breakdown Time* Pada Mesin *Pellet*

Bulan	Mesin <i>Pellet 1</i> (menit)	Mesin <i>Pellet 2</i> (menit)	Mesin <i>Pellet 3</i> (menit)	Mesin <i>Pellet 4</i> (menit)	Mesin <i>Pellet 5</i> (menit)
Januari	120	150	610	75	690
Februari	320	0	75	90	325
Maret	530	495	485	795	420
April	40	45	615	105	0
Mei	90	140	105	135	20
Juni	190	190	190	600	20
Juli	0	240	150	90	60
Agustus	105	35	240	90	180
September	165	875	250	1090	1415
Oktober	885	900	340	660	245
November	60	75	45	300	90
Desember	35	55	75	90	45
Rata-rata	211.66667	266.66667	265	343.33333	292.5

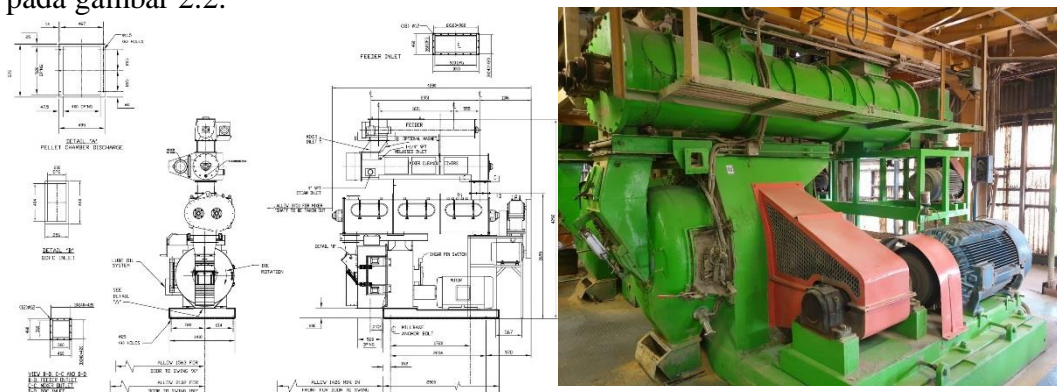
(Sumber: PT. Charoen Pokphand Indonesia)

Waktu standar maksimal *breakdown time* atau waktu kerusakan mesin yang ada di PT. Charoen Pokphand Indonesia sebesar 300 menit per bulan. Berdasarkan Tabel 2.1 diatas, dapat diketahui bahwa jumlah rata-rata *breakdown time* terlama adalah mesin *Pellet 4*.

2.3 Mesin *Pellet 4*

Mesin *pellet* pada PT. Charoen Pokphand Indonesia memiliki fungsi untuk tempat membuat atau mencetak *mesh* dari mesin *mixer* menjadi *pellet* atau *crumble*.

Mesin *pellet* 4 ini diproduksi oleh Idah Machinery CO., LTD di Taiwan, dirancang pada tanggal 25 April 2001, dan dipasang ke PT Charoen Pokphand pada tanggal 29 Mei 2003. Mesin *pellet* 4 berumur 19 tahun, dengan banyaknya umur pada mesin *pellet* 4, PT Charoen Pokphand Indonesia selalu dilakukan peremajaan dengan cara penambahan otomaris pada mesinnya, dan improvisasi pada conditioner-nya. Berikut ini sketsa proses dari mesin *pellet* dan gambar mesin *pellet* yang terdapat pada gambar 2.2.



Gambar 2.2 Sketsa Proses Mesin *Pellet* dan Mesin *Pellet*
(Sumber: PT Charoen Pokphand Indonesia)

2.4 *Total Productive Maintenance*

Manajemen pemeliharaan mesin dan peralatan modern dimulai dengan apa yang disebut *preventive maintenance* yang kemudian berkembang menjadi *productive maintenance*. Kedua metode pemeliharaan ini umumnya disingkat dengan PM dan pertama kali diterapkan oleh industri-industri manufaktur di Amerika Serikat dan pusat segala kegiatannya ditempatkan satu departemen yang disebut *maintenance departement*.

Preventive maintenance mulai dikenal pada tahun 1950-an, yang kemudian berkembang seiring dengan perkembangan teknologi yang ada dan kemudian pada tahun 1960-an muncul apa yang disebut *productive maintenance*. *Total productive*

maintenance (TPM) mulai dikembangkan pada tahun 1970-an pada perusahaan di negara Jepang yang merupakan pengembang konsep *maintenance* yang diterapkan pada perusahaan industri manufaktur Amerika Serikat yang disebut *Preventive maintenance*. Seperti dapat dilihat masa periode perkembangan PM di Jepang dimana periode tahun 1950-an juga bisa dikategorikan sebagai periode “*breakdown maintenance*”.

Mempertahankan kondisi mesin dan peralatan yang mendukung pelaksanaan proses produksi merupakan komponen yang penting dalam pelaksanaan pemeliharaan unit produksi. Tujuan pemeliharaan produktif (*productive maintenance*) adalah untuk mencapai apa yang disebut dengan *profitable PM*.

2.5 Pengertian *Total Productive Maintenance* (TPM)

Menurut Kurniawan (2013) *Total Productive Maintenance* (TPM) merupakan suatu aktivitas perawatan yang mengikutsertakan semua elemen dari perusahaan yang bertujuan untuk menciptakan suasana kritis (*critical mass*) dalam lingkungan industri guna mencapai *zero breakdown*, *zero defect*, dan *zero accident*. TPM adalah sistem manajerial unik yang pertama kali dikembangkan di Jepang pada tahun 1971 dengan berdasarkan kepada konsep perawatan (*Preventive Maintenance*) atau perawatan produktif yang dipergunakan di Amerika Serikat sejak tahun 1950. Pada era tahun 1950 Jepang mempelajari perawatan produktif (*Productive Maintenance*), perawatan korektif (*Corrective Maintenance*), *Reliability Engineering*, dan *Maintanability Engineering* dari Amerika Serikat. Jepang mengembangkan konsep tersebut *Total Productive Maintenance* (TPM).

TPM adalah konsep pemeliharaan yang melibatkan seluruh pekerja yang bertujuan mencapai efektivitas pada seluruh *system* produksi melalui partisipasi dan kegiatan pemeliharaan yang produktif, proaktif, dan terencana. suatu metode yang bertujuan untuk memaksimalkan efisiensi penggunaan peralatan, dan memantapkan sistem perawatan preventif yang dirancang untuk keseluruhan peralatan dengan mengimplementasikan suatu aturan dan memberikan motivasi kepada seluruh bagian yang berada dalam suatu perusahaan tersebut, melalui peningkatan kompenenisipasi dari seluruh anggota yang terlibat mulai dari manajemen puncak sampai kepada level terendah. Selain itu juga TPM bertujuan untuk menghindari perbaikan secara tiba-tiba dan meminimalisasi perawatan yang tidak terjadwal.

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

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.

Blanchard (dalam Ansori, 2014) mengatakan bahwa TPM adalah sebuah pendekatan daur hidup (*life-cycle*) yang terintegrasi dengan pemeliharaan pabrik. TPM dapat dimanfaatkan dengan efektif oleh organisasi untuk mengembangkan

keterlibatan pekerja pada setiap langkah proses manufaktur dan pemeliharaan fasilitas untuk lebih mengefektifkan aliran produksi (*production flow*), meningkatkan kualitas produk dan mengurangi biaya operasi. Keterlibatan pekerja secara total, pemeliharaan mandiri (*autonomous maintenance*) oleh operator, aktivitas- aktivitas kelompok kecil untuk meningkatkan kehandalan (*reliability*), kemudahan untuk dipelihara (*maintainability*), produktivitas peralatan serta perbaikan berkesinambungan (*kaizen*) merupakan prinsip-prinsip yang tercakup dalam TPM.

Sebagai salah satu pilar kegiatan TPM, *Kaizen* mengejar peralatan yang efisien, operator dan material dan pemanfaatan energi, yaitu ekstrem produktivitas dan bertujuan untuk mencapai efek substansial. Kegiatan *Kaizen* mencoba untuk benar-benar menghilangkan 16 kerugian (*losses*) besar. *Losses* tersebut dapat dilihat pada Tabel 2.2 berikut:

Tabel 2.2 16 *Losses* dalam TPM

<i>Loss</i>	<i>Category</i>
1. <i>Failure Losses - Breakdown loss</i> 2. <i>Setup / adjustment losses</i> 3. <i>Cutting blade loss</i> 4. <i>Start up loss</i> 5. <i>Minor stoppage / idling loss</i> 6. <i>Speed loss - operating at low speeds</i> 7. <i>Defect / rework loss</i> 8. <i>Scheduled downtime loss</i>	<i>Losses that impede equipment efficiency</i>
9. <i>Management loss</i> 10. <i>Operating morion loss</i> 11. <i>Line organization loss</i> 12. <i>Logistic loss</i> 13. <i>Measurement and adjustment Loss</i>	<i>Losses that impede human work efficiency</i>
14. <i>Energy loss</i> 15. <i>Die, jig and tool breakage loss</i> 16. <i>Yield loss</i>	<i>Losses that impede effective use of production resources</i>

(Sumber : Venkatesh, 2007)

TPM ini hubungan kerjasama yang erat antara perawatan dan organisasi produksi secara menyeluruh bertujuan untuk meningkatkan kualitas produksi,

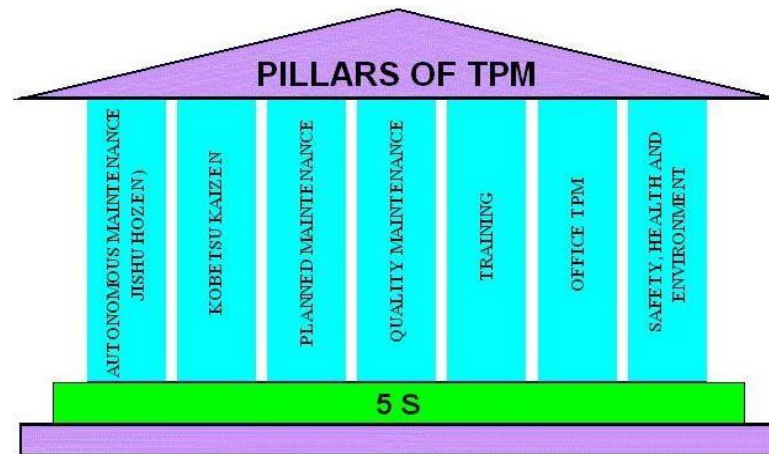
mengurangi *waste*, mengurangi biaya produksi, meningkatkan kemampuan peralatan dan pengembangan dari keseluruhan sistem perawatan pada perusahaan manufaktur. Secara menyeluruh definisi dari TPM mencakup lima elemen yaitu sebagai berikut :

1. TPM bertujuan untuk menciptakan suatu sistem *preventive maintenance* (PM) untuk memperpanjang umur penggunaan mesin dan peralatan.
2. TPM bertujuan untuk memaksimalkan efektifitas mesin dan peralatan secara keseluruhan (*overall effectiveness*).
3. TPM dapat diterapkan pada berbagai departemen (seperti *engineering*, bagian produksi, bagian *maintenance*).
4. TPM melibatkan semua orang mulai dari tingkatan manajemen tertinggi hingga para karyawan/operator rantai produksi.
5. TPM merupakan pengembangan dari sistem *maintenance* berdasarkan PM melalui manajemen motivasi.

2.6 Pilar-pilar TPM

Mukhril (2014) berpendapat bahwa TPM akan memberikan jalan untuk memperoleh kesempurnaan dalam hal perencanaan (*planning*), pengorganisasian (*organizing*), pengawasan (*monitoring*) dan pengaturan (*controlling*) melalui metode delapan pilar uniknya 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*); keselamatan, kesehatan dan lingkungan (*safety, health and environment*); TPM

kantor (*office TPM*), dan majemen pengembangan (*development management*). Pilar-pilar tersebut adalah seperti yang ditunjukkan oleh gambar 2.3 berikut:



Gambar 2.3 Delapan Pilar TPM
(Sumber: Mukhril, 2014)

2.6.1 5 S-Sebagai Dasar Untuk Perbaikan

Venkatesh (2007) berpendapat bahwa dalam pabrik terdapat berbagai peluang yang sering dilupakan dan tetap tidak tersentuh meskipun memiliki potensi untuk menghasilkan laba. Misalnya, membatasi produksi yang cacat, margin efisiensi oprasi (jam kerja), sediaan yang berlebihan dan penyerahan yang lewat *deadline*. Berbagai peluang yang terlupakan atau kekenduran dalam bahasa jepang disebut *muda*. Pada pokoknya *muda* adalah pemborosan dalam hal tenaga kerja, keluaran, uang, ruang, waktu, informasi dan lain-lain.

Pelaksanaan aktivitas perbaikan kecil secara berkelanjutan prinsip dibelakang *kaizen* suatu aktivitas yang banyak dilakukan oleh banyak perusahaan orang jepang. *Kaizen* atau 5-s adalah metode yang digunakan untuk mengurangi kekenduran yang ada dalam pabrik. 5-s adalah kependekan dari kata jepang yaitu *seiri*, *seiton*, *seiso*, *seiketsu* dan *shitsuke*. Secara keseluruhan diterjemahkan menjadi aktivitas pembersihan ditempat kerja.

Untuk mencapai tujuan 5-s harus dapat mengurangi pemborosan, pemborosan tersebut diantaranya: Waktu penyiapan yang terlalu banyak. Contohnya mencari tutup cetakan, mencari bahan (garam dan gas amoniak) hal ini seharusnya disusun secara rapi agar dalam waktu pelaksanaannya sudah tertata. Timbulnya produk afkir, daerah kerja yang kacau, Penyerahan yang tidak tepat waktu, dan keadaan yang tidak aman. Untuk menghindari hal tersebut diperlukan suatu gerakan yang dinamakan gerakan 5-s, gerakan ini menanamkan hubungan kemanusiaan dengan baik dalam perusahaan dan meningkatkan semangat bekerja.

Agar 5-s dapat berjalan efektif pekerja harus terbiasa meletakkan benda didekatnya untuk mempermudah pengambilan. Sebelumnya pekerja harus mengetahui apa arti dari 5-s (*seiri, seiton, seiso, seiketsu & shitsuke*) tersebut karena dengan mengetahui 5-s saja tidak cukup tetapi harus berulang kali. Ini akan menjadi kebiasaan yang spontanitas atas kemauan sendiri. Terjemahan kata tersebut seperti yang ditunjukkan oleh Tabel 2.3 berikut:

Tabel 2.3 Terjemahan 5-s

<i>Japanese Term</i>	<i>English Translation</i>	<i>Equivalent 'S' term</i>
<i>Seiri</i>	<i>Organisation</i>	<i>Sort</i>
<i>Seiton</i>	<i>Tidiness</i>	<i>Systematise</i>
<i>Seiso</i>	<i>Cleaning</i>	<i>Sweep</i>
<i>Seiketsu</i>	<i>Standardisation</i>	<i>Standardise</i>
<i>Shitsuke</i>	<i>Discipline</i>	<i>Self - Discipline</i>

(Sumber : Venkatesh, 2007)

Komponen 5-s tersebut adalah:

1. *Seiri* (Ringkas)

Memisahkan benda yang diperlukan dengan yang tidak diperlukan, kemudian menyingkirkan yang tidak diperlukan. Ini merupakan kegiatan melakukan klasifikasi barang yang terdapat ditempat kerja. Biasanya tempat kerja dimuati dengan mesin yang tidak terpakai, cetakan dan peralatan, bahkan benda cacat,

barang gagal, barang dalam proses, material, persediaan dan lain-lain. Kegiatan *seiri* umumnya dimulai dengan kampanye label merah, dimana label merah tersebut ditempelkan terhadap objek-objek yang diyakini tidak diperlukan.

2. *Seiton* (Rapi)

Menyusun dengan rapi dan mengenali benda untuk mempermudah penggunaan. Kata *Seiton* berasal dari bahasa jepang yang artinya menyusun berbagai benda dengan cara yang menarik. Dalam konteks 5-s, ini berarti mengatur barang-barang sehingga setiap orang dapat menemukannya dengan cepat. Untuk mencapai langkah ini, pelat penunjuk digunakan untuk menetapkan nama tiap barang dan tempat penyimpanan. Dengan kata lain menata semua barang yang ada setelah ringkas, dengan pola yang teratur dan tertib, mengelompokkan berdasarkan mencari menjadi minimum.

3. *Seiso* (Resik)

Menjaga kondisi mesin yang siap pakai dan keadaan bersih. Selalu membersihkan, menjaga kerapihan dan kebersihan. Ini adalah proses pembersihan dasar dimana disuatu daerah dalam keadaan bersih. Meskipun pembersihan besar-besaran dilakukan oleh pihak perusahaan beberapa kali dalam setahun. Aktivitas itu cenderung mengurangi kerusakan mesin akibat tumpahan minyak, abu dan sampah. Untuk itu bersihkan semua peralatan, mesin dan tempat kerja, menghilangkan noda dan limbah serta menanggulangi sumber limbah.

4. *Seiketsu* (Rawat)

Memperluas konsep kebersihan pada diri sendiri terus menerus mempraktekkan tiga langkah sebelumnya. Memelihara tempat kerja tetap bersih tanpa sampah merupakan aktivitas *seiketsu*.

5. *Shitsuke* (Rajin)

Shitsuke adalah hal terpenting dari 5-s. Karena itu orang yang menata pekerja harus memberikan suri tauladan. Dapat membangun disiplin pribadi dan membiasakan diri untuk menerapkan 5-s melalui norma kerja dan standarisasi. Membakukan empat langkah sebelumnya dan membuatnya menjadi proses yang berkesinambungan.

Agar 5-s dapat berjalan efektif pekerja harus terbiasa meletakkan benda didekatnya untuk mempermudah pengambilan. Tetapi memiliki pengetahuan tentang 5-s saja tidak cukup, pekerja juga harus mempraktekkan berulang kali. Ini harus menjadi kebiasaan spontan atas kemauannya sendiri bukan karena terpaksa.

Manfaat yang akan dicapai dalam melakukan kegiatan 5-s yaitu dapat menciptakan lingkungan yang bersih, aman dan menyenangkan bagi semua orang, mempermudah gerak kerja operator, menekan gerakan yang menimbulkan rasa tegang dan regangan, dapat membantu karyawan dalam mencapai disiplin pribadi, mengurangi gerak kerja yang tidak memberi nilai tambah dan dapat meningkatkan efisiensi kerja dan mengurangi biaya dan waktu operasi.

Komponen TPM menjadi tiga bagian yang berbeda yaitu: *Autonomous Maintenance*, *Planned Maintenance* dan *Maintenance Reduction*.

2.6.2 *Autonomous Maintenance* (Pemeliharaan Mandiri)

Ide utama dari pemeliharaan mandiri adalah menugaskan operator untuk melakukan beberapa tugas pemeliharaan rutin (*routine maintenance*). Tugas tersebut antara lain pembersihan rutin setiap harinya, melakukan pemeriksaan

terhadap peralatan, mengencangkan komponen peralatan, dan melumasi sesuai kebutuhan peralatan. Karena operator merupakan sosok yang paling dekat dengan peralatan yang mereka gunakan, maka mereka akan dapat dengan cepat untuk mendeteksi setiap terjadinya kelainan pada alat tersebut.

Penerapan pemeliharaan mandiri sering sekali termasuk di dalamnya adalah pengawasan secara visual. Pengawasan visual merupakan salah satu cara untuk memudahkan operator melakukan pemeliharaan dengan cara memberi tanda ataupun petunjuk pada peralatan, disertai dengan indikator yang membandingkan kondisi alat normal dengan kondisi alat yang tidak normal. Contohnya adalah permukaan *gauge* diberikan warna untuk menunjukkan rentang kondisi normalnya, jarum penunjuk pelumasan diberi warna agar pelumas yang diberikan permukaan *gauge* diberikan warna untuk menunjukkan rentang kondisi normalnya, jarum penunjuk pelumasan diberi warna agar pelumas yang diberikan sesuai dengan kapasitas dan jenis yang benar, dan sebagainya. Semua pemeriksaan ini didokumentasikan dalam bentuk *checklist* yang sederhana termasuk denah kerja dan rute pemeriksaannya. Operator juga diharapkan memberikan informasi harian berupa data kesehatan peralatan seperti *downtime*, kualitas produk serta segala jenis pemeliharaan yang dilakukan.

2.6.3 *Planned Maintenance* (Pemeliharaan Terencana)

Dengan menghilangkan beberapa tugas pemeliharaan rutin melalui pemeliharaan mandiri, staf pemeliharaan dapat mulai bekerja secara proaktif. Pemeliharaan terencana (juga dikenal sebagai pemeliharaan pencegahan) merupakan pekerjaan yang telah dijadwalkan untuk melakukan perbaikan ataupun penggantian komponen sebelum peralatan tersebut rusak. Secara teoritis, jika pemeliharaan

terencana meningkat maka pemeliharaan tak terencana atau *breakdown* akan mengalami penurunan, sehingga total biaya pemeliharaan yang dikeluarkan akan menurun pula.

2.6.4 *Maintenance Reduction* (Mengurangi Jumlah Pemeliharaan)

Dengan cara bekerja bersama-sama dengan penyedia peralatan, pengetahuan yang diperoleh dari memelihara peralatan dapat dijadikan sebagai masukan untuk merancang peralatan yang akan digunakan di masa mendatang, sehingga akan dihasilkan peralatan yang mudah dipelihara dan dapat secara mudah mendukung pemeliharaan mandiri. Hal ini diharapkan akan dapat mengurangi jumlah total pemeliharaan yang dibutuhkan.

Cara lain untuk mengurangi jumlah pemeliharaan yang dibutuhkan adalah dengan melakukan pengumpulan data kondisi peralatan secara khusus dan menganalisa hasilnya agar dapat memprediksi kerusakan (*failure*) yang akan terjadi. Adapun data yang dianalisa termasuk suhu, suara dan getaran yang terjadi pada komponen peralatan yang memungkinkan teknisi memperoleh informasi yang dapat menterjemahkan apa yang sebenarnya terjadi dengan peralatan tersebut. Analisa ini dapat dilakukan secara berkala dengan frekuensi yang dapat diatur menyesuaikan dengan kebutuhan peralatan. Harapannya akan diperoleh suatu tren yang dapat mewakili kesehatan alat secara keseluruhan, sehingga dapat juga menyelesaikan permasalahan yang kronis yang tidak dapat dihilangkan dengan pemeriksaan berkala yang dilakukan operator maupun pemeliharaan terencana yang berkala.

2.7 Keuntungan Implementasi *Total Productive Maintenance* (TPM)

Keuntungan-keuntungan yang mungkin diperoleh oleh perusahaan yang menerapkan TPM bisa secara langsung maupun tidak langsung. Keuntungan secara langsung yang mungkin diperoleh adalah:

- (1) Mencapai OPE (*Overall Plant Efficiency*) minimum 80%.
- (2) Mencapai OEE minimum 90%.
- (3) Memperbaiki perlakuan, sehingga tidak ada lagi keluhan dari pelanggan.
- (4) Mengurangi biaya manufaktur sebesar 30%.
- (5) Memenuhi pesanan konsumen sebesar 100%.
- (6) Mengurangi kecelakaan.
- (7) Mengikuti ukuran kontrol polusi.

Sedangkan keuntungan yang didapat secara tidak langsung adalah:

- (1) Tingkat keyakinan tinggi antara karyawan.
- (2) Menjaga tempat kerja bersih, rapi, dan menarik.
- (3) Perubahan perilaku operator.
- (4) Mencapai tujuan dengan bekerja sebagai tim.
- (5) Penjabaran horizontal dari konsep baru di semua area organisasi.
- (6) Membagi pengetahuan dan pengalaman.
- (7) Pekerja memiliki rasa kepemilikan terhadap mesin.

2.8 Manfaat dari *Total Productive Maintenance* (TPM)

Manfaat dari studi aplikasi TPM secara sistematis dalam rencana kerja jangka panjang pada perusahaan khususnya menyangkut faktor-faktor berikut :

1. Peningkatan produktivitas dengan menggunakan prinsip-prinsip TPM akan meminimalkan kerugian-kerugian pada perusahaan.

2. Meningkatkan kualitas dengan TPM, meminimalkan kerusakan pada mesin atau peralatan dan *downtime* mesin dengan metode terfokus
3. Waktu *delivery* ke konsumen dapat ditepati, karena produksi yang tanpa gangguan akan lebih mudah untuk dilaksanakan.
4. Biaya produksi rendah karena rugi dan pekerjaan yang tidak memberi nilai tambah dapat dikurangi.
5. Kesehatan dan keselamatan lingkungan kerja lebih baik.
6. Meningkatkan motivasi kerja, karena hak dan tanggung jawab didelegasikan oleh setiap orang.

2.9 Overall Equipment Effectiveness

Total productive maintenance (TPM) merupakan ide orisinal dari Nakajima yang menekankan pada pendayagunaan dan keterlibatan sumber daya manusia dan sistem *preventive maintenance* untuk memaksimalkan efektifitas peralatan dengan melibatkan semua departemen dan fungsional organisasi. *Total productive maintenance* didasarkan pada tiga konsep yang saling berhubungan yaitu:

1. Maksimasi efektifitas permesinan dan peralatan.
2. Pemeliharaan secara mandiri oleh pekerja.
3. Aktifitas group kecil.

Dengan konteks ini OEE dapat dianggap sebagai proses mengkombinasikan manajemen operasi dan pemeliharaan peralatan serta sumber daya. TPM memiliki dua tujuan yaitu tanpa interupsi kerusakan mesin (*zero breakdowns*) dan tanpa kerusakan produk (*zero defects*) . Dengan pengurangan kedua hal tersebut diatas, tingkat penggunaan peralatan operasi akan meningkat, biaya dan persediaan 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 aktual tergantung pada kualitas awal peralatan dan keahlian dari staff pemeliharaan. Begitu produktifitas meningkat tentu saja semua biaya ini akan tertutupi dengan cepat.

Semua aktifitas peningkatan kinerja pabrik dilakukan dengan meminimasi masukan dan memaksimalkan keluaran. Keluaran tidak saja menyangkut produktifitas tetapi juga terhadap kualitas yang lebih baik, biaya yang 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 Tabel 2.4. berikut :

Tabel 2.4 Matriks Hubungan Input dan Output dalam Aktifitas Produksi

Output \ Input	Keuangan			Metode Manajemen
	Manusia	Mesin	Material	
Produksi (P)	→	→	→	Pengontrolan Produksi
Kualitas (Q)	→	→	→	Pengontrolan Kualitas
Biaya (C)	→	→	→	Pengontrolan Biaya
Penyerahan (D)	→	→	→	Pengontrolan Penyerahan
Keselamatan (S)	→	→	→	Keselamatan dan polusi
Moral (M)	∇	∇	∇	Hubungan Manusia
	Alokasi Tenaga Kerja	Engineering & Perawatan	Pengontrolan Persediaan	

(Sumber : Nakajima, 1988)

Dalam matriks diatas nyata bahwa keteknikan dan perawatan berhubungan langsung dengan semua faktor keluaran yaitu produksi, kualitas, biaya, penyerahan, keselamatan dan moral. Dengan peningkatan otomasi dan pengurangan tenaga

kerja, proses produksi bergeser dari manual dengan tangan pekerja menjadi permesinan. Pada posisi ini peralatan dan permesinan merupakan hal yang krusial dalam meningkatkan keluaran. Semua faktor keluaran tersebut diatas sangat dipengaruhi oleh kondisi peralatan dan permesinan dengan sangat nyata.

Tujuan TPM adalah mempertinggi efektifitas peralatan dan memaksimalkan keluaran peralatan (PQCDSM) dengan berusaha mempertahankan dan memelihara kondisi optimal dengan maksud untuk menghindari kerusakan mesin, kerugian kecepatan, kerusakan barang dalam proses. Semua efisiensi termasuk efisiensi ekonomis dicapai dengan meminimisasi biaya pemeliharaan, memelihara kondisi peralatan yang optimal selama umur pakainya atau dengan kata lain, meminimisasi biaya daur hidup peralatan. Maksimasi efektifitas peralatan dan minimasi biaya daur hidup peralatan dicapai dengan keterlibatan semua anggota organisasi dalam mengurangi apa yang disebut dengan enam kerugian besar (*six big losses*) yang menurunkan efektifitas peralatan.

Nakajima juga menyarankan *Overall Equipment Effectiveness* 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 kinerja sistem operasi. Kerugian produksi bersama-sama dengan biaya tidak langsung dan biaya tersembunyi merupakan mayoritas dari total biaya produksi. Itulah sebabnya Nakajima 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 adalah merupakan pemborosan besar yang tidak disadari.

Untuk mencapai efektivitas peralatan keseluruhan (*overall equipment effectiveness*), maka langkah pertama yaitu fokus untuk menghilangkan kerugian utama (*six big losses*) yang dibagi dalam 3 kategori yang merupakan penghalang terhadap efektivitas peralatan, adapun *losses* tersebut adalah:

I. Downtime

- Kerusakan Alat (*Equipment failure/breakdown losses*)

Equipment failure merupakan perbaikan peralatan yang belum dijadwalkan sebelumnya dimana waktu yang terserap oleh kerugian ini terlihat dari seberapa besar waktu yang terbuang akibat kerusakan peralatan/mesin produksi. Kerugian ini masuk dalam katagori kerugian *Down Time* yang menyerap sebagian waktu yang tersedia pada waktu yang telah dijadwalkan untuk proses produksi (*Loading Time*). Secara teknis pada mesin injeksi dan mesin press kerugian ini terbagi dua yaitu kerusakan teknis (*Technical Failure*) dan gangguan operasi yang terjadi berulang-ulang (*Operational Disturbances*). *Technical Failure* merupakan kerusakan akibat menurunnya secara degradasi fungsi elemen-elemen mekanikal baik akibat *fatigue* maupun karena gesekan. Kerusakan ini sebenarnya dapat dengan mudah diprediksi, berbeda dengan kerusakan berat (*hard failure*) yang terjadi secara tiba-tiba pada elemen elektrikal seperti *PC controller* yang sangat sulit diprediksi. Dengan *preventive maintenance* sebenarnya kedua tipe *technical failure* ini dapat dikurangi. *Operational disturbances* dapat didefinisikan sebagai kerusakan singkat yang terjadi berulang-ulang dan dapat diatasi

sendiri oleh operator. Seringkali penyebabnya tidak dapat dijelaskan, tetapi umumnya disebabkan oleh kerusakan *limit switch* atau kesalahan operasi oleh operator itu sendiri. Kerusakan ini walaupun menyita waktu yang sedikit dengan kisaran waktu detik hingga beberapa menit tetapi sangat mengganggu karena menginterupsi proses otomatis. Latar belakang pendidikan, keahlian serta sikap dan perilaku serta pengetahuan sangat mempengaruhi kerugian ini. Data tentang *operational disturbances* sangat sulit untuk dikumpulkan secara manual disebabkan berulangnya kejadian serta frekuensi kejadian yang tinggi.

- *Setup and Adjustment*

Setup and Adjustment merupakan waktu yang terserap untuk pemasangan, penyetelan dan penyesuaian parameter mesin untuk mendapatkan spesifikasi yang diinginkan pada saat pertama kali mulai memproduksi komponen tertentu. Sama dengan *Equipment Failure, losses* ini dikategorikan dalam *Down Load Time*. Kerugian ini dimulai dari diberhentikan mesin, menurunkan *mold/press tool* dengan menggunakan *hoist/hand lift*, menyerahkan cetakan berikut laporannya kepada seksi *maintenance*, mengambil cetakan biru, pemasangan ke mesin, *input set-up data*, pemanasan *mold* dan *barrel* mesin hingga mesin, *input set-up data*, pemanasan *mold* dan *barrel* mesin hingga percobaan dan penyesuaian hingga mendapatkan spesifikasi yang ditetapkan serta diijinkan start produksi oleh seksi QC.

II. Speed Losses

- *Idling and minor stoppages*

Idling and minor stoppages merupakan kerugian akibat berhentinya peralatan sebagai akibat terlambatnya pasokan material atau tidak adanya operator walaupun WIP tersedia. Hampir semua Mesin press harus diawasi oleh seorang operator walaupun cetakan yang digunakan *progressive* sekalipun, sehingga kerugian akibat ketiadaan operator ini sangat nyata terlihat. Pada mesin injection beberapa mesin menggunakan robot sehingga kerugian yang terjadi yang dominan adalah *minor stoppage* dengan berhentinya mesin akibat tidak sempurnanya robot dalam mengambil produk atau *runner*. Lain halnya dengan mesin injeksi yang dijalankan secara manual. Kedua kerugian ini merupakan bagian yang menyumbang terhadap *Speed Losses*.

- *Reduced Speed*

Reduced Speed merupakan kerugian yang terjadi akibat peralatan dioperasikan dibawah standar kecepatan. Pada kenyataannya kecepatan standar sulit untuk ditentukan secara tepat kecuali pada mesin press yang sudah ditentukan *stroke* permenit pada desain awalnya. Sebagai pendekatan yang praktis untuk menentukan kerugian ini pada mesin injeksi, setiap parameter penyetelan yang tidak mempengaruhi kualitas produk akan diobservasi seperti kecepatan pengekleman serta posisi perubahan kecepatan yang mempengaruhi *cycle time*. Kemungkinan penyebab terjadinya kerugian ini adalah ketidakmengertian operator dalam penyetelan mesin.

III. Quality Losses

- *Defects in process (Quality defect)*

Defects in process waktu peralatan yang terbuang untuk menghasilkan produk jelek serta pengerjaan ulang pada saat mesin berjalan terus menerus setelah proses penyetelan dan penyesuaian.

- *Reduced Yield (Start-up losses)*

Reduced Yield waktu peralatan yang digunakan untuk menghasilkan produk rusak saat penyetelan dan penyesuaian untuk stabilisasi.

2.9.1 Defenisi Overall Equipment Effectiveness (OEE)

Overall Equipment Effectiveness (OEE) adalah sebuah metrik yang berfokus pada seberapa efektif suatu operasi produksi dijalankan. Hasil dinyatakan dalam bentuk yang bersifat umum sehingga memungkinkan perbandingan antara unit manufakture 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 perhitungan. Tingkat keakuratan OEE dalam pengukuran efektifitas memberikan kesempatan kepada semua usaha bidang manufaktur untuk mengaplikasikan sehingga dapat dilakukan usaha perbaikan terhadap proses itu sendiri.

2.9.2 Tujuan Implementasi Overall Equipment Effectiveness (OEE)

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 performansi.
2. Nilai OEE, perkiraan dari suatu aliran produksi, dapat digunakan untuk membandingkan garis performansi 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 mengindikasikan fokus dari sumber daya TPM.

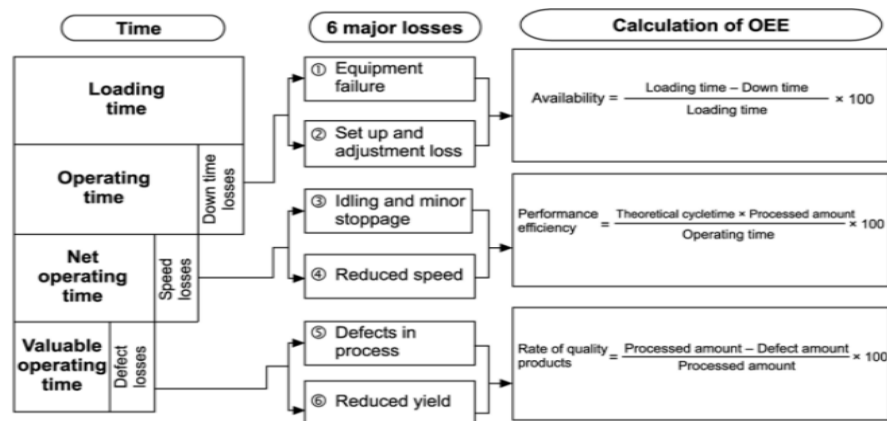
Selain untuk mengetahui performa peralatan, suatu ukuran OEE dapat digunakan sebagai bahan pertimbangan untuk keputusan pembelian peralatan baru. Dalam hal ini, pihak pengambil keputusan mengetahui dengan jelas kapasitas peralatan yang ada sehingga keputusan yang tepat dapat diambil dalam rangka memenuhi permintaan pelanggan.

Dengan menggabungkan dengan metode lain, seperti *Basic quality tools* (seperti *Pareto Analysis*, *Cause-Effect Diagram*), dengan diketahuinya nilai OEE, maka melalui metode tersebut faktor penyebab menurunnya nilai OEE dapat diketahui. Lebih lanjut, melalui faktor-faktor penyebab tersebut, tindakan- tindakan perbaikan dapat segera dilakukan sehingga dapat mengurangi usaha untuk pencarian area perbaikan.

2.9.3 Pengukuran Nilai *Overall Equipment Effectiveness* (OEE)

Keenam kerugian besar tersebut diukur untuk mengetahui berapa besar *Overall Equipment Effectiveness* sebagai fungsi dari *Availability Ratio*,

Performance Ratio dan *Quality Ratio*. Secara grafis prosedur perhitungan *Overall Equipment Effectiveness* digambarkan pada gambar 2.4 dimana perhitungan OEE dan semua fungsinya serta kerugian yang terjadi, dilakukan dalam beberapa tahap yang disertai dengan penjelasan yang diuraikan sebagai berikut :



Gambar 2.4 Tahap Perhitungan OEE
(Sumber : Nakajima, 1988)

OEE merupakan ukuran menyeluruh yang mengidentifikasi tingkat *produktivitas* mesin dan peralatan dan kinerjanya secara teori. Pengukuran ini sangat penting untuk mengetahui area mana yang perlu untuk ditingkatkan *produktivitas* ataupun *efisiensi* mesin dan peralatan dan juga dapat menunjukkan area *bottleneck* yang terdapat pada lintasan produksi. OEE juga merupakan alat ukur untuk mengevaluasi dan memperbaiki cara yang tepat untuk menjamin peningkatan *produktivitas* penggunaan mesin dan peralatan.

Formula matematis dari *overall equipment effectiveness* (OEE) dirumuskan sebagai berikut:

$$OEE = Availability \times Performance\ efficiency \times Rate\ of\ quality\ product \times 100\%.$$

Kondisi operasi mesin dan peralatan produksi tidak akan akurat ditunjukkan jika hanya didasari oleh perhitungan satu faktor saja, misalnya *performance*

efficiency saja. Dari enam pada *six big losses* baru minor *stoppages* saja yang dihitung pada *performance efficiency* mesin dan peralatan. Keenam faktor dalam *six big losses* harus diikutkan dalam perhitungan OEE, kemudian kondisi aktual dari mesin dan peralatan dapat dilihat secara akurat.

2.9.3.1 Availability

Availability merupakan suatu rasio yang menunjukkan waktu yang tersedia untuk mengoperasikan mesin. Sehingga dapat menghitung *availability* mesin dibutuhkan nilai dari :

- a. *Operation time* (waktu operasi)
- b. *Loading time* (waktu persiapan)
- c. *Downtime* (waktu mesin tidak operasi atau tidak dipakai)

Nilai *availability* dihitung dengan rumus sebagai berikut:

$$\text{Availability} = \frac{\text{operation time}}{\text{loading time}} \times 100\% \dots\dots\dots 2.2$$

$$\text{Availability} = \frac{\text{loading time} - \text{down time}}{\text{loading time}} \times 100\% \dots\dots\dots 2.3$$

$$\text{Loading time} = \text{Total availability} - \text{Planned downtime} \dots\dots\dots 2.4$$

$$\text{Downtime} = \text{breakdown} + \text{setup} \dots\dots\dots 2.5$$

Loading time adalah waktu yang tersedia (*availability*) per hari atau per bulan dikurang dengan waktu *downtime* mesin direncanakan (*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 dan peralatan (*aquipment failures*) mengakibatkan tidak ada *output* yang dihasilkan. *Downtime* meliputi mesin berhenti beroperasi akibat kerusakan mesin dan peralatan, penggantian cetakan (*dies*), pelaksanaan prosedur *setup* dan *adjesment* dan lain-lainnya

2.9.3.2 Performance Efficiency

Performance efficiency merupakan faktor yang menyebabkan proses produksi tidak sesuai dengan kecepatan maksimum yang seharusnya ketika dioperasikan. Untuk menghitung *performance efficiency* adalah 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 yang melakuakn 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*). Persamaan matematiknya ditunjukkan sebagai berikut:

$$\text{Operation speed rate} = \frac{\text{ideal cyle time}}{\text{actual cycle time}} \dots\dots\dots 2.6$$

$$\text{Net operation rate} = \frac{\text{actual processing time}}{\text{operation time}} \dots\dots\dots 2.7$$

Net operation rate merupakan perbandingan antara jumlah produk yang diproses (*processes amount*) dikali *actual cycle time* dengan *operation time*. *Net operation time* berguna untuk menghitung rugi-rugi yang diakibatkan oleh *minor stoppages* dan menurunnya kecepatan produksi (*reduced speed*)

Tiga faktor penting yang dibutuhkan untuk menghitung *performance efficiency* :

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

Ideal cycle time adalah siklus waktu proses yang diharapkan dapat dicapai dalam keadaan optimal atau tidak mengalami hambatan.

Perfomance efficiency dapat dihitung sebagai berikut :

$$\text{Perfomance efficiency} = \text{net operating} \times \text{operating cycle time} \dots\dots\dots 2.8$$

$$\frac{\text{Processed amount} \times \text{actual cycle time}}{\text{operation time}} \times \frac{\text{ideal cycle time}}{\text{actual cycle time}} \dots\dots\dots 2.9$$

$$\text{Performance efficiency} = \frac{\text{processed amount} \times \text{ideal cycle time}}{\text{operating time}} \dots\dots\dots 2.10$$

$$\text{Ideal cycle time} = \text{waktu optimal mesin} / \text{jumlah yang dihasilkan produk} \dots\dots 2.11$$

Ideal cycle time adalah siklus waktu proses yang diharapkan dapat dicapai dalam keadaan optimal atau tidak mengalami hambatan.

2.9.3.3 Rate of quality product

Rate of quality product adalah rasio kerugian kualitas berupa banyaknya produk yang rusak yang terjadi berhubungan dengan peralatan. Jadi *rate of quality product* adalah hasil perhitungan dengan menggunakan dua faktor berikut :

- a. *Processed amount* (jumlah produk yang diproses)
- b. *Defect amount* (jumlah produk yang cacat)

Rate of quality product dapat dihitung sebagai berikut :

$$\text{Rate of quality product} = \frac{\text{processed amount} - \text{defect amount}}{\text{processed amount}} \times 100\% \dots\dots\dots 2.12$$

2.10 Standar Nilai OEE Kelas Dunia

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 pada beberapa buku dan perusahaan menunjukkan standar skor yang berbeda. Standar nilai ini selalu didorong lebih tinggi, sejalan meningkatnya persaingan dan harapan. Standar internasional ini menjadi acuan untuk standar nasional lainnya. Berikut ini adalah nilai ideal/acuan kinerja OEE kelas dunia adalah sebagai berikut:

Tabel 2.5 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 : Anonim, 2002)

Berikut penjelasan standar nilai OEE pada tabel di atas:

1. Jika OEE = 100%, maka produksi dianggap sempurna:

Hanya memproduksi produk tanpa cacat, bekerja dalam *performance* yang cepat dan tidak ada *downtime*.

2. Jika OEE = 85%, produksi dianggap kelas dunia.

Bagi banyak perusahaan, skor ini merupakan skor yang cocok untuk dijadikan tujuan jangka panjang.

3. Jika OEE = 60%, produksi dianggap wajar, tetapi menunjukkan ada 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 alasan-alasan 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.

2.11 *Six Big Losses*

Nakajima (1988) tujuan utama dari TPM dan OEE adalah untuk mengurangi *six big losses* yang menjadi penyebab terjadinya kerugian efisiensi saat proses manufaktur. Dalam setiap komponen tersebut terdapat 6 kerugian yang dapat mempengaruhi efektivitas dari peralatan. Dalam *availability* terdapat *breakdown losses dan setup and adjustment losses*, sedangkan dalam *performance rate* terdapat *reduced speed losses dan idling/minor stoppages losses*, dan yang terakhir dalam *quality rate* terdapat *defect/rework losses dan yield/scrap losses*. Setelah diketahui *Overall Equipment Effectiveness*, maka dapat diketahui pada komponen efektivitas mana yang memiliki nilai paling rendah kemudian di analisis penyebabnya. Pengertian dari masing – masing losses adalah sebagai berikut:

1. *Equipment Failure Losses*

Kerugian yang disebabkan oleh kecacatan peralatan dan membutuhkan perbaikan. Rumus yang digunakan adalah sebagai berikut:

$$\text{Equipment failure losses} = \frac{\text{downtime}}{\text{loading time}} \times 100\% \dots\dots\dots 2.13$$

2. *Set up and adjustment losses*

Kerugian waktu yang disebabkan oleh set up mesin sebelum memulai proses produksi. Rumus yang digunakan adalah sebagai berikut:

$$\text{Set up and adjustment losses} = \frac{\text{set up time}}{\text{loading time}} \times 100\% \dots\dots\dots 2.14$$

3. *Idling and minor stoppage losses*

Kerugian yang disebabkan karena mesin berhenti dalam waktu yang singkat dan harus di *restart* dan tidak diperlukan perbaikan. Rumus yang digunakan adalah sebagai berikut:

$$\text{Idling and minor stopages losses} = \frac{\text{non productive time}}{\text{loading time}} \times 100\% \dots\dots\dots 2.15$$

$$\text{Nonproductive Time} = (\text{Target Produksi} - \text{Produk Baik}) \times \text{Ideal Cycle Time} \dots\dots\dots 2.16$$

$$\text{Target Produksi} = \frac{\text{Operation Time}}{\text{Ideal Cycle Time}} \dots\dots\dots 2.17$$

4. *Reduced Speed losses*

Kerugian yang disebabkan karena mesin bekerja lebih lambat dari yang seharusnya. Rumus yang digunakan adalah sebagai berikut:

$$\text{Reduced speed losses} = \frac{\text{operation time} - (\text{ideal cycle time} \times \text{total produksi})}{\text{loading time}} \times 100\% \dots\dots\dots 2.18$$

$$\text{Ideal Production Time} = \text{Ideal Cycle Time} \times \text{Total Produksi} \dots\dots\dots 2.19$$

5. *Defect Losses*

Kerugian yang disebabkan karena produk tidak di produksi dengan benar dari awal proses. Rumus yang digunakan adalah sebagai berikut:

$$\text{Defect losses} = \frac{\text{ideal cycle time} \times \text{total produk defect}}{\text{loading time}} \times 100\% \dots\dots\dots 2.20$$

6. *Yield/scrap Losses*

Kerugian yang disebabkan karena adanya kecacatan di awal proses produksi.

Rumus yang digunakan adalah sebagai berikut:

$$\text{Scrap losses} = \frac{\text{ideal cycle time} \times \text{scrap}}{\text{loading time}} \times 100\% \dots\dots\dots 2.21$$

2.12 Alat Pemecahan Masalah

Dalam penelitian ini alat pemecahan masalah yang digunakan adalah diagram pareto dan fishbone diagram. Berikut adalah penjelasan dari masing – masing alat pemecahan masalah tersebut (Budi, 2017) :

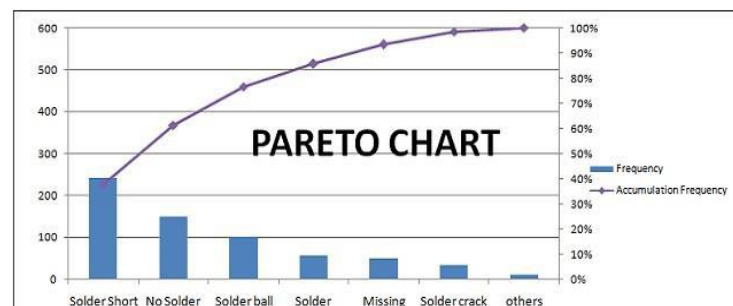
2.12.1 Diagram Pareto

Pareto Diagram adalah alat yang mengatur item dalam urutan berdasarkan besarnya kontribusi mereka, sehingga dapat mengidentifikasi dengan mengerahkan beberapa item pada item yang memiliki pengaruh maksimal. Alat ini digunakan pada SPC dan peningkatan kualitas untuk memprioritaskan proyek-proyek untuk perbaikan, memprioritaskan pembentukan tindakan korektif untuk memecahkan masalah, mengidentifikasi produk yang paling dikeluhkan, mengidentifikasi sifat keluhan yang paling sering terjadi, mengidentifikasi penyebab yang paling sering dari penolakan atau untuk tujuan lain yang sejenis. Diagram pareto merupakan diagram yang berbentuk batang yang tingginya menggambarkan biaya atau frekuensi. Batang paling tinggi diletakkan di sebelah kiri dan diurutkan kekanan hingga paling pendek. Penggunaan diagram pareto dapat dilakukan dalam beberapa keadaan seperti :

1. Diagram pareto digunakan ketika menganalisis data frekuensi permasalahan atau penyebab permasalahan dalam suatu proses.
2. Diagram pareto digunakan ketika terdapat banyak permasalahan sedangkan perusahaan ingin memfokuskan pada permasalahan yang paling signifikan.
3. Diagram pareto digunakan ketika akan menghubungkan permasalahan dengan data.

Analisis pareto berdasarkan prinsip 80% masalah berasal dari 20% penyebab. Contohnya adalah 80% ketidakpuasan pelanggan suatu produk disebabkan karena 20% cacat pada produk tersebut. Urutan pembuatan diagram pareta adalah sebagai berikut:

1. Mengidentifikasi penyebab masalah kemudian melakukan pengumpulan data
2. Membuat daftar yang berisikan frekuensi kejadian masalah yang sedang diteliti.
3. Mengurutkan frekuensi kejadian tersebut dari besar ke kecil dan menghitung frekuensi kumulatif serta presentasinya.
4. Membuat histogram berdasarkan frekuensi kejadian yang telah diurutkan
5. Menggambar kurva kumulatif



Gambar 2.5. Contoh diagram pareto
(Sumber: Budi, 2017)

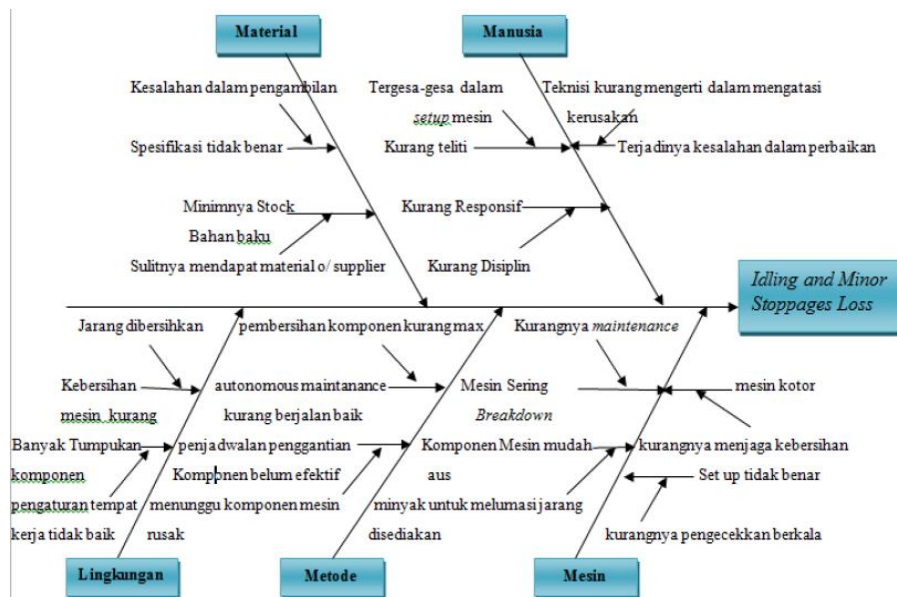
2.12.2 Diagram Sebab Akibat

Diagram sebab akibat adalah untuk mengidentifikasi berbagai kemungkinan penyebab permasalahan. Diagram sebab akibat bisa juga disebut dengan *Fishbone diagram* atau Ishikawa diagram. Diagram ini digunakan untuk menggambarkan identifikasi akar masalah dari suatu *outcome*. Diagram ini bisa digunakan untuk mendesain fase dari proses produksi yang bertujuan untuk mengidentifikasi akar penyebab permasalahan. Dalam membangun *fishbone diagram*, langkah pertama adalah menentukan efek yang akan di analisis. Kemudian mengumpulkan data yang

dapat mempengaruhi efek tersebut. Kemudian langkah ketiga mengkategorikan data yang telah didapat kedalam kategori berikut:

- a. Metode kerja
- b. Mesin dan peralatan
- c. Manusia
- d. Material
- e. Lingkungan

Penyebab utama tersebut dapat dikembangkan dengan cara brainstorming dengan orang yang lebih paham dengan permasalahan yang di analisis.



Gambar 2.6 Contoh fishbone diagram
(Sumber: Budi, 2016)

Langkah-langkah membuat diagram sebab akibat antara lain:

1. Tentukan masalah atau akibat yang akan dicari penyebabnya. Tuliskan dalam kotak yang menggambarkan kepala ikan yaitu yang berada diujung tulang utama (garis horizontal).

2. Tentukan kelompok faktor-faktor penyebab utama yang mungkin menjadi penyebab masalah itu dan tuliskan masing-masing pada kotak yang berada pada cabang. Pada umumnya, pengelompokkan berdasarkan atas unsur material, mesin, metode dan pengukuran (inspeksi).
3. Pada setiap cabang, tuliskan faktor-faktor penyebab yang lebih rinci yang dapat menjadi faktor-faktor penyebab masalah yang dianalisis.
4. Lakukan analisis dengan membandingkan data atau keadaan dengan persyaratan untuk setiap faktor dalam hubungannya dengan akibat, sehingga dapat diketahui penyebab utama yang mengakibatkan terjadinya masalah yang diamati.

2.13 Penelitian Terdahulu

Beberapa penelitian terdahulu yang menggunakan metode *Total Productive Maintenance* antara lain:

1. Badik Yuda Asgara dan Gunawarman Hartono dalam penelitiannya di tahun 2014 yang berjudul “Analisis efektifitas mesin *overhead crane* dengan Metode *Overall Equipment Effectiveness (OEE)* Di PT. Btu, divisi *boarding bridge*”. Pada penelitian ini memiliki tujuan yaitu untuk mengetahui keefektifan dari mesin *overhead crane* 003/ohc/brb, Sehingga dapat diketahui metode perawatan yang tepat untuk mesin tersebut. Metode penelitian beliau dengan menggunakan OEE. Hasil perhitungan OEE mesin *Overhead Crane* menunjukkan ketidaktercapaian nilai ideal OEE sebagai akibat dari rendahnya *availability rate* mesin yaitu 71,63% dan tingginya waktu *breakdown mesin* tersebut. Untuk mengurangi tingkat frekuensi *breakdown*, metode perawatan perlu diperbaiki (*maintenance*).

2. Nadia Cynthia Dewi dalam penelitiannya di tahun 2014 yang berjudul “Analisis Penerapan *Total Prudctive Maintenance (TPM)* Menggunakan *Overall Equipment Effectiveness (OEE)* dan *Six Big Losses* Pada Mesin Cavitec VD-02 di PT. Essentra Surabaya”. Pada penelitian ini memiliki tujuan yaitu untuk mengukur nilai efektifitas peralatan, mencari akar penyebab masalah, dan memberikan usulan perbaikan. Metode pada penelitian beliau dengan menggunakan OEE yang dilanjutkan dengan perhitungan *six big losses*. Hasil pada penelitian ini yaitu pada mesin Cavitec VD-02 memiliki nilai OEE dengan rata-rata sebesar 28,50%. Sehingga nilai tersebut termasuk rendah karena standar perusahaan kelas dunia yaitu idealnya adalah 85%. Faktor penyebab terbesar terhadap rendahnya nilai OEE yaitu *performance rate* dengan presentase *six big losses* pada *idling and minor stoppage loss* yaitu 41,08% dari seluruh *time loss*.
3. Muhammad Isnaini Rozaq dalam penelitiannya di tahun 2015 yang berjudul “Penerapan *Overall Equipment Effectiveness (OEE)* Dalam Implementasi *Total Productive Maintenance (TPM)* Studi Kasus di PT. Adi Satria Abadi Kalasan.” Pada penelitian beliau bertujuan untuk mengukur tingkat efektifitas peralatan total proses produksi, menentukan faktor penyebab rendahnya nilai OEE dengan mengidentifikasi *Six Big Losses*, kemudian memberikan usulan perbaikan untuk penerapan TPM. Metode yang digunakan dalam penelitian ini menggunakan OEE, *six big losses*, dan *fishbone diagram*. Hasil yang didapat yaitu nilai OEE pada studi kasus yang diambil masih sekitar dari 45-86%. Kondisi ini berarti nilai OEE masih dibawah standar internasional.

4. Filscha Nurprihatin, Meilily Angely, dan Hendy Tannady dalam penelitiannya di tahun 2019 yang berjudul “*Total Productive Maintenance Policy to Increase Effectiveness and Maintenance Performance Using Overall Equipment Effectiveness.*” Pada penelitian ini mereka bertujuan untuk mengatasi dan meningkatkan kinerja mesin. *Breakdown losses* berkontribusi menjadi faktor kerugian terbesar dalam penelitian ini. Cara mengatasi penyebab *breakdown losses* adalah dengan meningkatkan *performance maintenance*, yaitu menghitung dan mengevaluasi MTBF dan MTTR. Saran yang diberikan dalam penelitian ini adalah penerapan pemeliharaan kinerja sesuai MTBF dan MTTR, dan mengusulkan penerapan TPM.
5. Sukanta, R. Maulana, dan Dessy Agustina Sari dalam penelitiannya di tahun 2018 yang berjudul “*Implementations of Autonomous Maintenance to Relieve Stoppages on PT NIKF – Sachet Packaging Chain*”. Pada penelitian ini mereka menjelaskan tentang perakitan *autonomous maintenance* pada PT NIKF – gangguan *minor stoppages* pada lini produksi *sachet*. Metode penelitian ini menggunakan OEE untuk mengetahui kondisi lini terkini dan berbagai kerugian yang menyebabkan performa tidak maksimal. Setelah itu, langkah selanjutnya menggunakan peta kerugian visual dan diagram Pareto untuk mendapatkan *detail* (komponen dengan banyak kerugian). Dengan *Go See Think Do*, penelitian ini dapat menemukan banyak perawatan yang harus dilakukan di SIC line 1. Melalui aplikasi, upaya ini dapat mengurangi kerugian dari penghentian kecil - 79,52%.
6. Rajat S. Sen, Gautam Majumdar, dan S. Nallusamy dalam penelitiannya di tahun 2019 yang berjudul “*Enhancement of Overall Equipment Effectiveness through*

Implementation of Total Productive Maintenance”. Pada penelitian ini bertujuan untuk menganalisis dan menerapkan pemeliharaan produktif total sistem dalam industri manufaktur benang. Metode penelitian ini menggunakan metode OEE. Pada penelitian ini masalah terjadi karena *lead time* yang tinggi dalam proses manufaktur reguler. Lebih dari yang sering kerusakan mesin menyebabkan mengkonsumsi lebih banyak waktu siklus untuk proses yang ada. Oleh karena itu, dengan analisis yang tepat dan penerapan sistem pemeliharaan produktif total, efisiensi industri secara keseluruhan dapat ditingkatkan dan masalah tersebut dapat diminimalisir. Dari hasil tersebut, setelah dilaksanakan pemeliharaan produktif total adalah menemukan bahwa efektivitas peralatan secara keseluruhan telah meningkat antara 5 hingga 8% untuk berbagai komponen. Demikian pula ketersediaan mesin juga ditingkatkan hingga 90%.

7. Guariente, P., Antonioli, I., Ferreira, L.P., Pereira, T., dan Silva, F.J.G pada penelitiannya di tahun 2017 dengan judul *“Implementing autonomous maintenance in an automotive components manufacturer”*. Penelitian ini bertujuan untuk menyempurnakan prosedur di bidang perawatan pada perusahaan yang memasok tabung AC ke sektor otomotif. Tujuan utamanya adalah untuk meningkatkan ketersediaan mesin dan peralatan melalui penerapan pemeliharaan otonom. Karena perbaikan yang dilakukan, terjadi peningkatan 10% pada indikator bulanan ketersediaan peralatan on line AA3 di perusahaan ini. Hal ini, pada gilirannya, menghasilkan peningkatan 8% dalam OEE (*Overall Equipment Effectiveness*) selama periode waktu yang sama, yang terutama disebabkan oleh penurunan baik pada tingkat kerusakan mesin, maupun di MTTR (*Mean Time To Repair*) pada baris yang sama.

8. Madanhire, I., Mugwindiri, K., Ndlovu, S., dan Mbohwa, C pada penelitiannya di tahun 2018 dengan judul “*Adjudging the Efficacy of Total Productive Maintenance: Case Study*”. Penelitian ini bertujuan untuk membandingkan dan meninjau status pemeliharaan perusahaan di salah satu fasilitas depot utama perusahaan tersebut. Penelitian ini menggunakan metodologi kuantitatif dan kualitatif, kunjungan pabrik berkala, *Overall Equipment Effectiveness* (OEE) dan alat *Maintenance Departement Analysis* (MDA). Hasil dari penelitian ini adalah skor rata-rata dari MDA yang diperoleh adalah 2,3 dan menunjukkan area yang potensial untuk ditingkatkan ketika merumuskan strategi TPM bagi perusahaan, dan data indikator performa utama untuk menghitung *Availability Performance* (AP) dan *Overall Equipment Effectiveness* (OEE) juga diidentifikasi. OEE ditemukan menjadi 77% dan model yang berfokus pada orang untuk TPM diformulasikan dengan tujuan meningkatkan nilai OEE ke target tingkat kelas dunia 85% serta mencapai keadaan yang diinginkan.