**ARTIKEL**

**RANCANGAN PERBAIKAN UNTUK MENINGKATKAN OEE MESIN DENGAN METODE *SINGLE MINUTE EXCHANGE OF DIES* (SMED)**

# (STUDI KASUS: PT. X)

**HILDA SEPTIAN MELATI**

**NRP: 198030017**

Logo

Description automatically generated

**PROGRAM MAGISTER TEKNIK INDUSTRI FAKULTAS PASCASARJANA TEKNIK INDUSTRI UNIVERSITAS PASUNDAN**

**2023**

# ABSTRAK

Persaingan di industri kain matras yang semakin ketat, menyusul produk-produk asal Cina yang mudah didapatkan dengan harga murah (KOMPAS.com,2020). Hal ini menyebabkan perusahaan pembuat kain matras berusaha untuk meningkatkan *performance* perusahaan agar dapat memenangkan persaingan. Dengan menggunalkan salah satu alat untuk mengukur *performance* perusahaan yaitu *Overall Equipment Effectiveness* (OEE), PT. X berusaha untuk meningkatkan *performance* perusahaan. Standar nilai OEE agar perusahaan dikatakan kelas dunia adalah 85% (Nakajima, 1988). Akan tetapi perusahaan hanya mencapai 80%, hal ini terjadi karena OEE Departemen *Finishing* di PT. X belum mencapai standar ideal. Oleh sebab itu dilakukan rancangan perbaikan untuk meningkatkan OEE. Dari tiga jenis mesin yang ada di departemen *finishing* yang menjadi penyebab paling tingggi adalah mesin *stenter*, di mana mesin ini yang memiliki *downtime* paling tinggi akibat *change over*. Hal ini menyebabkan persentase OEE di mesin *stenter* menjadi rendah. Salah satu pendekatan yang dapat digunakan untuk mengurangi waktu *downtime* akibat *change over* adalah dengan menggunakan metode *Single Minute Exchange of Dies* (SMED). SMED secara garis besar merubah merubah *set up internal* yaitu *set up* yang dilakukan pada saat mesin sedang berhenti, menjadi *set up* eksternal yaitu *set up* yang dilakukan pada saat mesin jalan. Selain itu SMED juga digunakan untuk meminimalisir waktu *set up internal*. Kedua hal tersebut yang nantinya dapat mengurangi waktu *set up* pada saat *change over*. Setelah dilakukan rancangan perbaikan dengan metode SMED didapatkan peningkatkan persentase nilai OEE mesin *stenter* sebesar 10% dimana sebelum ranangan perbaikan persentase nilai OEE mesin stenter hanya 55%, setelah perbaikan dengan menggunakan SMED meningkat menjadi 65%. Perbaikan yang dilakukan dengan SMED dapat dilakukan dengan cara menambah operator, merapikan peralatan kerja operator dengan 5S ataupun dengan menambahkan peralatan yang dapat merubah *set up internal* menjadi *set up* eksternal ataupun meminimalisir waktu *set up internal*nya untuk mengurangi waktu *downtime*.

Kata kunci: SMED, Matras , *Stenter* mesin

*ABSTRACT*

*Competition in the mattress industry is getting tougher, following products mattress from Cina that are easy to find in markets with low prices (KOMPAS. Com, 2020). That is couses why the mattress companies trying to improved their performances to win the compatition in markets. By usinf a tool to measure company performance, that is Overall Equipment Effectiveness (OEE),* PT. X *is trying to improved the company’s performance. The standar OEE for one company is the World Class Company is 85% (Nakajima, 1988). However,* PT. X *only reached OEE 80%, this happened because OEE Finsihing Department at* PT. X *can’t reached that standard ideal OEE. From three types of machine in Finishing departement, the Stenter machine is the most machine have highest downtime due to change over. This causes the percentage of OEE in Stenter machine to be low. One approach that can be used to reduce downtime mahcine because change over is with Single Minute Exchange of Dies (SMED) method. SMED broadly changes the internal set up, that is the set up we doing when machine stop, to external set up, that is set up we can doing when machine still running. SMED is also used for decreased internal set up. both of these things can reduce the set up time during change over. After company do improvement with SMED method, it was make the OEE Stenter machine increase 10%. Which is before improvement OEE Stenter machine was only 55%, but after SMED increase to 65%. SMED can be doing and made with adding new operators, cleaning work equipment with 5S and adding equipment can change internal set up to external set up or minimaze the internal set up for reduce downtime.*

*Keywords: SMED, Mattress , Stenter mesin*

# PENDAHULUAN

PT. X adalah perusahaan manufaktur yang bergerak di bidang pembuatan kain matras, di mana perusahaan menghasilkan 2 jenis kain matras dengan proses *finishing* yang berbeda-beda sesuai dengan permintaan *customer*. Bahan baku untuk pembuatan kain matras ini sendiri adalah benang yang sudah siap pakai tanpa perlu dilakukan pencelupan untuk mendapatkan warna yang sesuai dengan permintaan *customer*.

Kain jenis pertama adalah kain rajut, yaitu kain yang diproduksi di mesin *circular knitting* di departemen *knitting*, untuk kain jenis pertamabahan baku benang tidak perlu melalui proses persiapan karena benang akan langsung dirajut di mesin knitting, dengan kapasitas mesin kurang lebih sebesar 35.000 meter/hari dengan 4 jenis mesin berbeda dan total ada 74 mesin.

Kain jenis kedua adalah kain tenun, untuk kain jenis kedua ini bahan baku benang perlu melalui proses persiapan terlebih dahulu yaitu benang yang kearah panjang atau sering disebut benang lusi perlu di susun ke dalam *beam* terlebih dahulu, proses ini akan dilakukan di departemen *warping* dengan menggunakan mesin *Beninger* dengan kapasitas mesin kurang lebih 350.000 meter per hari. Setelah *beam* siap kemudian *beam* akan dikirim ke departemen *weaving* untuk dilakukan proses selanjutnya yaitu pembuatan kain. Pembuatan kain tenun ini di produksi dengan menggunakan mesin *air jet loom* dengan kapasitas mesin kurang lebih sebesar 30.000 meter/hari dengan total ada 43 mesin.

Setelah proses pembuatan kain selesai, selanjutnya kain akan dikirim ke departemen *finishing* untuk dilakukan proses selanjutnya yaitu pemberian *treatment* berdasarkan permintaan *customer*, ada tiga jenis mesin yang digunakan yang pertama adalah mesin laminating yaitu mesin yang digunakan untuk proses *treatment* kain dengan penambahan *non woven* yang khusus diberikan pada kain tenun dengan kapasitas per hari kurang lebih 15.000 meter, yang kedua mesin *guarneri* yaitu mesin yang digunakan khusus untuk proses *treatment* dengan penambahan plastik laminasi sama dengan mesin laminating mesin ini juga khusus digunakan untuk kain tenun saja dengan kapasitas per hari kurang lebih 15.000 meter, dan yang ketiga adalah mesin *stenter* yaitu mesin yang digunakan untuk proses pemberian *chemical* pada kain tenun dan rajut sesuai dengan permintaan *customer*. Total kapasitas dari mesin stenter tersebut kurang lebih sebesar 55.000 meter/hari. Pada mesin *stenter* ini pemberian *chemical* pada kain tenun dan rajut dilakukan secara bergantian sesuai dengan jadwal yang sudah di tentukan.

Proses selanjutnya setelah proses *finishing* adalah cek *quality* dan *packing* di departemen *final inspection*, proses ini akan dilakukan untuk mencegah barang cacat dikirim kepada *customer*. Pengecekan dan *packing* dilakukan di mesin *final inspection* dengan kapasitas mesin kurang lebih 80.000 meter/hari dengan total ada 7 mesin. Setelah selesai dicek *quality* dan *packing* selanjutnya matras akan dikirim ke gudang yang selanjutnya akan disiapkan untuk dikirim kepada *customer* sesuai jadwal yang diminta.

PT. X berusaha untuk dapat memberikan *service* terbaik kepada pelanggan secara keseluruhan dengan memaksimalkan kapasitas produksi yang ada sekarang, akan tetapi berdasarkan data laporan semua departemen selama perode Oktober-Desember 2021 tabel I.1 rata-rata persentase nilai *Overall Equipment Effetiveness* (OEE) perusahaan hanya sebesar 80,2 % sedangkan nilai OEE ideal adalah sebesar 85% (Nakajiam, 1988). Dari tabel I.1 di bawah diketahui bahwa departemen yang memiliki persentase nilai OEE paling rendah adalah departemen *finishing.*

Tabel I. 1 Persentase OEESetiap Departemen

|  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| *Equipment* | Departemen | | | | |
| *Warping* | *Weaving* | *Knitting* | *Finishing* | *Final inspection* |
| *Avaliability* | 91% | 87% | 89% | 74% | 93% |
| *Performance Efficiency* | 95% | 95% | 93% | 86% | 97% |
| *Rate ofQuality* | 99% | 99% | 98% | 98% | 100% |
| OEE | 85% | 82% | 81% | 63% | 90% |

Sedangkan untuk rata-rata persentase nilai OEE setiap mesin yang ada di departemen *finishing* selama periode Oktober-Desember 2021, persentase nilai OEE mesin yang paling rendah adalah mesin *stenter*, dimana persentase *availaibility* mesin *stenter* menjadi yang paling rendah di antara *equipment* lainnya tabel I.2. Selain itu berdasarkan data laporan mesin *stenter* di departemen *finishing* (tabel I.3) selama periode Oktober-Desember 2021 juga diketahui bahwa persentase *downtime* karena *change over* di mesin *stenter* adalah yang paling besar. Hal ini lah yang diduga menyebabkan persentase nilai *availaibility* pada mesin *stenter* menjadi rendah.

Tabel I. 2 Tabel Persentase OEE Setiap Mesin

| Equipment | Mesin | | |
| --- | --- | --- | --- |
| *Stenter* | Guanery | Laminating |
| *Availability* | 66% | 75% | 82% |
| *Performance* | 85% | 85% | 88% |
| *Quality* | 98% | 98% | 97% |
| OEE | 55% | 62% | 70% |

Tabel I. 3 Persentase Penyebab Stop Mesin

|  |  |
| --- | --- |
| Penyebab Stop Mesin | Persentase |
| *Change over* | 41% |
| External Intervensi | 14% |
| Waiting Other | 13% |
| Aoutomatic | 32% |

Selain itu*, change over* yang tinggi di mesin *stenter* ini juga diduga karena mesin harus melakukan proses untuk dua jenis kain yang berbeda dengan *chemical* yang berbeda, sesuai dengan permintaan *customer*. Setiap perubahan kain dan *chemical* yang terjadi di mesin *stenter* diperlukan adanya perubahan *setting*. Semakin banyak permintaan kain dan *chemical* yang berbeda dari *customer* maka akan semakin banyak *change over*, semakin banyak *change over* maka semakin banyak pula mesin *stop*, semakin banyak mesin *stop* maka semakin sedikit produktivitas mesin dan pada akhirnya akan menyebabkan tergangunya kinerja perusahaan secara keseluruhan. Perusahaan sudah melakukan upaya untuk meningkatkan persentase OEE di mesin *stenter* ini dengan cara memperbaiki *performance* mesin, meningkatkan *speed* mesin dan mengurangi frekuensi *change over* dimesin akan tetapi tetapi upaya ini masih belum dapat membantu meningkatkan persentase nilai OEE mesin *stenter* secara maksimal.

Salah satu cara untuk meningkatkan persentase nilai OEE pada mesin adalah dengan menggunakan pendekatan *Total Productive Maintence* (TPM), dimana TPM bertujuan untuk meningkatkan efisiensi dan efektivitas perusahaan manufaktur secara menyeluruh, dengan kata lain tujuan TPM adalah untuk *zero defect*, *zero breakdown* dan *zero accident* (Nakajima, 1988). TPM juga berguna untuk meningkatkan persentase nilai OEE dan persentase nilai *six big* *losses* yang akan digunakan untuk menentukan skala prioritas perbaikan yang dapat dilakukan pada mesin, sehingga nilai OEE dapat ditingkatkan.

# Rumusan Masalah

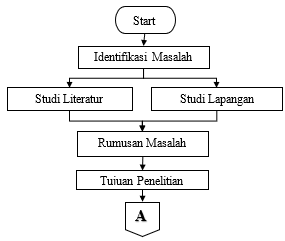
Berdasarkan latar belakang diatas, maka dapat dirumuskan masalah dalam penelitian ini, adalah:

1. Bagaimana merancang perbaikan untuk meningkatkan persentase OEE dengan menggunakan metode SMED di PT. X?
2. Seberapa besar persentase OEE yang dapat ditingkatkan dengan rancangan perbaikan yang telah di buat?

# METODOLOGI PENELITIAN

Metodologi penelitian ini menjelaskan mengenai langkah-langkah yang dilakukan untuk menyelesaikan permasalahan dalam penelitian yang dilakukan di PT. X. Bab ini terdiri dari empat sub bab, yang pertama yaitu tahapan awal sebelum dilakukannya penelitian, tahap kedua adalah pengambilan data, kemudian pengolahan data dan yang terakhir adalah rumusan rancangan perbaikan, berikut ini adalah penjelasannya.

Penelitian ini akan dilakukan di PT. X yang memproduksi kain matras. Pengamatan dilakukan secara langsung di perusahaan, selain itu dilakukan wawancara langsung terhadap operator dan supervisor diproduksi. Setelah melakukan tahap awal maka selanjutnya akan dilakukan tahap selanjutnya yaitu identifikasi masalah, rumusan masalah, pembatasan masalah, dan tujuan penelitian. Kemudian akan dilakukan pengambilan data, pengolahan data dan juga rumusan rancangan perbaikan yang akan dijelaskan pada sub bab berikutnya. Berikut ini adalah diagram alir tahapan penelitian gambar II.1 yang digunakan sebagai acuan dalam melakukan penelitian, sehingga penelitian dapat terarah dan tujuan penelitian dapat dicapai.



Gambar II.1 Diagram Alir Metodologi Penelitian

Diagram

Description automatically generated

Gambar II.1 Lanjutan

Diagram, text

Description automatically generated with medium confidence

Gambar II.1 Lanjutan

# ANALISA

Dari hasil pengolahan data didapatkan beberapa usulan untuk rancangan perbaikan, untuk setiap rancangan perbaikan yang dilakukan akan dianalisis terhadap beberapa aspek yaitu biaya, waktu, *safety*

1. Analisis Kebutuhan Investasi

Pada bagian ini akan dijelaskan biaya yang diperlukan untuk dapat merealisasikan usulan perbaikan. Semua kebutuhan untuk rancangan perbaikan akan didata, kemudian akan diberikan kepada atasan untuk ditinjau dan dilakukan pengecekan ulang untuk selanjutnya kepada bagian *purchasing* untuk dikirim kepada *suppliers* dan diminta penawarannya. Berikut dibawah ini adalah tabel kebutuhan mesin dan fasilitas untuk rancangan perbaikan yang akan dilakukan di mesin *stenter* beserta harganya.

Tabel V.1 Kebutuhan dan Estimasi Biaya Untuk Rancangan Perbaikan

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
| No | Kebutuhan Mesin/Fasilitas | Jumlah | Estimasi Biaya |
| 1 | Besi untuk rak *chemical* | 1 Pcs | Rp0 |
| 2 | Alas agar tidak licin di area *chemical* | 2 Pcs | Rp4.930.000 |
| 3 | Jbox | 1 Pcs | Rp35.000.000 |
| 4 | *Tray* untuk mesin Obras | 2 Pcs | Rp1.600.000 |
| 5 | *Frame* mesin obras di belakang mesin yang bisa di pindah-pindah | 1 Pcs | Rp0 |
| 6 | Penggantian Pin/*clip* | 500 Pcs | Rp83.720.000 |
| Total | | | Rp125.250.000 |

Berdasarkan tabel V.1 diketahui bahwa total estimasi biaya yang harus dikeluarkan untuk rancangan perbaikan adalah sebasar Rp 125.250.000. Beberapa peralatan seperti besi untuk rak *chemical* dan *frame* untuk mesin obras*,* tidak dilakukan pembelian karena, dapat dimodifikasi dari sisa-sisa beam, rak mesin *warping* yang sudah tidak terpakai sehingga tidak memerlukan biaya.

1. Analisis Dampak Dari Usulan Terhadap Waktu

Pada tahap ini akan dilakukan analisis dampak dari rancangan yang dilakukan pada waktu proses produksi di mesin *stenter*. Hal ini penting dilakukan untuk mengetahui seberapa besar dampak yang terjadi terhadap proses produksi di mesin *stenter* dimana pengurangan *downtime* mesin ini akan berpengaruh terhadap *output* mesin dan pada akhirnya dapat mengurangi *cost* dan menambah keuntungan. Rancangan perbaikan ini dapat mempercepat proses *set up* pada saat terjadi *change over* sehingga waktu *downtime* mesin dapat dikurangi, dan *operation time* dapat ditingkatan sehingga pada akhirnya dapat meningkatkan kinerja mesin.

1. Analisis Dampak Dari Usulan Terhadap *Safety*

Dampak dari usulan rancangan perbaikan terhadap malalah *safety* ada beberapa yaitu :

1. Mengurangi tertusuknya operator atau terjepit *clip* atau pin pada saat pergantian karena pada saat pergantian operator harus memastikan tidak ada kain yang keluar pin dan *clip* jika ada maka harus diperbaiki dengan memasukannya kedalam pin atau *clip* dengan menggunakan tangan, dengan rancangan yang baru pin dan *clip* dapat mencegah kain keluar karena kain setelah masuk ke dalam pin akan dijepit oleh clip secara bersamaan.
2. Rancangan perbaikan dapat mengurangi beban kerja dan kelelahan pada operator karena harus berjalan mencari *cart*/troli kain ataupun *cart* dan troli kosong dari area *final inspection* ataupun area WIP kain untuk dibawa ke area *finishing*, dan juga mengambil *chemical* yang ada di area luar untuk kemudian membawanya ke area dekat mesin/drum untuk membuat larutan *treatmen*. Karena area troli/*cart*, dan *chemical* sudah dekat mesin maka hal ini memudahkan operator dalam bekerja.
3. Analisis Dampak Dari Usulan Terhadap *Cost*

Dari segi biaya yang harus dikeluarkan untuk membeli dan mempersiapakan fasilitas untuk rancangan perbaikan sebasar Rp 125.250.000 bila dibandingkan dengan penghematan yang didapatkan perusahaan dari rancangan perbaikan adalah sebagai berikut:

1. Penambahan *Output* mesin setiap bulannya

Dengan rancangan perbaikan akan dapat mengurangi *downtime* mesin dan meningkatkan *output* mesin, dimana dari total ada 4 kombinasi *change over* yang ada, jika setiap pengurangan waktu dikalikan dengan rata-rata frekuensi *change over* setiap bulannya, maka akan didapatkan estimasi penambahan jumah *output* mesin setiap bulannya sebagai berikut:

1. Jika kombinasi 1 dan 2 pada bulan September terdapat 19 kali *change over* dan setiap kali *change over* berkurang sebanyak 47,74 menit -19,7 menit =27,7 menit maka, dengan RPM mesin 48,1 m/menitdan *quality of rate* sebesar 0,99% pada bulan September maka, akan didapatkan penambahan *output* mesin sebesar:

*Output*= 19 x 27,7 menit x 48,1 m/menit x 0,99

= 25.062 meter

1. Jika kombinasi 3 pada bulan September terdapat 29 kali *change over* dan setiap kali *change over* berkurang sebanyak 32,7 menit-19,3 menit = 13,4 menit , RPM mesin sebesar 48,1 m/menit dan *quality of rate* nya sebesar 0,99 pada bulan September maka, akan didapatkan penambahan *output* mesin sebesar:

*Output* = 29x13,4 menit x 48,1 m/menit x 0,99

= 18.405 meter

1. Jika kombinasi 4 pada bulan Sptember terdapat 81 kali *change over* dan setiap kali *change over* berkurang sebanyak 27,5 menit-16,1 menit = 11,4 menit , RPM mesin sebesar 48,1 m/menit dan *quality of rate* bulan September sebesar 0,99 maka akan didapatkan penambahan *output* mesin sebesar:

*Output*= 81 x 11,4 menit x 48,1 m/menitx0,99

= 43.971 meter

Dari data di atas maka didapatkan total *output* yang dapat ditingkatkan pada bulan September adalah sebanyak:

Total *output* = 25.062 m +18.405 m + 43.971 m

= 87.438 meter

Jika keuntungan bersih yang didapatkan dari satu meter kain sebesar +/- Rp 1.500 (diasumsikan karena kebijakan perusahaam tidak dapat disebutkan pada penelitian ini), maka dalam satu bulan didapatkan keuntungan sebesar:

Total keuntungan = Rp 1.500 /m x 87.971 meter

= Rp 131.157.00

1. Perbandingan *cost* yang dikeluarkan dengan keuntungan yang didapatkan

Dari *cost* yang dikeluarkan sebesar Rp 125.250.000, *saving* *cost* yang didapatkan selama sebulan sebesar Rp 131.157.000, maka *paybcak* periode sama dengan Rp 125.250.000/ Rp 131.157.00 =0,95 bulan atau +/- 1 bulan. Maka dari perhitungan di atas perusahaan akan mendapatkan keuntungan lebih setiap bulannya karena *out put* yang di hasilkan akan lebih banyak.

# PEMBAHASAN

Setelah dilakukan tindakan perbaikan dan perhitungan ulang terhadap pancapaian nilai OEE mesin *stenter*, maka terdapat perbaikan dari nilai persentase nilai OEE mesin *stenter*. Dari hasil perhitungan ulang nilai persentase OEE mesin *stenter* selama bulan September 2022, di dapatkan nilai OEE mesin *stenter* sebesar 65% sedangkan sebelum perbaikan adalah sebesar 55%, dimana terdapat peningkatan sebesar 10%. Untuk total waktu set up internal baru setelah perbaikan mengalami penurunan sebesar 27,7 menit atau sebesar 41,6% untuk kombinasi 1dan 2, penurunan sebesar 13,4 menit atau sebesar 40,9% untuk kombinasi 3, dan penurunan sebesar 11,4 menit atau 41,45% untuk kombinasi 4. Penurunan waktu *change over* ini berpengaruh terhadap meningkatnya 10% nilai OEE mesin *stenter*, karena penyebab waktu *set up* yang tinggi sudah dilakukan rancangan perbaikan. Selain itu, *downtime* akibat *set up and adjustment* menjadi menurun karena *downtime* akibat *change over* menurun persentasenya dari 41% menjadi 34% pada bulan September 2022.

# KESIMPULAN

Berdasarkan pengolahan data dan analisi terhadap rancangan perbaikan di mesin *stenter* maka dapat disimpulkan bahwa:

1. Rancangan perbaikan yang diterapkan agar dapat meningkatkan OEE mesin *stenter* adalah dengan mengurangi waktu *set up* pada saat terjadi *change over* di mesin *stenter* ,dimana untuk mengurangi waktu *set up* ini dilakukan dengan penambahan fasilitas dan peralatan yang dapat memudahkan operator pada saat *change over* dan juga menambah operator. Perbaikan dilakukan dengan penambahan *Jbox*, penggatian jenis pin/clip, merapikan area kerja operator dan menambah operator dari bagian *helper* untuk menyediakan *cart*/troli kosong, dan *supervisor* di *shift* satu untuk membantu menyiapkan kain yang akan diproses setiap harinya.
2. Nilai OEE yang dapat ditingkatkan setelah rancangan perbaikan adalah sebesat 10%, dari nilai rata-rata persentase OEE sebesar 55% sebelum perbaikan, menjadi 65% setelah perbaikan dimesin *stenter*.

# REKOMENDASI

Dari hasil pengamatan dan pengolahan data serta persentase nilai *losses* di mesin *stenter* setelah perbaikan, maka ada beberapa saran yang dapat diberikan:

1. Penelitian selanjutnya dapat dilakukan pada *losses* yang masih tinggi persentasemya berdasarkan diagram pareto setelah rancangan perbaikan yaitu akibat *automatic* *stop, change over dan External Intervensi* jika ingin memenuhi rinsip 80/20 paeto diagram.
2. Penelitian selanjutnya juga dapat dilakukan masih pada *change over* tetapi berfokus pada mengurangi jumlah frekuensi *change over*. Dimana berdasarkan diagram pareto *change over* menjadi no dua setelah *automatic* dan perbaikan waktu *set up* sudah dilakukan tetapi perbaikan nilai OEE masih di bawah standar.

# DAFTAR PUSTAKA

Iftikar Z. Sutalaksana, Ruhana Anggawisastra, Jann H. Tjakraatmadja. 2012. *Teknik Perancangan Sistem Kerja.* Bandung : ITB, 2012.

Isao Kato, Art Smalley. 2011. *Toyota Kaizen Methods Six Steps To Improvement.* New York : Productivity Press, 2011.

Jay Haizer, Barry Render. 2014. *Manajemen Operasi Manajemen Keberlangsungan dan Rantai Pasokan.* Jakarta : Salemba Empat, 2014.

Nakajima, Seiichi. 1989. *Total Productive Maintenance.* Oregon : Productivity Press, 1989.

Shingo, Shige. 1985. *A Revolution in Manufacturing: The SMED System.* Norwalk : Productivity, Inc, 1985.

Tina Kanti Agustiady, Elizabeth A. Cudney. 2016. *Total Productive Maintenance Strategies, and Implementation Guide.* Boca Raton : CRC Group, 2016.