

# Usulan Perbaikan Efektifitas Proses Produksi Menggunakan *Overall Plant Effectiveness (OPE)* Dan *Quality Improvement Tools* Di Divisi Baja Tulangan PT. XYZ

Iman Hermawan<sup>1</sup>, Achmad Bahauddin<sup>2</sup>, Putro F. Ferdinant<sup>3</sup>

<sup>1, 2, 3</sup>Jurusan Teknik Industri Universitas Sultan Ageng Tirtayasa  
pampimm@gmail.com<sup>1</sup>, baha@ft-untirta.ac.id<sup>2</sup>, putro.ferro@ft-untirta.ac.id<sup>3</sup>

## ABSTRAK

Efektifitas proses produksi dapat ditingkatkan dengan cara mengoptimalkan fungsi dan kinerja keseluruhan mesin atau pabrik. Efektifitas proses secara keseluruhan dapat ditingkatkan dengan menghilangkan segala sesuatu yang menurunkan efektifitas itu sendiri. PT. XYZ adalah perusahaan yang memproduksi produk baja profil dan baja tulangan dengan kapasitas produksi sebesar 180.000 ton per tahun dengan sistem produksi *continuous process* yang berada di kawasan Cilegon. Di PT. XYZ divisi baja tulangan sekarang sering terjadinya kerusakan-kerusakan pada mesin yang digunakan sehingga pabrik kehilangan waktu produksi rata-rata perbulan selama 78,62 jam dan kegagalan dalam memproduksi produk yaitu sebesar 755,17 ton. Oleh karena masalah itu, sehingga mendorong ingin mengetahui efektifitas pada proses produksi di PT. XYZ khususnya di divisi baja tulangan dengan bantuan parameter OPE (*Overall Plant Effectiveness*). OPE dikembangkan untuk mengukur efektifitas tingkat pabrik, di mana beberapa langkah produksi atau mesin yang dipasang untuk membentuk suatu proses produksi. Tujuan pada penelitian ini yaitu mengukur nilai efektifitas proses produksi divisi baja tulangan PT. XYZ menggunakan parameter OPE, mengidentifikasi penyebab tidak efektifnya proses produksi divisi baja tulangan PT. XYZ dan merancang usulan perbaikan untuk meningkatkan nilai efektifitas proses produksi divisi baja tulangan di PT. XYZ dengan pendekatan *quality improvement tools*. Adapun metodologi penelitian adalah menghitung nilai *availability*, menghitung nilai *performance rate*, menghitung *quality rate*, menghitung nilai OPE, menghitung *eight big losses*, menghitung RPN FMEA dan grey FMEA selanjutnya mengusulkan perbaikan untuk meningkatkan nilai OPE. Setelah dilakukan pengumpulan dan pengolahan data didapatkan hasil bahwa nilai efektifitas proses produksi pada divisi baja tulangan dengan menggunakan parameter OPE adalah 51,58%, penyebab tidak efektifnya proses produksi pada divisi baja adalah adanya *process failure losses* sebesar 22,16%, *shutdown losses* sebesar 21,4%, *equipment failure losses* sebesar 19,74% dan *production adjustment losses* sebesar 18,58% dan rancangan perbaikan untuk meningkatkan nilai efektifitas proses produksi yaitu melakukan pergantian mesin sistem manual ke sistem mesin otomatis untuk mereduksi *process failure*, menambahkan aliran listrik sebagai cadangan dari PLN untuk mereduksi *shutdown losses*, membuat komitmen dan kesepakatan dengan divisi lain untuk dapat menerapkan *maintenance* sesuai jadwal yang dibuat untuk mereduksi *equipment failure losses* dan membuat alat-alat bantu yang sesuai untuk melakukan *setting* yaitu membuat alat bantu pengganjal yang sesuai saat *setting roll* untuk mereduksi *production adjustment losses*.

**Kata Kunci :** Efektifitas, Proses Produksi Baja, OPE (*overall plant effectiveness*), *Quality Improvement Tools*

## PENDAHULUAN

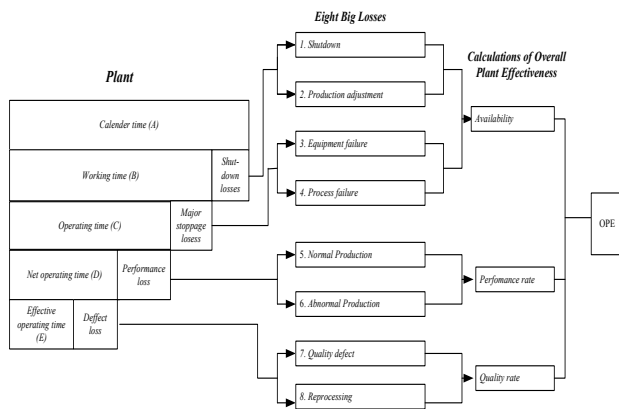
Peralatan atau mesin sangat penting dan berpengaruh dalam produktifitas suatu perusahaan atau pabrik agar dapat memberikan keuntungan yang maksimal bagi perusahaan. Peralatan atau mesin yang tidak dirawat dengan baik akan mengurangi keuntungan bahkan menyebabkan kerugian bagi perusahaan karena perusahaan tidak dapat berproduksi.

PT. XYZ adalah perusahaan yang memproduksi produk baja profil dan baja tulangan dengan kapasitas produksi sebesar 180.000 ton per tahun dengan dengan sistem produksi *continuous process* yang berada di kawasan Cilegon. Di PT. XYZ divisi baja tulangan sekarang ini masih terlihat sering terjadinya kerusakan-kerusakan pada mesin yang digunakan sehingga pabrik kehilangan waktu produksi rata-rata perbulan selama 78,62 jam dan juga banyaknya kegagalan dalam memproduksi produk

yaitu sebesar 755,17 ton perbulan yang menandakan kurang optimalnya mesin-mesin dalam proses produksi. Oleh karena peneliti itu ingin mengetahui efektifitas pada proses produksi di PT. XYZ khususnya di divisi baja tulangan dengan bantuan parameter OPE (*Overall Plant Effectiveness*).

OPE dikembangkan untuk mengukur efektifitas tingkat pabrik, di mana beberapa langkah produksi atau mesin yang dipasang untuk membentuk suatu proses produksi. OPE adalah tentang hubungan antara mesin yang berbeda dan proses. Sebagaimana dicatat oleh Scott dan Pisa (1998), OPE berusaha untuk mengintegrasikan banyak kegiatan dan sistem informasi yang memerlukan proses produksi. Oleh karena itu OPE adalah istilah tentang menggabungkan kegiatan, hubungan antara mesin yang berbeda dan proses, mengintegrasikan informasi, keputusan, dan tindakan di banyak sistem independen dan subsistem (Oechsner et al, 2003).

Hierarki mengenai faktor-faktor yang mempengaruhi nilai OPE adalah sebagai berikut :



Gambar 1. Hierarki Faktor-Faktor OPE (Suzuki, 1994)

## METODE PENELITIAN

Metodologi penelitian merupakan prosedur yang berisi tahapan-tahapan yang jelas yang disusun secara sistematis dalam proses penelitian. Tahapan-tahapan pada penelitian ini secara garis besar terdiri dari tahap pendahuluan, tahap pengumpulan data, tahap pengolahan data, tahap analisis dan tahap kesimpulan.

### 1. Tahap Pendahuluan

Pada tahap ini merupakan tahap pertama yang dilakukan peneliti sebelum melakukan tahap-tahap berikutnya. Pada tahap pendahuluan peneliti melakukan perumusan latar belakang kenapa dilakukannya penelitian ini. Peneliti menemukan masalah dimana PT. XYZ divisi baja tulangan sekarang ini masih terlihat sering terjadinya kerusakan-kerusakan pada mesin yang digunakan sehingga pabrik kehilangan waktu produksi rata-rata perbulan selama 78,62 jam dan juga banyaknya kegagalan dalam memproduksi produk yaitu sebesar 755,17 ton perbulan yang menandakan kurang optimalnya mesin tersebut dalam proses produksi. Oleh karena itu peneliti ingin mengetahui sejauh mana keefektifan proses produksi di PT. XYZ khususnya di divisi baja tulangan dengan bantuan parameter OPE (*Overall plant Effectiveness*). Setelah itu kemudian peneliti melakukan studi literatur untuk mencari teori-teori yang terkait dengan penelitian yang akan dilakukan yaitu mengenai teori *total productive maintenance* (TPM), *overall plant effectiveness* (OPE), *Eight big loss*, *pareto chart*, *cause effect diagram* (ishikawa diagram) dan *grey FMEA*. Dan juga melakukan observasi lapangan untuk mendapatkan informasi - informasi pendahuluan tentang masalah efektifitas pabrik yang dihadapi oleh perusahaan XYZ dengan cara wawancara dan berdasarkan dokumentasi yang ada di perusahaan. Kemudian setelah itu peneliti mulai merumuskan masalah – masalah yang terjadi dan didapatkan perumusan masalah sebagai berikut berapakah tingkat efektifitas proses produksi divisi baja tulangan PT. XYZ, apa penyebab terjadinya tidak

efektifnya proses produksi di divisi baja tulangan PT. XYZ dan bagaimana rancangan perbaikan untuk meningkatkan efektifitas proses produksi divisi baja tulangan dengan pendekatan *quality improvement tools* sehingga meningkatkan efektifitas proses produksi tersebut di PT. XYZ. Dari perumusan masalah kemudian peneliti menentukan tujuan penelitian yaitu mengukur tingkat efektifitas proses produksi divisi baja tulangan PT. XYZ menggunakan parameter OPE, mengidentifikasi penyebab tidak efektifnya pada proses produksi divisi baja tulangan PT. XYZ dan merancang usulan perbaikan untuk meningkatkan nilai OPE divisi baja tulangan di PT. XYZ dengan pendekatan *quality improvement tools*.

### 2. Tahap Pengumpulan Data

Tahap pengumpulan data adalah tahap selanjutnya yang dilakukan peneliti setelah tahap pendahuluan dimana peneliti melakukan pengumpulan data-data yang terkait dengan penelitian yaitu sebagai berikut :

- 1) Pengambilan data dilakukan pada divisi *Maintenance*, Produksi dan *Quality Control* di PT. XYZ.
- 2) Objek penelitian adalah *plant* baja tulangan di PT. XYZ
- 3) Data yang digunakan merupakan data sekunder yaitu diperoleh secara langsung dari pabrik yang diteliti yang terdiri dari data historis dan monitoring dari beroperasinya mesin selama waktu tertentu. Data diambil selama satu tahun dari bulan Januari sampai bulan desember 2012. Data yang dikumpulkan diantaranya adalah data produksi serta data lain yang mendukung dalam penelitian ini.

Data dikumpulkan dengan menggunakan data sekunder. Data kemudian dikategorikan menjadi 3 bagian yaitu masing-masing akan digunakan untuk penghitungan nilai ketersediaan, kinerja dan kualitas. Dilanjutkan dengan penghitungan nilai efektifitas mesin yang diteliti. Pada penelitian ini dilakukan beberapa teknik pengumpulan data yaitu:

- 1) Teknik observasi, yaitu melakukan pengamatan langsung terhadap proses yang terjadi pada bagian *Maintenance*, Produksi dan *Quality Control*.
- 2) Teknik Dokumentasi, yaitu mencatat data dari dokumen suatu arsip yang ada di perusahaan yang dibutuhkan untuk penelitian.
- 3) Teknik wawancara, yaitu melakukan Tanya jawab dan diskusi secara langsung terhadap pimpinan, kepala dinas atau karyawan pada divisi *maintenance*, produksi dan *quality control* untuk mendapatkan data atau informasi tentang objek yang diteliti untuk melengkapi informasi yang diperoleh dari observasi.

### 3. Tahap Pengolahan data

Data yang diperoleh dalam penelitian ini berbentuk *hard copy* atau arsip mengenai proses

produksi, maintenance dan *quality control* PT. XYZ. Setelah semua data diperoleh maka dilakukan pengolahan data sebagai berikut :

- 1) Menghitung persentase nilai ketersediaan (*availability*) *plant* baja tulangan dari data *calendar time*, *shutdown maintenance loss*, *production adjustment loss*, *equipment failure loss* dan *process failure loss*
- 2) Menghitung persentase nilai kinerja (*performance*) *plant* baja tulangan dari data *average actual production*, *standard production rate*, *actual production rate* dan *operating time*.
- 3) Menghitung persentase nilai kualitas produk (*quality rate*) *plant* baja tulangan dari data *production quantity*, *quality defect loss*, *reprocessing loss*.
- 4) Menghitung nilai OPE (*overall plant effectiveness*) *plant* baja tulangan dari data yang telah dihitung yaitu data ketersediaan (*availability*), kinerja (*performance*) dan kualitas (*quality*)
- 5) Menghitung delapan kerugian besar (*Eight Big Losses*) dari proses produksi *plant* baja tulangan.
- 6) Menghitung nilai RPN (*risk priority number*) FMEA dan *Grey FMEA*

#### 4. Tahap Analisis Dan Pembahasan

Berdasarkan pengolahan data yang telah dilakukan yaitu menghitung nilai OPE (*Overall Plant Effectiveness*) dan *Eight Big Losses plant* baja tulangan. selanjutnya akan dianalisa dengan menggunakan *pareto chart* pengaruh terbesar dari *eight big losses* yang menyebabkan rendahnya efektifitas *process plant* kemudian berdasarkan hasil *pareto chart* dengan menggunakan *ishikawa diagram* akan dianalisa apa yang menjadi akar permasalahan dari pengaruh terbesar dari *eight big losses* yang menyebabkan rendahnya efektifitas *process* dan mengusulkan penyelesaian masalah dengan *grey FMEA* sehingga diharapkan akan meningkatkan efektifitas proses produksi divisi baja tulangan di PT. XYZ.

#### 5. Tahap Kesimpulan

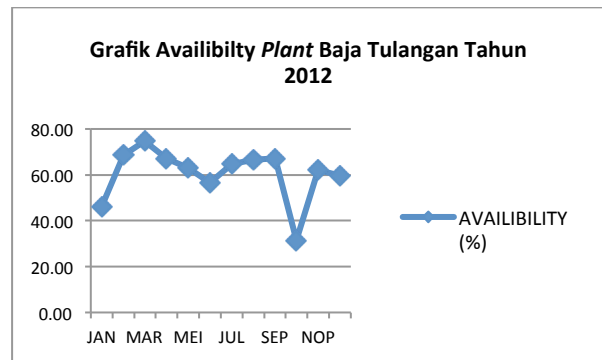
Tahap akhir dalam penelitian ini adalah membuat kesimpulan terhadap hasil analisis penelitian yang telah dilakukan berdasarkan tujuan yang dibuat pada tahap pendahuluan. Hasilnya berupa jawaban dari tujuan penelitian yaitu nilai OPE divisi baja tulangan, penyebab terjadinya *eight big losses* divisi baja tulangan dan rencana perbaikan dan peningkatan efektifitas proses produksi *plant* baja tulangan

### HASIL DAN PEMBAHASAN

#### 1. Perhitungan Nilai *Availability*

Berdasarkan data yang telah didapat dan dilakukan pengolahan data, nilai *availability* untuk divisi baja

tulangan selama tahun 2012 didapatkan hasil sebagai berikut:

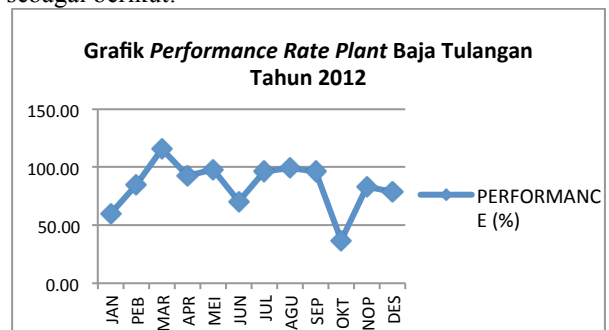


Gambar 2. Grafik *Availability Plant* Baja Tulangan Tahun 2012

$$Availability = \frac{Calendar\ Time - (shutdown\ losses + major\ stoppages\ losses)}{Calendar\ Time} \times 100\%$$

#### 2. Perhitungan Nilai *Performance Rate*

Berdasarkan data yang telah didapat dan dilakukan pengolahan data, nilai *performance rate* untuk divisi baja tulangan selama tahun 2012 didapatkan hasil sebagai berikut:

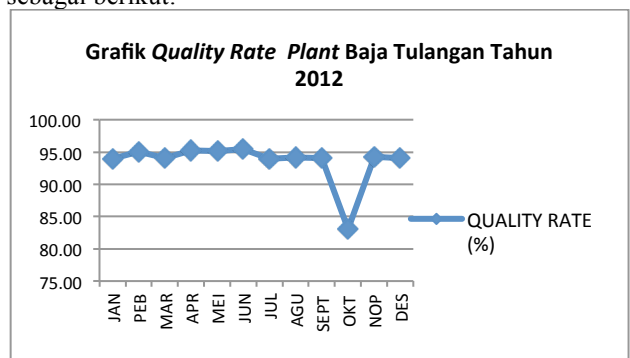


Gambar 3. Grafik *Performance Rate Plant* Baja Tulangan Tahun 2012

$$Performance\ rate = \frac{Average\ actual\ production\ rate\ (t/h)}{Standard\ production\ rate\ (t/h)} \times 100\%$$

#### 3. Perhitungan Nilai *Quality Rate Rate*

Berdasarkan data yang telah didapat dan dilakukan pengolahan data, nilai *performance rate* untuk divisi baja tulangan selama tahun 2012 didapatkan hasil sebagai berikut:



Gambar 4. Grafik *Quality Rate Plant* Baja Tulangan Tahun 2012

$$Quality = \frac{Production\ quantity - (quality\ defect\ loss + reprocessing\ loss)(t)}{Production\ quantity\ (t)} \times 100\%$$

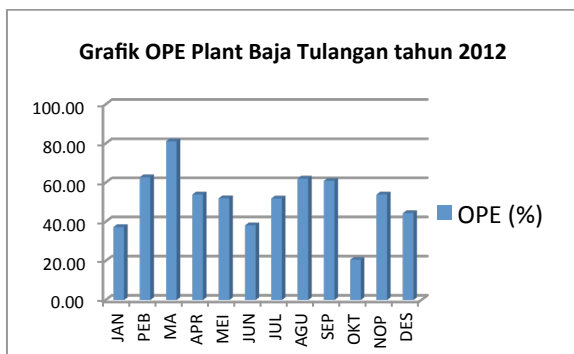
#### 4. Perhitungan Nilai OPE

Setelah dihitung nilai *availability*, *performance rate* dan *quality rate* maka dapat di hitung nilai OPE dan didapatkan hasil sebagai berikut :

**Tabel 1. Perhitungan Nilai OPE Plant Baja Tulangan**

BULAN	AVAILABILITY (%)	PERFORMANCE RATE (%)	QUALITY RATE (%)	OPE (%)
JAN	46.33	85.62	94.00	37.28
PEB	68.66	96.20	95.02	62.77
MAR	74.63	115.55	94.06	81.11
APR	67.20	84.29	95.21	53.93
MEI	63.09	86.58	95.13	51.96
JUN	56.65	70.54	95.42	38.13
JUL	64.76	85.19	94.01	51.86
AGUS	66.48	99.18	94.13	62.06
SEP	67.21	96.43	94.04	60.94
OKT	31.47	78.72	83.04	20.57
NOP	62.03	92.20	94.31	53.93
DES	59.73	78.97	94.05	44.36
RATA-RATA	60.69	89.12	93.53	51.58

$$OPE = Availability\ (\%) \times Performance\ Rate\ (\%) \times Quality\ Rate\ (\%)$$



**Gambar 5. Grafik OPE Plant Baja Tulangan Tahun 2012**

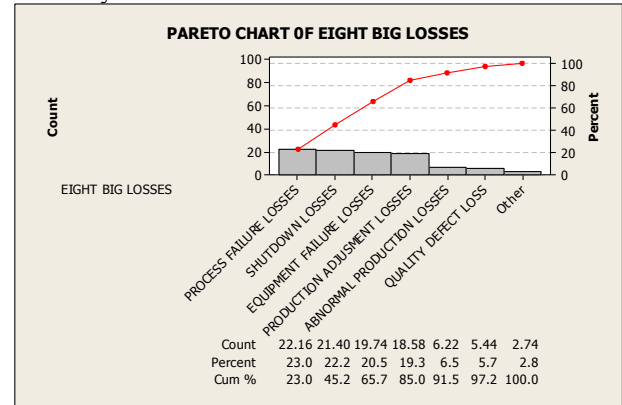
#### 5. Perhitungan Eight Big Losses

*Eight big losses* merupakan kerugian yang menyebabkan rendahnya OPE adapun hasil perhitungan eight big losses didapatkan persentase sebagai berikut :

**Tabel 2. Hasil Eight Big Losses**

EIGHT BIG LOSSES	PERSENTASE (%)
SHUTDOWN LOSSES	21.40
PRODUCTION ADJUSMENT LOSSES	18.58
EQUIPMENT FAILURE LOSSES	19.74
PROCESS FAILURE LOSSES	22.16
NORMAL PRODUCTION LOSSES	1.71
ABNORMAL PRODUCTION LOSSES	6.22
QUALITY DEFECT LOSS	5.44
REPROCESSING LOSS	1.03

Setelah didapatkan hasil persentase *eight big losses* kemudian dibuat *pareto chart* untuk mengetahui penyebab apa yang berpengaruh besar terhadap rendahnya OPE.



**Gambar 6. Pareto Chart Eight Big Losses**

#### 6. Penyebab Rendahnya Nilai Efektifitas

Dari delapan kerugian tersebut yang merupakan kerugian yang berpengaruh besar terhadap rendahnya nilai OPE Divisi Baja Tulangan berdasarkan *pareto chart* dengan jumlah persentase masalah mencapai 85% yaitu *process failure losses* sebesar 22,16%, *shutdown losses* sebesar 21,4%, *equipment failure losses* sebesar 19,74% dan *production adjustment losses* sebesar 18,58%.

Penyebab terjadinya *process failure losses* dari faktor manusia yaitu kurangnya pelatihan pada operator baru dan tidak ada pembagian tugas antar operator. Dari faktor metode yaitu *punish and reward* yang tidak efektif, tidak ada jadwal *review*, tidak ada alat bantu, tidak ada alat komunikasi yang baik pada operator *crane*, belum diterapkannya optimasi penataan *tools* dan *spare part*, belum diterapkannya konsep ergonomi. Dari faktor mesin yaitu teknologi tua dan *preventive maintenance* tidak optimal. Dari faktor lingkungan yaitu penerapan manajemen K3 yang tidak baik, belum optimalnya penerapan 5S dan kurang ventilasi/ekshaust. Dan dari faktor material yaitu tidak ada *upgrade* teknologi inspeksi dan pemilihan *supplier* yang tidak tepat.

Penyebab terjadinya *shutdown losses* dari faktor manusia yaitu manajemen pengawasan yang kurang baik dan peraturan manajemen yang kurang tegas. Dari faktor metode yaitu belum diterapkannya TPM (*total productive maintenance*), pembelian bahan baku berdasarkan orientasi harga dan metode perencanaan *over haul* yang salah. Dari faktor mesin yaitu manajemen bongkar muat bahan baku yang salah. Dari faktor eksternal/energi yaitu hanya memiliki satu sumber pasokan gas dan hanya memiliki satu sumber pasokan listrik.

Penyebab terjadinya *equipment failure losses* dari faktor manusia yaitu kurangnya pelatihan dan dalam masa transisi dari proses spesialisasi menuju *autonomous maintenance*. Dari faktor metode yaitu belum diterapkannya optimasi penataan dan

penempatan *tools* dan *spare part*, tidak ada jadwal *review*, belum diterapkannya konsep ergonomi dan tidak ada pelatihan tentang TPM. Dari faktor mesin yaitu manajemen *upgrading* teknologi tidak berlaku dan perubahan perencanaan *maintenance* secara mendadak. Dari faktor lingkungan yaitu penerapan manajemen K3 yang tidak baik, belum optimalnya penerapan 5S dan kurang fentilasi/ekshaust. Dan dari faktor material yaitu tidak ada pembaharuan SOP yang lebih baik dan kesalahan metode inspeksi *spare part*.

Penyebab terjadinya *production adjustment losses* dari faktor manusia yaitu kurangnya pelatihan pada pekerja baru. Dari faktor metode yaitu tidak ada jadwal *review*, manajemen pengawasan yang kurang ketat, tidak ada alat bantu, tidak ada alat komunikasai yang baik pada operator *crane*, belum diterapkannya optimasi penataan *tools* dan *spare part*, belum diterapkannya konsep ergonomi. Dari faktor mesin yaitu teknologi tua. dari faktor lingkungan yaitu penerapan manajemen K3 yang tidak baik dan kurang fentilasi/ekshaust.

#### 7. Usulan Perbaikan Nilai Efektifitas OPE

Usulan untuk meningkatkan nilai OPE berdasarkan prioritas dari perusahaan yaitu pertama, melakukan pergantian mesin sistem manual ke sistem mesin otomasi untuk mereduksi *process failure losses*. Hal tersebut perlu dilakukan karena pada sistem saat ini yaitu dengan sistem manual menggunakan *roll twice*, *billet* yang di *mill* rentan akan terjadi *couble* dan *backel* karena mesin di *setting* secara manual. Selain itu juga kesalahan dalam *setting* mudah terjadi dan penggunaan *roll twice* yang tidak fleksibel dalam menyesuaikan dengan pergerakan *billet* mengakibatkan besarnya *process failure losses*. Penerapan sistem otomasi dalam proses produksi diharapkan dapat memperlancar proses dengan terkontrolnya proses oleh sensor-sensor yang dipasang sehingga produk *backel* atau *couble* akan dapat diminimalisir. Kedua, menambahkan aliran listrik sebagai cadangan dari PLN untuk mereduksi *shutdown losses*. Hal ini perlu dilakukan karena sering sekali pabrik divisi baja tulangan terhenti proses produksinya dikarenakan terhentinya pasokan listrik dari KDL sehingga perlu adanya aliran listrik cadangan untuk mengcover apabila pasokan listrik dari KDL terhenti dan *shutdown losses* akan berkurang. Ketiga, membuat komitmen dan kesepakatan dengan divisi lain untuk dapat menerapkan *maintenance* sesuai jadwal yang dibuat sehingga dapat mereduksi *equipment failure losses*. Hal tersebut perlu dilakukan karena sekarang ini penerapan *maintenance* yang dilakukan tidak sesuai jadwal yang telah dibuat. Adanya konflik kepentingan antara divisi perawatan dengan divisi produksi dimana ketika divisi perawatan akan melakukan *maintenance* terhadap mesin pada saat target produksi belum tercapai maka jadwal *maintenance* yang telah dibuat tidak biasa dilakukan menjadi penyebab penerapan *maintenance* yang tidak sesuai jadwal. Hal inilah yang menyebabkan mesin-mesin rusak karena tidak sesuai jadwal *maintenance*. Keempat,

membuat alat-alat bantu yang sesuai untuk melakukan *setting* sehingga mereduksi *production adjustment losses*. Hal tersebut perlu dilakukan karena saat ini *setting* mesin masih manual dimana operator kesulitan dalam memasukan roll ke mesin karena tidak adanya alat bantu yang sesuai dan akibatnya *setting* mesin menjadi tidak efektif dan lama.

## KESIMPULAN

Berdasarkan pengolahan data yang telah dilakukan maka didapat kesimpulan nilai efektifitas proses produksi pada divisi baja tulangan dengan menggunakan parameter OPE (*overall plant effectiveness*) adalah 51,58%. Penyebab tidak efektifnya proses produksi pada divisi baja adalah adanya *process failure losses* sebesar 22,16%, *shutdown losses* sebesar 21,4%, *equipment failure losses* sebesar 19,74% dan *production adjustment losses* sebesar 18,58%. Rancangan perbaikan untuk meningkatkan nilai efektifitas proses produksi yaitu melakukan pergantian mesin sistem manual ke sistem mesin otomasi untuk mereduksi *process failure*, menambahkan aliran listrik sebagai cadangan dari PLN untuk mereduksi *shutdown losses*, membuat komitmen dan kesepakatan dengan divisi lain untuk dapat menerapkan *maintenance* sesuai jadwal yang dibuat untuk mereduksi *equipment failure losses* dan membuat alat-alat bantu yang sesuai untuk melakukan *setting* yaitu membuat alat bantu pengganjal yang sesuai saat *setting roll* untuk mereduksi *production adjustment losses*.

## DAFTAR PUSTAKA

- Apriliani, F. 2007. Mempelajari Pengembangan Sistem Implementasi *Total Productive Maintenance* (studi kasus PT. Kageo Igar Jaya Tbk). *Skripsi*, Institut Pertanian Bogor. (Tidak Publikasi)
- Borris. 2006. *Total Productive Maintenance*. McGraw-Hill Companies, New York.
- Ching, L.C, Ping, H.L dan Chiu, C.W.. *Failure Mode and Effect Analysis using Grey Theory, Integrated Manufacturing Systems* 12/3 2001 : 211-216.
- Chrysler, L.L.C. 1995. *Potensial Failure Mode & Effects Analyses (FMEA), Reference Manual second Edition, Ford Motor Company, Deneral Motor Corporation*.
- Imai, M. 1998. *Gemba Kaizen*. Diterjemahkan oleh Kristianto Jahja. *Gemba Kaizen : Pendekatan Akal Sehat, Berbiaya Rendah pada Manajemen*. Pustaka Binaman Pressindo, Jakarta.
- Kanaan, S.M., Nachiappan, R.M. and Muthukumar, N. 2001. *Analysis Of Overall Equipment Effectiveness A Case Study, 1<sup>st</sup> Internasional*

*Conference On Logistic And Supply Chain Management At PSG Tech*, pp. 348-353

Kannan, S.M and Raja N.P. 2008. *Overall Process Effectiveness (OPE) Model For The Tyre Manufacturing Industry*, *Velammal College Of Engineering & Technology*, Hal. 70-73

Nakajima, S. 1988, *Introduction to Total Productive Maintenance (TPM)*, *Productivity Press, Cambridge, MA*.

Naidu, S.G, Nayak, M.D, N.M Kumar V and Shankar, V. 2013. Evaluation of OEE In A Continuous Process Industry On An Insulation Line In A Cable Manufacturing Unit, *Internasional Journal Of Innovative Research In Science, Enngineering And Technology*, Vol. 2, Issue 5. Hal 1629-1634

Parihar, S. Jain, S. and Bajpai, L. 2012. Calculation Of OEE For An Assembly Process, *Internasional Journal Of Research In mechanical Engineering & Technology*, Vol 2. Issue 2, Hal. 25-29

Peppard, J and P. Rowland. 1997. *The Essence of Business Process Re- Engineering*. Diterjemahkan oleh Fandy Tjiptono. Penerbit Andi, Yogyakarta.

Oechsner, R. 2003. *From OEE To OFE, Material Science in semiconductor process*, (5) pp. 513-527

Scott, D. and Pisa, R. 1998. *Can Overall Factory Effectiveness Prolog Moore's Law?*, *Solid State Technology*, Vol. No.41 (3), pp. 75-82

Suzuki, T. 1994, *TPM In Process Industries* *Productivity press, Portland, Oregon*.