

ANALISA EFEKTIVITAS PROKDUKI PADA UNIT UREA I DENGAN MENGGUNAKAN METODE *TOTAL PRODUCTIVE MAINTENANCE* (TPM) DI PT. PUPUK ISKANDAR MUDA

Sariyusda, Fakhriza, Johansyah Putra

Teknik Mesin, Politeknik Negeri Lhokseumawe

Jl. Banda Aceh-Medan Km. 280,3, Buketrata, Aceh 24301, INDONESIA

Phone/Fax.: (0645) 42670, e-mail : yusda_66@yahoo.com

Abstrak

PT Pupuk Iskandar Muda adalah perusahaan yang bergerak dibidang industri kimia yaitu memproduksi pupuk urea dan *ammonia*. Pada lini produksi pupuk urea terdapat beberapa masalah produksi yaitu belum tercapainya rencana produksi dan tingginya *downtime* mesin. Oleh karena itu, dilakukan pengukuran efektivitas pada lini produksi urea untuk mengetahui kinerja mesin/peralatan. *Overall Equipment Effectiveness* (OEE) adalah metode yang digunakan untuk mengukur efektivitas kinerja peralatan, kemudian mengidentifikasi penyebab rendahnya efektivitas dengan menggunakan *six big losses*. Hasil penelitian menunjukkan bahwa nilai rata-rata OEE tahun 2015 sebesar 79.24%. *Losses* yang berpengaruh adalah *breakdown losses* sebesar 29.64% dan *reduced speed losses* sebesar 10.70%. penyebab *losses* antara lain karena operator kurang memahami gejala kerusakan mesin, tidak maksimal saat kegiatan *preventive maintenance*, keterlambatan dalam penanganan perbaikan, dan kekurangan material. Beberapa rekomendasi perbaikan berdasarkan konsep *Total Productive Maintenance* adalah mengadakan training kepada operator, disiplin dan proaktif dalam melaksanakan *preventive maintenance* sesuai dengan prosedur.

Kata kunci: *Overall Equipment Effectiveness* (OEE), *six big losses*, *Total Productive Maintenance*

PENDAHULUAN

Salah satu upaya yang dapat dilakukan untuk menjaga kestabilan produksi adalah melakukan pemeliharaan mesin/peralatan. Definisi pemeliharaan sebagai aktivitas yang diperlukan untuk menjaga fasilitas pada kondisi yang diinginkan sehingga memenuhi kapasitas produksinya. Filosofi pemeliharaan yang kemudian berkembang dan banyak diterapkan di perusahaan adalah *Total Productive Maintenance* (TPM). TPM merupakan filosofi pemeliharaan yang dikembangkan berdasarkan konsep pemeliharaan produktif. Disamping itu juga TPM merupakan suatu proses perbaikan berkesinambungan yang terstruktur dan berorientasi pada peralatan pabrik. TPM berupaya untuk mengoptimalkan efektivitas produksi dengan jalan mengidentifikasi dan menghilangkan kerugian peralatan melalui partisipasi aktif karyawan berbasis tim di semua tingkat hirarki operasional.

Penerapan TPM diukur menggunakan metode *Overall Equipment Effectiveness* (OEE) untuk mengevaluasi efektivitas peralatan dan mengidentifikasi *losses* yang berpengaruh terhadap hasil produksinya. Oleh karena itu

metode dan hasil pengukuran OEE untuk setiap unit peralatan kemudian dikembangkan untuk menghitung efektivitas lini produksi secara keseluruhan pada sistem produksi yang beroperasi secara kontinyu dengan metode *Overall Equipment Effectiveness* (OEE). Setelah itu dilakukan identifikasi faktor-faktor penyebab terjadinya *losses*. *Losses* adalah segala sesuatu yang menyebabkan rendahnya atau menurunnya efisiensi mesin atau peralatan untuk berproduksi. Menurut Nakajima (1988), *losses* dibagi menjadi enam kategori (*six big losses*) yaitu *breakdown losses*, *set-up and adjustment losses*, *reduced speed*, *idling and minor stoppages*, *reduced yield*, dan *process defect*.

Salah satu produk pupuk yang dihasilkan adalah produk pupuk urea. Pada lini produksi pupuk urea masih banyak dijumpai hambatan proses produksi yang disebabkan oleh faktor internal dan eksternal baik di unit urea I maupun di unit urea II, faktor internal disebabkan oleh pemberhentian mesin produksi karena adanya aktivitas maintenance yang terjadwal maupun karena kerusakan mesin secara tiba-tiba sehingga target produksi tidak terpenuhi, sedangkan faktor eksternal disebabkan oleh terganggunya penyuplaian gas dari pabrik lain yang

mendukung proses produksi. Beberapa masalah yang dapat diidentifikasi pada lini produksi pupuk urea khususnya di unit urea I adalah sebagai berikut:

1. Masih terjadi penurunan hasil produksi di unit urea I dalam beberapa bulan selama tahun 2015 bahkan dibawah 50%.
2. *Downtime* pada lini produksi pupuk urea di unit urea I tahun 2015 masih melebihi target *downtime* maksimal yang ditentukan oleh perusahaan yaitu dibawah 15% sedang *downtime* yang terjadi selama tahun 2015 yaitu sebesar 28.03%
3. Ada dua faktor penyebab penurunan hasil produksi di unit urea I selama tahun 2015 yaitu faktor internal dan faktor eksternal dari perusahaan.

Berdasarkan informasi dari Departemen Pemeliharaan, perusahaan ini belum pernah melakukan pengukuran efektivitas pada lini produksi terkait. Untuk mendukung kelancaran proses produksinya, perusahaan menerapkan dua sistem pemeliharaan yaitu *preventive maintenance* dan *corrective maintenance*. Namun pada kenyataannya proses produksi sering terhambat akibat terjadinya kerusakan mesin dan hambatan dari luar mesin. Oleh karena itu diperlukan suatu pengukuran efektivitas pada lini produksi terkait untuk mengetahui kinerja peralatan produksinya apakah telah beroperasi secara optimal sesuai dengan desain dan kondisi peralatan saat ini.

TINJAUAN PUSTAKA

Perawatan (Maintenance)

Perawatan atau yang lebih dikenal dengan kata *maintenance* dapat didefinisikan sebagai suatu aktivitas yang diperlukan untuk menjaga atau mempertahankan kualitas pemeliharaan suatu fasilitas agar fasilitas tersebut dapat berfungsi dengan baik dalam kondisi siap pakai (Sudrajat 2011).

Sedangkan fasilitas yang dimaksud disini, sudah barang tentu bukan hanya fasilitas seperti mesin-mesin produksi saja yang memerlukan perawatan tetapi juga fasilitas lain seperti generator, turbin, dan utilitas pabrik lainya serta fasilitas penunjak kantor lainya seperti computer atau mesin fotocopy ataupun peralatan angkut seperti *crane*, *forklift* dan lain-lainnya (Sudrajat 2011).

Berdasarkan definisi tersebut, maka terdapat beberapa alasan melakukan beberapa pekerjaan *maintenance*, antara lain, (Sudrajat, 2011):

1. Agar fasilitas dapat siap pakai pada saat yang diperlukan.
2. Seiring dengan waktu, tentunya kondisi dari suatu fasilitas yang mengalami pemakaian, kemampuan kinerjanya lambat laun akan menurun karena tanpa *maintenance* semua fasilitas tersebut akan melemah secara bertahap tapi pasti, sehingga tidak lagi mempunyai kemampuan kerja baik secara teknis maupun ekonomis.
3. Diharapkan akan dapat menunjang umur pakai dari fasilitas tersebut.

Total Productive Maintenance (TPM)

Menurut Nakajima (1984) *Vice Chairman of the Japan Institute of Plant Mintenance* mendefinisikan TPM sebagai suatu pendekatan yang inovatif dalam *maintenance* dengan cara mengoptimasi keefektifan peralatan, mengurangi menghilangkan kerusakan mendadak (*breakdown*), dan melakukan *autonomous operator maintenance*

Total maintenance system, meliputi *maintenance prevention*, *maintenability improvement*, dan *preventive maintenance*. *Total participation of all employees*, meliputi *autonomous maintenance* oleh operator melalui kegiatan suatu grup kecil (*small group activities*). Dalam penerapan TPM terdapat 12 langkah yang perlu dilalui yang terbagi kedalam 3 tahap yaitu:

1. Tahap persiapan.
2. Tahap Penerapan.
3. Tahap Stabilisasi

Adapun mamfaat dari TPM secara sistematis dalam rencana kerja jangka panjang pada perusahaan khususnya menyangkut faktor-faktor berikut (Nakajima:1988):

1. Peningkatan produktivitas dengan menggunakan prinsip-prinsip TPM akan meminimalkan kerugian-kerugian pada perusahaan.
2. Meningkatkan kualitas dengan TPM, meminimalkan kerusakan pada mesin/peralatan dan *downtime* mesin dengan metode terfokus.

Perhitungan Overall Equipment Effectiveness (OEE)

Menurut Nakajima (1988), OEE merupakan nilai yang dinyatakan sebagai rasio antara output aktual dibagi output maksimum dari peralatan pada kondisi kinerja yang terbaik. Tujuan dari OEE adalah sebagai alat ukur performa dari suatu sistem *maintenance*, dengan menggunakan metode ini maka dapat diketahui ketersediaan mesin/peralatan (*availability*), efisiensi produksi

(performance), dan kualitas output mesin/peralatan. Untuk itu hubungan antara ketiga elemen produktifitas tersebut dapat dilihat pada rumus dibawah ini.

Perhitungan Six Big Losse

Proses produksi tentunya mempunyai *losses* yang mempengaruhi keberhasilannya, *losses* tersebut oleh Nakajima (1988) di kelompokkan menjadi 6 besar yaitu:

1. Downtime Losses

jika output produksinya nol dan sistem tidak memproduksi apapun, segmen waktu yang tidak berguna dinamakan *downtime losses*. *Downtime losses* terdiri dari :

- a. *Breakdown losses*, kerugian ini terjadi dikarenakan peralatan mengalami kerusakan, tidak dapat digunakan dan memerlukan perbaikan atau penggantian. Kerugian ini diukur dengan seberapa lama waktu selama mengalami kerusakan hingga selesai diperbaiki.

$$\text{Breakdown Losse} = \frac{\text{downtime}}{\text{loading time}} \times 100\% \quad (2.1)$$

- b. *Set-up and adjustment time*, kerugian ini diakibatkan perubahan kondisi operasi,

Setup and Adjustment Losses

$$= \frac{\text{set up time}}{\text{Loading Time}} \times 100\% \quad (2.2)$$

2. Speed Losses

Ketika output lebih kecil dibandingkan output pada kecepatan referensi, kondisi ini dinamakan *speed losses*. Pada *speed losses* belum dipertimbangkan mengenai output yang sesuai dengan spesifikasi kualitas. Kerugian ini dapat berupa:

- a. *Idling and minor stoppages losses*, merupakan kerugian yang disebabkan oleh berhentinya peralatan karena ada permasalahan sementara, seperti mesin terputus-putus (*halting*), macet (*jamming*) serta mesin mengganggu (*idling*).

$$\text{Idling and Minor Stoppages} = \frac{\text{non productive time}}{\text{loading time}} \times 100\% \quad (2.3)$$

- b. *Reduce speed losses*, yaitu pengurangan kecepatan produksi dari kecepatan desain peralatan tersebut. Pengukuran kerugian ini

dengan membandingkan kapasitas ideal dengan beban kerja aktual.

Reduced Speed Losses

$$= \frac{\text{operation time} - \left(\frac{\text{ideal cycle time}}{\times \text{processed amount}} \right)}{\text{loading time}} \times 100\% \quad (2.4)$$

3. Defect or quality losses

Jika output produksi yang dihasilkan tidak memenuhi spesifikasi kualitas maka disebut *quality losses*, yang terdiri dari dua hal berikut:

- a. *Reduced Yield losses*, terjadi dikarenakan bahan baku terbuang. Kerugian ini dibagi menjadi dua, yaitu kerugian bahan baku akibat desain produk dan metode manufaktur serta kerugian penyesuaian karena cacat kualitas produk yang diproduksi pada awal proses produksi dan saat terjadi pergantian.

$$\text{Reduced Yield (\%)} = \frac{\text{ideal cycle time} \times \text{defect amount}}{\text{during setting}} \times 100\% \quad (2.5)$$

- b. *Quality defect (process defect)*, kerugian ini terjadi karena terjadi kecacatan produk selama produksi. Produk yang tidak sesuai spesifikasi perlu dirework atau dibuat scrap.

Process Defect

$$= \frac{\text{ideal cycle time} \times \text{defect amount}}{\text{during production}} \times 100 \quad (2.6)$$

Diagram Fishbone

Diagram tulang ikan atau fishbone diagram adalah salah satu metode / tool di dalam meningkatkan kualitas. Sering juga diagram ini disebut dengan diagram Sebab-Akibat atau *cause effect diagram*. Penemunya adalah seorang ilmuwan jepang pada tahun 60-an. Bernama Dr. Kaoru Ishikawa, ilmuwan kelahiran 1915 di Tikyo Jepang yang juga alumni teknik kimia Universitas Tokyo. Sehingga sering juga disebut dengan diagram ishikawa.

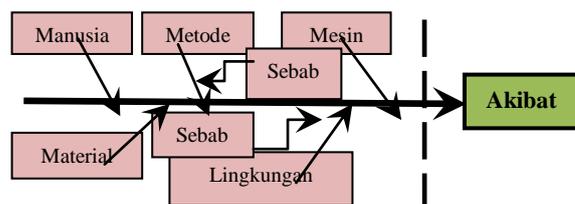
Diagram ini akan menunjukkan sebuah dampak atau akibat dari sebuah permasalahan, dengan berbagai penyebabnya. Efek atau akibat dituliskan sebagai moncong kepala. Sedangkan tulang ikan diisi oleh sebab-sebab sesuai dengan pendekatan permasalahannya. Dikatakan diagram *Cause and Effect* (Sebab dan Akibat)

karena diagram tersebut menunjukkan hubungan antara sebab dan akibat. Berkaitan dengan pengendalian proses statistikal, diagram sebab-akibat dipergunakan untuk menunjukkan faktor-faktor penyebab (sebab) dan karakteristik kualitas (akibat) yang disebabkan oleh faktor-faktor penyebab itu.

Untuk mencari faktor-faktor penyebab terjadinya penyimpangan kualitas hasil kerja, maka ada lima faktor penyebab utama yang signifikan yang perlu diperhatikan yaitu:

1. Manusia (*Man Power*)
2. Metode (*Method*)
3. Mesin (*Machine*)
4. Material (*Material*)
5. Lingkungan (*Environment*)

Berikut adalah contoh penerapan diagram sebab akibat yang dapat dilihat pada gambar 1.



Gambar 1. Fishbone Diagram (sumber : www.fishbone.co.id)

METODOLOGI

Identifikasi Masalah

Identifikasi dilakukan melalui pengamatan data produksi selama tahun 2015 dan wawancara secara langsung terhadap pihak perusahaan mulai dari bagian maintenance, produksi, hingga ke operator. Permasalahan yang diteliti adalah belum tercapainya target hasil produksi yang terjadi dalam beberapa bulan di tahun 2015 dan masih tingginya nilai *downtime*. Hal ini disebabkan karena dua faktor yaitu faktor internal perusahaan seperti kerusakan peralatan dan faktor eksternal perusahaan seperti terhentinya penyuplaian gas dari perusahaan lain.

Analisa

Analisa dilakukan terhadap hasil rancangan penerapan TPM yang diperoleh setelah melakukan pengolahan data. Analisa yang dilakukan meliputi :

Analisa Overall Equipment Effectiveness

Nilai *Overall Equipment Effectiveness* dapat dihitung dengan menggunakan persamaan-persamaan yang terdapat pada sub bab 2.3

Analisa Six Big Losses

Untuk mendapatkan nilai *six big losses*, penulis menggunakan persamaan-persamaan yang pada sub bab 2.4

Analisa masalah dengan menggunakan diagram fishbone

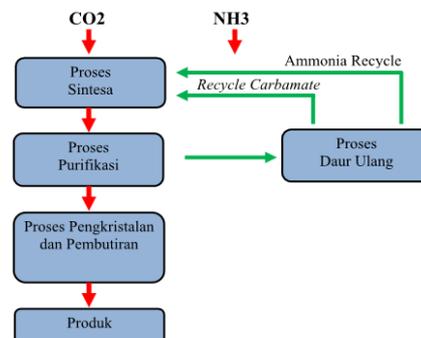
Analisa masalah dilakukan untuk mencari atau mengetahui penyebab yang mempengaruhi efektifitas produksi. Dalam hal ini, penulis menggunakan diagram *fishbone* sebagai *tool* pemecahan masalah. Diagram *fishbone* yang digunakan dapat dilihat pada sub bab 2.5.

HASIL DAN PEMBAHASAN

Hasil Penelitian

Lini Produksi Urea

Dengan menggunakan proses Mitsui Toatsu *Total recycle C Improved*. Unit ini mampu memproduksi pupuk urea butiran dengan kapasitas terpasang 1.725 ton/hari atau 570.000 ton/tahun. Urea yang dihasilkan disimpan dalam *bulk storage* ataupun dikirim ke unit pengantongan.



Gambar 2. Urea Block Diagram (Sumber : PT. Pupuk Iskandar Muda – Aceh Utara)

Urea dibuat dengan mereaksikan ammonia dengan CO₂, larutan urea murni dikristalkan secara vakum, kemudian dilelehkan kembali dalam *melter* dengan menggunakan *steam* pemanas. Dari atas *prilling tower* lelehan urea diteteskan yang kemudian akan memadat setelah didinginkan dengan udara. Adapun proses yang terjadi dipabrik urea adalah proses sentesa, purifikasi, *recovery*, proses pengkristalan dan pempturan (*finishing*).

Data Produksi

Berikut ini adalah data rekapitulasi dari hasil produksi pupuk urea di lina urea I pada PT Pupuk Iskandar Muda tahun 2015 yang dapat dilihat pada Tabel 1.

Tabel 1. Data Produksi Pupuk Urea Pada Lini Urea I Tahun 2015

Bulan	Rencana Produksi (Ton)	Hasil Produksi (Ton)	Pesentase (%)
Januari	35000	31436.85	89.82
Februari	31000	45564.20	146.98
Maret	35000	16345.75	46.70
April	34000	28129.70	82.73
Mei	35000	46295.80	132.27
Juni	34000	46226.67	135.96
Juli	35000	45818.30	130.91
Agustus	35000	45808.95	130.88
September	34000	42909.18	126.20
Oktober	-	11975.19	0
November	27000	20551.79	76.12
Desember	35000	12863.22	36.75
Total	370000	393925.60	1135.34

(Sumber : PT. Pupuk Iskandar Muda – Aceh Utara)

Data Waktu Kerja

Data waktu kerja pada lini produksi pupuk urea I Tahun 2015 dapat dilihat pada Tabel 2.

Tabel 2. Data Waktu Kerja Tahun 2015

Bulan	Waktu Kerja	
	Hari	Jam
Januari	31	744
Februari	28	672
Maret	31	744
April	30	720
Mei	31	744
Juni	30	720
Juli	31	744
Agustus	31	744
September	30	720
Oktober	31	744
November	30	720
Desember	31	744
Total	365	8760

(Sumber : PT. Pupuk Iskandar Muda – Aceh Utara)

Hasil Analisa

Availability merupakan *ratio* dari operation time, dengan mengeleminasi *downtime* peralatan terhadap *loading time*, rumus yang digunakan untuk mengukur *availability* adalah:

$$Availability = \frac{Operation\ Time}{Loading\ Time} \times 100\%$$

$$= \frac{Loading\ Time - Downtime}{Loading\ Time} \times 100\%$$

Loading Time adalah waktu yang tersedia perbulan dikurangi dengan waktu *downtime* yang telah ditentukan atau ditetapkan perusahaan (*Planned Downtime*).

$$Loading\ Time = Available\ Time - Planned\ Downtime$$

Hasil perhitungan *loading time* dapat dilihat pada tabel 3.

Tabel 3. Perhitungan Loading Time Bulan Januari-Desember 2015

Bulan	Available Time (Jam)	Planned Downtime (Jam)	Loading Time (Jam)
Januari	744	48	696
Februari	672	48	624
Maret	744	48	696
April	720	48	672
Mei	744	48	696
Juni	720	48	672
Juli	744	48	696
Agustus	744	48	696
September	720	48	672
Oktober	744	48	696
November	720	48	672
Desember	744	48	696
Total	8760	576	8184

Dari data diatas dapat dihitung *availability* untuk bulan Januari 2015 dengan rumus disamping.

$$Availability = \frac{Operation\ Time}{Loading\ Time} \times 100\%$$

$$= \frac{696 - 252.24}{696} \times 100\%$$

$$= 63.76\%$$

Dengan cara yang sama, maka perhitungan *availability* untuk bulan Januari sampai bulan Desember 2015 dapat dilihat pada tabel 4.5 dibawah ini.

Faktor Yang Mempengaruhi Produktivitas Produksi

Setelah dilakukan analisa perhitungan dengan menggunakan metode *Overall Equipment Effectiveness (OEE)* terhadap efektivitas penggunaan mesin/peralatan di lini urea I dan analisa dengan *Overall Equipment Effectiveness (OEE)*. *Six Big Losses* dapat diambil kesimpulan bahwa faktor yang mempengaruhi efektivitas peralatan sehingga mengakibatkan indeks produktivitas produksi menurun akibat faktor *breakdown losses* (29.64%) dan *reduced speed* (10.70% kedua faktor tersebut merupakan

persentase tertinggi diantara keenam faktor *six big losses* lainnya.

Pemecahan Masalah

Analisa Perhitungan Overall Equipment Effectiveness (OEE)

Analisa perhitungan *Overall Equipment Effectiveness (OEE)* di PT. Pupuk Iskandar Muda dilakukan untuk melihat tingkat efektivitas penggunaan mesin/peralatan di lini urea I pada periode bulan Januari sampai Desember 2015. Dimana perhitungan *Overall Equipment Effectiveness (OEE)* ini merupakan hasil perkalian antara *Availability*, *Performance*, dan *Quality Rate*. Adapun tingkat efektivitas penggunaan mesin/peralatan di lini urea I hasil perhitungan dengan menggunakan metode *Overall Equipment Effectiveness (OEE)* dapat dilihat sebagai berikut:

1. Selama periode bulan Januari sampai Desember 2015 diperoleh nilai rata-rata *Overall Equipment Effectiveness (OEE)* yaitu sebesar 79.25% dan nilai *Availability*, *Performance*, dan *Quality Rate* dapat dilihat dibawah ini:
 - *Availability* yang berkisar antara 100% - (-6.90%)
 - *Performance* yang berkisar antara 146.04% - 0%
 - *Quality Rate* yang berkisar antara 100% - 27.91%
2. Nilai *Overall Equipment Effectiveness (OEE)* tertinggi yaitu berada pada bulan Februari sebesar 146.04%. hal ini disebabkan karena tingkat *Availability* yang digunakan mencapai 100%, *Performance* 164.04% dan *Quality Rate* 100%.

Analisa Perhitungan Six Big Losses

Dalam gambaran diagram pareto dari hasil pengolahan data dapat dilihat bahwa faktor yang mempengaruhi efektivitas mesin/peralatan di lini urea I yaitu *breakdown losses* karena memiliki persentase yang paling tinggi diantara keenam lainnya. Dengan demikian analisa dilakukan untuk melihat persentase faktor-faktor *Six Big Losses* terhadap *time losses* yang disebabkan dari faktor *Six Big Losses* yaitu sebagai berikut:

- *Breakdown Losses* sebesar 29.64%
- *Set-up and Adjustment Losses* sebesar 2.63%
- *Reduced Losses* sebesar 10.70%
- *Idling and Minor Stoppages* sebesar 6.49%
- *Reduced Yield* sebesar 3.89%
- *Process Defect* sebesar 3.89%

KESIMPULAN

Berdasarkan hasil analisa dari uraian hasil perhitungan *Overall Equipment Effectiveness (OEE)* dan *Six Big Losses* di lini produksi pupuk urea I di PT. Pupuk Iskandar Muda, dapat diambil beberapa kesimpulan yaitu:

1. Pengukuran tingkat efektivitas mesin/peralatan dengan menggunakan metode *Overall Equipment Effectiveness (OEE)* di lini urea I yang perhitungan *Overall Equipment Effectiveness (OEE)* dimulai dari bulan Januari sampai Desember 2015 dengan persentase rata-rata sebesar 79.25% dimana persentase terbesar berada pada bulan Februari sebesar 146.04% dan terendah pada bulan Desember 0% hal ini disebabkan karena perusahaan sedang melakukan preservasi.
2. Faktor *Six Big Losses* yang memiliki persentase tertinggi dan terendah pada lini urea I ini yaitu:
 - *Breakdown Losses* sebesar 29.64%
 - *Reduced Losses* sebesar 10.70%
 - *Idling and Minor Stoppages* sebesar 6.49%
 - *Reduced Yield* sebesar 3.89%
 - *Process Defect* sebesar 3.89%
 - *Set-up and Adjustment Losses* sebesar 2.63%.

DAFTAR PUSTAKA

- [1] Faridansyah. 2015. *Evaluasi Efektivitas Lini Produksi Pupuk Urea Dengan Pendekatan Total Productive Maintenance Pada PT. Pupuk Iskandar Muda*. Tugas Akhir Mahasiswa Jurusan Teknik Industri Universitas Malikussaleh. Karya tidak diterbitkan.
- [2] Habib, Agil Septyian dan H. Hari Supriyanto. 2012. *Pengukuran Nilai Overall Effectiveness (OEE) Sebagai Pedoman Perbaikan Efektivitas Mesin CNC Cutting*. Jurnal Teknik Pomits Vol.1, No.1. Hlm. 1-6.
- [3] Munandar, Aris. 2014. *Aplikasi Total Productive Maintenance Pada PT. Flextronic Technology Indonesia-Batam*. Skripsi Mahasiswa Program Studi Teknik Mesin Produksi dan Perawatan Jurusan Teknik Mesin Politeknik Negeri Lhokseumawe. Karya tidak diterbitkan.
- [4] Nakajima, Seiichi. 1988. *TPM Development Program : Implementing Total Productive Maintenance*. Cambridge, Productivity.
- [5] Nurfaizah, Ulfi, R. Hari Adianto dan Hendro Prassetiyo. 2014. *Rancangan Penerapan*

*Total Productive Maintenance (TPM) di Bagian Press II Pt. Xyz**. Jurnal Online Institut Teknologi Nasional. Vol. 01, No.01.

- [6] Rinawati, et all. 2014. *Analisa Penerapan Total Productive Maintenance (TPM) Menggunakan Overall Equipment Effectiveness (OEE) dan Six Big Losse pada Mesin Cavitec di PT. Essentra Surabaya*. Prosiding SNATIF Ke-1.
- [7] Sudrajat, Ating. 2011. *Pedoman Praktis : Manajemen Perawatan Mesin Industri*. Bandung.
- [8] <http://www.leanindonesia.com/2011/05/oee-overall-equipment-effectiveness-part-2/>. Diakses 22 Februari 2016