

SKRIPSI

**PENENTUAN PENJADWALAN *PREVENTIVE MAINTENANCE* MESIN
BUBUT CNC DENGAN METODE *OVERALL EQUIPMENT
EFFECTIVINESS (OEE)* DI PT. ETI FIRE SYSTEM**



Oleh:
WIGIH PRAYITNO
NPM. 17.0501.0021

**PROGRAM STUDI TEKNIK INDUSTRI
FAKULTAS TEKNIK
UNIVERSITAS MUHAMMADIYAH MAGELANG
2018**

**PENENTUAN PENJADWALAN *PREVENTIVE MAINTENANCE* MESIN
BUBUT CNC DENGAN METODE *OVERALL EQUIPMENT
EFFECTIVINESS* (OEE) DI PT. ETI FIRE SYSTEM**

SKRIPSI

**Diajukan Guna Memenuhi Salah Satu Syarat Memperoleh
Gelar Sarjana Teknik pada Fakultas Teknik
Universitas Muhammadiyah Magelang**



Disusun Oleh :

**WIGIH PRAYITNO
NPM. 17.0501.0021**

**PROGRAM STUDI TEKNIK INDUSTRI
FAKULTAS TEKNIK
UNIVERSITAS MUHAMMADIYAH MAGELANG
2018**

HALAMAN PENEGASAN

Skripsi ini adalah hasil karya saya sendiri dan semua sumber baik yang dikutip maupun dirujuk telah saya nyatakan dengan benar.

Nama : Wigih Prayitno

NIM : 17.0501.0021

Magelang, 13 September 2018



Wigih Prayitno
17.0501.0021

PERNYATAAN BUKAN PLAGIASI

Yang bertanda tangan di bawah ini :

Nama : Wigih Prayitno
NIM : 17.0501.0021
Prodi : S1 Teknik Industri
Fakultas : Teknik

Menyatakan bahwa skripsi berjudul Penentuan “**Penjadwalan *Preventive Maintenance* Mesin Bubut CNC Dengan Metode *Overall Equipment Effectiveness (OEE) DI PT. Eti Fire System*” benar-benar bukan merupakan plagiasi. Apabila dikemudian hari diketahui bahwa skripsi ini merupakan plagiasi, saya bersedia menerima sanksi sesuai peraturan yang berlaku.**

Demikian pernyataan ini dibuat dengan sesungguhnya untuk dipergunakan sebagaimana mestinya.

Magelang, 13 September 2018


Wigih Prayitno
NPM.17.0501.0021

HALAMAN PENGESAHAN

SKRIPSI

**PENENTUAN PENJADWALAN *PREVENTIVE MAINTENANCE* MESIN
BUBUT CNC DENGAN METODE *OVERALL EQUIPMENT
EFFECTIVINESS (OEE)* DI PT. ETI FIRE SYSTEM**

dipersiapkan dan disusun oleh

**WIGIH PRAYITNO
NPM. 17.0501.0021**

Telah dipertahankan di depan Dewan Penguji
Pada tanggal 8 Agustus 2018

Susunan Dewan Penguji,

Pembimbing I



Ir. Eko Muh Widodo, MT.
NIDN. 0013096501

Pembimbing II



Tuessi Ari P., ST., M.Tech., M.SE.
NIDN. 0626037302

Penguji I



Yun Arifatul Fatimah, ST., MT., Ph.D.
NIK. 987408139

Penguji II



Oesman Raliby Al Manan, ST., M.Eng.
NIDN. 0603046801

Skripsi ini telah diterima sebagai satu persyaratan
untuk memperoleh gelar Sarjana Teknik
Tanggal 8 Agustus 2018
Dekan



Yun Arifatul Fatimah, ST., MT., Ph.D.
NIK. 987408139

HALAMAN PERNYATAAN PERSETUJUAN PUBLIKASI SKRIPSI UNTUK KEPENTINGAN AKADEMIS

Sebagai sivitas akademik Universitas Muhammadiyah Magelang, yang bertanda tangan di bawah ini :

Nama : Wigih Prayitno
NIM : 17.0501.0021
Prodi : S1 Teknik Industri
Fakultas : Teknik
Jenis Karya : Skripsi

Menyatakan bahwa demi pengembangan ilmu pengetahuan, menyetujui untuk memberikan kepada Fakultas Teknik Universitas Muhammadiyah Magelang Hak Bebas Royalti Noneksklusif (*Non-exclusive Royalty-Free Right*) atas karya ilmiah yang berjudul :

“Penjadwalan *Preventive Maintenance* Mesin Bubut CNC Dengan Metode *Overall Equipment Effectiveness* (OEE) DI PT. Eti Fire System”

Beserta perangkat yang ada (jika diperlukan). Dengan hak bebas Royalti Noneksklusif ini Fakultas Teknik Universitas Muhammadiyah Magelang berhak menyimpan, mengalih media/memformatkan, mengelola dalam bentuk pangkalan data (*database*), merawat, dan mempublikasikan Skripsi tersebut selama tetap mencantumkan nama saya sebagai penulis/pencipta dan sebagai pemilik hak cipta. Demikian pernyataan ini dibuat dengan sebenar–benarnya tanpa paksaan dari pihak manapun.

Dibuat di : Magelang

Pada tanggal : 13 September 2018

Yang Menyatakan


Wigih Prayitno

NPM. 17.0501.0021

KATA PENGANTAR

Puji syukur kepada Allah SWT atas rahmat dan karunia-Nya sehingga dapat menyelesaikan penelitian dan skripsi yang berjudul **PENENTUAN PENJADWALAN *PREVENTIVE MAINTENANCE* MESIN BUBUT CNC DENGAN METODE *OVERALL EQUIPMENT EFFECTIVINESS (OEE)* DI PT. ETI FIRE SYSTEM**. Skripsi ini adalah untuk memenuhi salah satu syarat kelulusan dalam meraih derajat Sarjana Teknik Program Studi Teknik Industri Strata Satu (S-1) Fakultas Teknik Universitas Muhammadiyah Magelang.

Selama penelitian dan penyusunan laporan penelitian dalam skripsi ini, penulis tidak luput dari kendala. Kendala tersebut dapat diatasi penulis berkat adanya bantuan, bimbingan dan dukungan dari berbagai berbagai pihak, oleh karena itu penulis ingin menyampaikan rasa terima kasih kepada:

1. Bapak Ir. Eko Muh Widodo, M.T. selaku Rektor Universitas Muhammadiyah Magelang.
2. Ibu Yun Arifatul Fatimah, ST., MT., Ph.D. selaku Dekan Fakultas Teknik Universitas Muhammadiyah Magelang, sekaligus Dosen Pembimbing 1.
3. Bapak Affan Rifa'i, ST., MT. selaku Ketua Program Studi Teknik Industri Fakultas Teknik Universitas Muhammadiyah Magelang.
4. Bapak Tueesi Ari Purnama, ST., M.Tech. selaku Dosen Pembimbing 2 yang telah berkenan memberikan waktu, tenaga dan pikirannya serta nasehat-nasehatnya sehingga skripsi ini dapat terselesaikan.
5. Seluruh Dosen Pengajar yang telah memberikan bekal ilmu yang tak ternilai harganya dan telah membantu kelancaran selama menjalankan studi di Universitas Muhammadiyah Magelang.
6. Keluarga tercinta yang telah memberikan dukungan, semangat dan doa.
7. Semua pihak yang tidak dapat penulis sebutkan satu persatu yang telah membantu dalam menyelesaikan skripsi ini.

Magelang,
Peneliti

WIGIH PRAYITNO
NIM. 17.0501.0021

DAFTAR ISI

HALAMAN JUDUL.....	i
HALAMAN PENGESAHAN.....	ii
PERNYATAAN BUKAN PLAGIASI	iii
LEMBAR PENGESAHAN	iv
HALAMAN PERNYATAAN PERSETUJUAN PUBLIKASI.....	v
KATA PENGANTAR	vi
DAFTAR ISI.....	vii
DAFTAR TABEL.....	ix
DAFTAR GAMBAR	x
DAFTAR LAMPIRAN.....	xi
ABSTRAK	xii
ABSTRACT.....	xiii
BAB I PENDAHULUAN	1
A. Latar Belakang Permasalahan	1
B. Rumusan Masalah	2
C. Tujuan Penelitian.....	2
D. Manfaat Penelitian.....	3
BAB II STUDI PUSTAKA.....	4
A. Penelitian Relevan	4
B. Perawatan (<i>Maintenance</i>).....	6
C. <i>Preventive Maintenance</i>	8
D. Mesin Bubut CNC	17
E. <i>Overall Equipment Effectiveness (OEE)</i>	19
F. Produk PT. Eti Fire System.....	23
BAB III METODE PENELITIAN.....	25
A. Jenis Penelitian	25
B. Waktu dan Tempat Penelitian	25
C. Flow Chart	25

D. Metode Pengumpulan Data	27
E. Sumber Data	27
F. Analisis Data	28
BAB IV HASIL PENELITIAN DAN PEMBAHASAN.....	Error! Bookmark not defined.
A. Perhitungan OEE sebelum <i>Preventive Maintenance</i> ..	Error! Bookmark not defined.
B. Perhitungan <i>Preventive Maintenance</i>	Error! Bookmark not defined.
C. Pembahasan	Error! Bookmark not defined.
BAB V KESIMPULAN DAN SARAN.....	48
A. Kesimpulan.....	48
B. Saran	48
DAFTAR PUSTAKA	49
LAMPIRAN.....	Error! Bookmark not defined.

DAFTAR TABEL

- Tabel 4.1. Pengolahan Data Availability Ratio Mesin Bubut CNC bulan **Error! Bookmark not defined.**
Juni – Juni 2018.....**Error! Bookmark not defined.**
- Tabel 4.2. Pengolahan Data Performance Ratio pada Mesin Bubut CNC **Error! Bookmark not defined.**
bulan Juni – Juli 2018.....**Error! Bookmark not defined.**
- Tabel 4.3. Pengolahan Data Quality Ratio pada Mesin Bubut CNC..... **Error! Bookmark not defined.**
bulan Juni – Juli 2018.....**Error! Bookmark not defined.**
- Tabel 4.4 Pengukuran Nilai OEE pada Mesin Bubut CNC bulan Juni – Juli 2018... **Error! Bookmark not defined.**
- Tabel 4.5. Pengukuran Nilai Losses Mesin Bubut CNC..... **Error! Bookmark not defined.**
- Tabel 4.5 Data Down Time Mesin CNC**Error! Bookmark not defined.**
- Tabel 4.6 Data breakdown komponen oil seal.....**Error! Bookmark not defined.**
- Tabel 4.7. Perhitungan index of fit dan goodness of fit TTF Komponen Oil Seal
.....**Error! Bookmark not defined.**
- Tabel 4.8. Perhitungan TTF komponen Oil Seal**Error! Bookmark not defined.**
- Tabel 4.9. Perhitungan TTF komponen Oil Seal**Error! Bookmark not defined.**
- Tabel 4.10. Perhitungan Waktu Perbaikan dalam Skala Interval....**Error! Bookmark not defined.**
- Tabel 4.11. Perhitungan Interval Penggantian Pencegahan..... **Error! Bookmark not defined.**
- Tabel 4.12 Perhitungan Biaya Akibat Kerusakan (Cf) Tiap Satu Kali Kerusakan
.....**Error! Bookmark not defined.**
- Tabel 4.13 Perhitungan Biaya Perawatan (Cp)**Error! Bookmark not defined.**
- Tabel 4.14 OEE sebelum dan setelah Preventive Maintenance**Error! Bookmark not defined.**

DAFTAR GAMBAR

Gambar 3.1 <i>Flow chart</i> penelitian	26
Gambar 4.1. Diagram Sebab Akibat Bulan Juni – Juli 2018	Error! Bookmark not defined.

DAFTAR LAMPIRAN

Lampiran 1. Tabulasi Data..... 52

ABSTRAK

PENENTUAN PENJADWALAN *PREVENTIVE MAINTENANCE* MESIN BUBUT CNC DENGAN METODE *OVERALL EQUIPMENT EFFECTIVINESS (OEE)* DI PT. ETI FIRE SYSTEM

Oleh : Wigih Prayitno
Pembimbing : 1. Ir. Eko Muh Widodo, MT.
: 2. Tuessi Ari P., ST.,M.Tech., M.SE

PT. Eti Fire System memiliki lima mesin bubut CNC dalam menjalankan kegiatan produksi *nut brass* yang berlangsung 7 jam setiap hari dan 24 hari dalam satu bulan, sehingga kegiatan perawatan dan pemeliharaan perlu dilakukan dengan baik dan dijadwalkan agar tidak mengganggu kegiatan produksi yang sedang berlangsung. Kerusakan mesin saat ini masih terhitung tinggi dan memerlukan waktu perbaikan yang cukup lama. Perancangan penjadwalan *preventive maintenance* diperlukan untuk mengurangi *downtime* pada mesin, sehingga tidak menghambat dan mengganggu jadwal produksi. Penjadwalan yang diusulkan adalah *preventive maintenance* dengan metode *age replacement*. Berdasarkan perolehan data, terdapat tiga mesin kritis dari lima mesin yang ada. Hasil analisis data menunjukkan bahwa komponen kritis yang sering rusak adalah *Oil Seal*. Interval waktu penggantian *Oil Seal* yang paling optimal adalah 72 hari. Penghematan biaya *down time* sebesar Rp. 24.675.000 atau 74,60% dibandingkan dengan sebelum menggunakan penjadwalan dengan metode *age replacement*. Adanya *preventive maintenance* mampu meningkatkan *Availability Ratio* dari 88,15% menjadi 92,78%, *Performance Ratio* dari 84,43% menjadi 99,26%, *Quality Ratio* dari 92,50% menjadi 98,34% dan OEE dari 33,62% menjadi 90,56%.

Kata Kunci : *OEE, Job Safety Analysis (JSA), produktivitas, industri peralatan safety*

ABSTRACT

SCHEDULING DETERMINATION of LATHE CNC PREVENTIVE MAINTENANCE WITH OVERALL EQUIPMENT EFFECTIVNESS (OEE) METHOD IN PT. ETI FIRE SYSTEM.

By : Wigih Prayitno
Counsellor : 1. Ir. Eko Muh Widodo, MT.
2. Tuessi Ari P., ST.,M.Tech., M.SE

PT. Eti Fire System have five lathe CNC in running activity produces of the nut brass that goes on 7 clock every day and 24 day in one month, so the activities of care and maintenance require to be put accross and scheduled in order not to bother the production activity which underway. The machine damage in this time still be counted high and need the sufficient repair time. Scheduling scheme of preventive maintenance needed to minimize the machine downtime, so that not pursue and bother the production schedule. Scheduling that proposed is preventive maintenance with the method of age replacement. Pursuant to data acquirement, there are three critical machine from five existing machine. Result of data analysis shows that the critical component which often damage is Oil Seal. The most optimal of time interval of replacement Oil Seal is 72 day. Cost-saving of Down time equal to Rp. 24.675.000 or 74,60% compared to before using scheduling with the age replacement method. Existence of preventive maintenance able to improve the Availability Ratio from 88,15% becoming 92,78%, Performance Ratio from 84,43% becoming 99,26%, Quality Ratio from 92,50% becoming 98,34% and OEE from 33,62% becoming 90,56%.

Key Word : *OEE, Job Safety Analysis (JSA), productivity, safety equipment industry*

BAB I

PENDAHULUAN

A. Latar Belakang Permasalahan

Perkembangan pasar global menyebabkan persaingan di bidang industri semakin ketat. Perusahaan dituntut melakukan proses produksi dan menghasilkan produk yang berkualitas tinggi, baik itu berdasarkan standar yang ditetapkan oleh perusahaan maupun berdasarkan keinginan konsumen. Kemajuan teknologi dan pertumbuhan industri manufaktur yang sangat cepat dan tingginya permintaan pasar menunjukkan semakin ketatnya persaingan industri manufaktur dan menuntut perusahaan untuk meningkatkan efektivitas dan efisiensi akan produksi. Peningkatan ini bertujuan agar perusahaan mampu bersaing dengan perusahaan lainnya. Dalam meningkatkan efektivitas dan efisiensi, perusahaan tidak hanya dituntut untuk mampu menghasilkan produk yang bermutu bagi konsumen, tetapi juga harus mampu mengelola kegiatan *management maintenance* yang baik. Artinya, kegiatan *maintenance* harus dapat menjamin keberlangsungan proses produksi yang menghasilkan produk berkualitas.

Awalnya, PT. Eti Fire System (PT. EFS) merupakan perusahaan yang bergerak di bidang pembuatan dan penyediaan semua komponen sistem pemadam kebakaran. PT. EFS. kemudian berkembang menjadi perusahaan penghasil komponen-komponen perbengkelan dan mesin, yakni mur dan baut (nutbrass). Dalam proses produksinya, PT. EFS banyak menggunakan mesin bubut CNC, mesin *willing*, dan lain-lain yang memerlukan perawatan yang baik, sehingga akan mampu meningkatkan performansi, *avalaibility* dan kualitas produk yang dihasilkan. Namun saat ini sering terjadi kerusakan pada mesin-mesin tersebut, yang berpengaruh pada rendahnya *avalaibility*, performansi maupun mutu produk. Mesin bubut CNC merupakan salah satu mesin yang sering mengalami kerusakan apabila *manitenance* tidak dilakukan dengan tepat.

PT. EFS telah memiliki lima mesin CNC untuk memproduksi nutbrass, namun tiga diantaranya sering bermasalah sehingga saat ini PT. EFS hanya mengandalkan dua mesin CNC yang dapat beroperasi dengan normal. Kerusakan pada tiga mesin CNC menyebabkan banyaknya produk cacat sekitar 10% - 20%. Hal ini menyebabkan perusahaan merugi terlihat dari pendapatan PT. EFS pada tahun 2017 sekitar Rp. 600 juta yang menurun dibandingkan pendapatan pada tahun 2016. Hal ini dimungkinkan karena kurang tepatnya kegiatan *maintenance* pada mesin CNC sehingga belum bisa mendeteksi sebelum terjadi kerusakan pada komponen mesin CNC. Metode *Overall Equipment Effectiveness* (OEE) merupakan metode yang dapat digunakan untuk menghitung *performance* mesin, sehingga selanjutnya dapat digunakan menentukan penjadwalan *manintenance*. Merujuk pada persoalan di atas, maka penelitian yang bertujuan untuk menentukan penjadwalan *Preventive Maintenance* Mesin Bubut CNC dengan Metode *Overall Equipmen Effetiveness* (OEE) di PT. Eti Fire System harus dilakukan.

B. Rumusan Masalah

Berdasarkan latar belakang di atas, rumusan masalah yang akan dibahas sebagai berikut:

1. Bagaimana proses *maintenance* mesin bubut CNC pada saat ini di PT. Eti Fire System?
2. Berapa nilai *Overall Equipment Effectiveness* (OEE) dari peralatan mesin bubut CNC pada saat ini?
3. Bagaimana peningkatan nilai OEE setelah penerapan penjadwalan *Preventif Maintenance* mesin bubut CNC?

C. Tujuan Penelitian

1. Mengetahui proses *maintenance* mesin bubut CNC pada saat ini di PT. Eti Fire System
2. Mengetahui nilai *Overall Equipment Effectiveness* (OEE) dari mesin bubut CNC pada saat ini

3. Mengetahui peningkatan nilai OEE setelah penerapan penjadwalan *Preventive Maintenance* mesin bubut CNC

D. Manfaat Penelitian

Hasil dari penelitian di atas mempunyai manfaat antara lain:

1. Manfaat teoritis

Penelitian ini dapat menambah wawasan dalam perkembangan teori dan ilmu pengetahuan yang berkaitan dengan penjadwalan proses *preventive maintenance* pada mesin bubut CNC menggunakan metode OEE. Penjadwalan *preventive maintenance* dapat digunakan untuk meningkatkan performa mesin bubut CNC sehingga mesin dapat beroperasi dengan maksima. Penelitian ini dapat juga digunakan sebagai referensi ilmiah bagi pembaca/peneliti untuk melakukan penelitian selanjutnya dengan topik yang sama.

2. Manfaat praktis

- a. Bagi Perusahaan; penelitian ini diharapkan dapat dimanfaatkan oleh perusahaan sebagai bahan masukan dalam mengetahui gambaran penjadwalan *preventive maintenance* mesin bubut CNC sehingga mesin dapat beroperasi dengan efektif dan efisien, yang selanjutnya dapat meningkatkan hasil produksi.
- b. Bagi Universitas Muhammadiyah Magelang; penelitian ini diharapkan dapat memberikan kontribusi pemikiran bahan referensi dalam memperkaya, membangun wawasan kebijakan guna meningkatkan kualitas lembaga pendidikan yang ada untuk kemajuan Universitas Muhammadiyah Magelang
- c. Bagi Penulis; penelitian ini diharapkan dapat menambah serta memperluas wawasan dan pengalaman untuk mengetahui pemecahan masalah mengenai pentingnya menjadwalkan dan melakukan penjadwalan *preventive maintenance* pada mesin bubut CNC. Khususnya penulis juga dapat memperdalam pengetahuan pada aktivitas yang berhubungan dengan masalah yang akan dibahas.

BAB II

STUDI PUSTAKA

A. Penelitian Relevan

1. Penelitian Yugowati, dkk. (2015) tentang perancangan penjadwalan *Preventive Maintenance* pada PT. Artha Prima Sukses Makmur menerangkan bahwa tujuan penelitian adalah seringnya terjadi kerusakan mesin yang menyebabkan proses produksi tidak lancar. Penelitian menggunakan metode deskriptif kuantitatif dengan hasil penelitian : PT. Artha Prima Sukses Makmur memiliki lima mesin dalam menjalankan kegiatan produksi sol sepatu yang berlangsung 24 jam setiap hari, sehingga kegiatan perawatan dan pemeliharaan perlu dilakukan dengan baik dan dijadwalkan agar tidak mengganggu kegiatan produksi yang sedang berlangsung. Kerusakan mesin saat ini masih terhitung tinggi dan memerlukan waktu perbaikan yang cukup lama. Perancangan penjadwalan *maintenance* diperlukan untuk mengurangi *downtime* pada mesin, sehingga tidak menghambat dan mengganggu jadwal produksi. Penjadwalan yang diusulkan adalah *preventive maintenance* dengan metode *age replacement*. Berdasarkan prinsip Pareto terdapat dua mesin kritis dari lima mesin yang ada. Hasil perhitungan dari data kerusakan mesin sebelumnya diketahui, jika dilakukan *preventive maintenance downtime* akan berkurang sebanyak 2.85%, dan terjadi penghematan sebesar 38%.
2. Penelitian oleh Ida Nursanti dan Yoko Susanto (2014) di PT. XYZ dengan judul Analisis Perhitungan *Overall Equipment Effectiveness* (OEE) pada Mesin *Packing* untuk Meningkatkan Nilai *Availability* Mesin dilakukan berdasarkan bahwa tidak efektifnya *maintenance* mesin di PT. XYZ sehingga perlu untuk mengetahui nilai *availability* mesin yang menggunakan analisis OEE. Metode penelitian dilakukan dengan melakukan pengamatan langsung, *brainstorming* operator mesin juga dilakukan studi literatur untuk menunjang proses perhitungan nilai OEE,

mulai dari faktor-faktor yang harus diperhatikan dalam perhitungan OEE, perhitungan nilai *availability* mesin, *performace rate ratio* dan *quality rate ratio* dari mesin *packing*. Hasil penelitian menunjukkan bahwa (1) Target perusahaan untuk nilai OEE *packing* adalah 80%, sedangkan hasil perhitungan nilai OEE mesin *Weighing* 76.08% dan mesin SVB 77.46%. Hal ini berarti bahwa nilai OEE *packing* belum memenuhi nilai standar OEE yang ditetapkan oleh perusahaan; (2) Faktor-faktor perhitungan OEE, faktor *availability* adalah faktor yang paling menyebabkan nilai OEE mesin *packing* tidak memenuhi target dari perusahaan; dan (3) Dari data dan analisis dengan diagram pareto terkait faktor-faktor nilai *availability* mesin menunjukkan bahwa *setting* mesin di awal dan akhir *shift* merupakan faktor yang dominan dan harus segera diatasi.

3. Penelitian yang dilakukan oleh Dede Sudrajat di PT. Triangle Motorindo pada tahun 2016 dengan judul Pengaruh *Preventive Maintenance* terhadap Hasil Produksi pada Proses Produksi Mesin Area *Line D* bertujuan untuk mengetahui seberapa banyak pengaruh dari kegiatan *preventive maintenance* pada mesin-mesin produksi suatu perusahaan terhadap hasil produksi mesin pada area *Line D*. Metode penelitian yang digunakan dalam penelitian ini yaitu jenis penelitian survei, teknik *ex post facto* dengan pendekatan kuantitatif dan menggunakan teknik analisis data statistik inferensial parametris. Hasil penelitian menunjukkan ada pengaruh *preventive maintenance* terhadap hasil produksi sebesar 38,44% dan sisanya 61,56 % ditentukan oleh faktor lain yang tidak diteliti. Jadi dapat disimpulkan bahwa terdapat pengaruh *preventive maintenance* terhadap hasil produksi, akan tetapi tidak menutup kemungkinan ada faktor-faktor lain yang ikut mempengaruhi di dalamnya yang masih belum diteliti.

Ketiga penelitian menggunakan di atas mengacu pada permasalahan tentang penjadwalan *preventive maintenance* mesin dan penggunaan metode OEE untuk mengetahui *performance* mesin. Berdasarkan ketiga penelitian di atas, maka penelitian yang saya lakukan lebih fokus pada penentuan

penjadwalan preventive maintenance dengan menggunakan metode OEE pada mesin bubut CNC di PT. Eti Fire System.

B. Perawatan (*Maintenance*)

1. Definisi

Definisi pemeliharaan dan perawatan (*maintenance*) menurut Assauri dalam Edi Santoso & Edwin Julianto C. adalah suatu kegiatan untuk menjaga atau memelihara fasilitas dan peralatan pabrik dan mengadakan perbaikan atau penyesuaian atau penggantian yang diperlukan agar terdapat suatu keadaan operasi produksi yang memuaskan sesuai dengan yang direncanakan. Peranan *maintenance* ini menentukan dalam kegiatan produksi yang menyangkut kelancaran atau kemacetan produksi, kelambatan dan *volume* produksi, serta efisiensi berproduksi (Assauri, 1993:88). Kegiatan *maintenance* dalam perusahaan dapat dibedakan menjadi dua (Assauri, 1993:89). Pertama, *preventive maintenance*, dan yang kedua, *corrective maintenance* atau *breakdown maintenance*. Pengertian lain mengenai pemeliharaan menurut Heizer dalam Edi Santoso & Edwin Julianto C. adalah suatu aktivitas yang berkaitan dengan usaha mempertahankan peralatan atau sistem dalam kondisi layak bekerja (Heizer & Render, 2005:296). Dari dua pengertian tersebut, aktivitas pemeliharaan dan perawatan menjadi suatu kegiatan yang tidak dapat diabaikan dalam produksi. Kegiatan ini harus terjadwal dengan baik untuk mencegah hambatan produksi.

2. Tujuan Perawatan

Menurut Corder (1992) dalam Apri H. Iswanto (2008), tujuan pemeliharaan atau *maintenance* yang utama dapat didefinisikan dengan jelas sebagai berikut:

- a. Memperpanjang usia kegunaan aset (yaitu setiap bagian dari suatu tempat kerja, bangunan, dan isinya).

- b. Menjamin ketersediaan optimum peralatan yang dipasang untuk produksi atau jasa dan mendapatkan laba investasi (*return of investment*) maksimum yang mungkin.
- c. Menjamin kesiapan operasional dari seluruh peralatan yang diperlukan dalam kegiatan darurat setiap waktu, misalnya unit cadangan, unit pemadam kebakaran dan penyelamat, dan sebagainya.
- d. Menjamin keselamatan orang yang menggunakan sarana tersebut.

Menurut Li Dawei dalam *chinese journal aeronautics* (2014:821) “with an objective to minimize the system expected life-cycle cost per unit time and a constraint on system survival probability for the duration of mission time”. Jadi selain memiliki tujuan penanganan terhadap kerusakan mesin, *preventive maintenance* memiliki keunggulan dari faktor biaya yang dapat dimanajemen agar proses produksi tetap beroperasi. Perusahaan dapat berasumsi bahwa lebih menguntungkan melakukan *preventive maintenance* untuk jangka panjang sesuai target dibandingkan perusahaan membeli unit mesin baru yang tentu memerlukan dana besar.

3. Penjadwalan

Menurut Callahan (1992) dalam David M. Walean dkk, penjadwalan dalam pengertian proyek konstruksi merupakan perangkat untuk menentukan aktivitas yang diperlukan untuk menyelesaikan suatu proyek dalam urutan serta kerangka waktu tertentu, dalam mana setiap aktivitas harus dilaksanakan agar proyek selesai tepat waktu dengan biaya yang ekonomis. Penjadwalan meliputi tenaga kerja, material, peralatan, keuangan, dan waktu. Dengan penjadwalan yang tepat maka beberapa macam kerugian dapat dihindarkan seperti keterlambatan, pembengkakan biaya, dan perselisihan.

C. *Preventive Maintenance*

1. Definisi

Preventive maintenance adalah suatu pengamatan secara sistematis disertai analisis teknis-ekonomis untuk menjamin berfungsinya suatu peralatan produksi dan memperpanjang umur peralatan yang bersangkutan. Tujuan *preventive maintenance* adalah untuk dapat mencapai suatu tingkat pemeliharaan terhadap semua peralatan produksi agar diperoleh suatu kualitas produk yang optimum (Abbas, dkk., 2009). Menurut Mutiara, dkk. (2010), kegiatan *Preventive Maintenance* meliputi:

- a. Inspeksi (*inspection*), adalah kegiatan pemeliharaan periodik untuk memeriksa kondisi komponen peralatan produksi dan area sekitar peralatan produksi. Lihat, rasa, dengar, adalah kegiatan pemeliharaan untuk memeriksa kondisi peralatan melalui penglihatan, perasaan dan pendengaran.
- b. Pemeliharaan berjalan (*running maintenance*), adalah kegiatan pemeliharaan yang dilaksanakan tanpa menghentikan kerja peralatan.
- c. Penggantian komponen kecil (*small repair*), adalah kegiatan pemeliharaan yang berupa penggantian komponen kecil.
- d. Pemeliharaan berhenti (*shutdown maintenance*), pemeliharaan yang dapat dilakukan hanya pada saat peralatan produksi berhenti.

Pemanfaatan prosedur *maintenance* yang baik akan terjadi koordinasi yang baik antara bagian produksi dan *maintenance* sehingga akan diperoleh:

- a. Kuantitas stop peralatan produksi dapat dikurangi (*down time* peralatan produksi diperkecil)
- b. Biaya perbaikan yang mahal dapat dikurangi
- c. Interupsi terhadap jadwal yang telah direncanakan waktu produksi maupun pemeliharaan dapat dihilangkan atau dikurangi (Abbas, dkk., 2009).

Salah satu dari tujuan *Preventive Maintenance* adalah untuk menemukan suatu tingkat keadaan yang menunjukkan gejala kerusakan sebelum alat-alat tersebut mengalami kerusakan fatal. Hal ini dapat dilakukan dengan jalan membuat perencanaan dan penjadwalan kegiatan *maintenance* dengan interupsi sekecil mungkin terhadap proses produksi (Abbas, dkk., 2009).

Pada dasarnya tidak cukup hanya dengan membuat perencanaan penjadwalan (*scheduled maintenance*) yang matang akan tetapi perlu diperhatikan usaha-usaha untuk memusatkan perhatian pada unit-unit peralatan produksi yang dianggap rawan dan kritis. Suatu kualifikasi terhadap unit yang rawan didasarkan pada:

- a. Kerusakan pada unit tersebut dapat membahayakan kesehatan atau keselamatan kerja.
- b. Kerusakan dapat mempengaruhi jalannya proses produksi dan kualitas produk.
- c. Kerusakan dapat menyebabkan proses produksi terhenti (Rosa, 2005).

Menurut Abbas, dkk. (2009), perlunya diadakan *preventive maintenance* adalah:

- a. Modal yang tertanam pada unit tersebut dinilai cukup tinggi.
Untuk memelihara atau memeriksa seluruh unit secara ketat dan teratur hanya sekedar menghilangkan kemungkinan kerusakan pada peralatan produksi adalah suatu usaha yang tidak praktis karena memerlukan manusia-manusia dengan persyaratan tinggi dan biaya yang tidak sedikit. Akibat bentuk dan saat terjadinya gangguan sangat sulit untuk diperkirakan secara dini, maka pemeliharaan perlu dilakukan secara teratur dan periodik dari waktu ke waktu terhadap semua unit instalasi. Untuk melakukan hal tersebut maka dibutuhkan usaha-usaha pemeliharaan yang antara lain meliputi :

- 1) Pemeliharaan rutin
 - 2) Pemeliharaan (sifatnya perbaikan) kecil/medium
- b. Bongkar seluruhnya (*overhaul*)

Pemeliharaan rutin adalah usaha pemeliharaan terhadap unit-unit instalasi yang dilakukan secara rutin dan periodik dengan interval waktu pelaksanaan yang tetap dan singkat. Jenis pekerjaan yang termasuk dalam pemeliharaan rutin pada dasarnya adalah usaha pemeliharaan yang dilakukan tanpa melalui proses pembongkaran.

Bentuk pekerjaan dalam pemeliharaan rutin antara lain adalah:

- 1) Inspeksi rutin adalah merupakan peninjauan secara visual terhadap kondisi fisik komponen dari unit instalasi peralatan produksi. Pekerjaan ini biasanya dilakukan secara rutin setiap satu hari sampai satu minggu sekali, tergantung kebutuhan.
- 2) Pengetesan rutin, merupakan usaha untuk mengatur atau memantau kondisi kerja suatu komponen secara rutin agar komponen dapat diusahakan untuk beroperasi pada kondisi normal.

Kegiatan-kegiatan yang umum dilakukan dalam pemeliharaan rutin misalnya :

- a. Memeriksa fungsi dari mekanisme komponen
- b. Memeriksa dan menyetel (*adjustment*)
- c. Membersihkan
- d. Mengencangkan bagian-bagian yang kendur (Rosa, 2005)

Pemeliharaan kecil/medium adalah usaha perbaikan-perbaikan ringan terhadap gejala gangguan yang berhasil terdeteksi selama pemeriksaan rutin. Perbaikan ringan sangat penting peranannya dalam mencapai tingkat keberhasilan proses pemeliharaan yang dilakukan terhadap suatu komponen unit instalasi. Kegiatan *overhaul* pada mesin biasanya dilakukan secara periodik dan sangat teratur serta mempunyai konsentrasi dan perhatian yang lebih dibanding pemeriksaan rutin dan

pemeliharaan kecil. Pada kegiatan ini dilakukan pembongkaran mesin untuk mengecek kondisi komponen mesin secara menyeluruh dimana dimaksudkan untuk mengetahui kemungkinan kerusakan yang terjadi pada mesin yang tidak dapat diketahui hanya dengan pemeriksaan rutin. Contoh kegiatan seperti ini misalnya pada penggantian batu tahan api di tanur/*kiln* pabrik semen (Abbas, dkk., 2009).

Disamping dilakukan pemeliharaan dengan perencanaan dan penjadwalan yang matang, dalam *preventive maintenance* dikenal pula kegiatan yang sering disebut dengan pemeliharaan prediktif (*predictive maintenance*) yang dapat diartikan sebagai strategi pemeliharaan dimana pelaksanaannya didasarkan pada kondisi peralatan produksi itu sendiri (Mutiara, dkk., 2010).

Mengingat tingkat kepastian 100% tidak pernah ada, maka orang lebih suka menggunakan istilah prediksi atau perkiraan untuk memastikan pendapatnya. Dalam menduga-duga inipun pada dasarnya dibutuhkan dukungan data dan pengetahuan yang cukup mendalam tentang perilaku dari peralatan produksi yang diamati (Triesnata, 2008).

Menurut Triesnata (2008), beberapa contoh dukungan pengetahuan yang diperlukan untuk mengantisipasi keadaan ini antara lain :

- a. Penguasaan prinsip kerja alat yang bersangkutan.
- b. Penguasaan karakteristik alat.
- c. Pengalaman pengoperasian alat yang sama di masa lalu baik oleh diri sendiri maupun orang lain.
- d. Penguasaan dan pengambilan data yang tepat.
- e. Penguasaan pengolahan data.
- f. Kemampuan mengkorelasikan antara satu kejadian dengan kejadian lain dalam kaitannya dengan bidang *maintenance*.
- g. Berwawasan luas dalam bidang peralatan produksi kaitannya dengan kemajuan teknologi.

Seperti telah diketahui, *preventive maintenance* berfungsi menangani langsung hal-hal yang bersifat mencegah terjadinya kerusakan pada fasilitas-fasilitas yang dilakukan dengan jalan memeriksa alat/fasilitas secara teratur dan berkala serta memperbaiki kerusakan kecil yang dijumpai selama pemeriksaan. Bagaimanapun baiknya kondisi suatu peralatan produksi yang telah direncanakan, keausan dan kerusakan selama pemakaian pada umumnya masih dapat terjadi, namun demikian laju keausan dan kerusakan ini masih dapat diperkirakan besarnya apabila peralatan produksi/alat dipakai dalam kondisi normal. Khususnya dalam bidang peralatan listrik dan elektronika sering diperingatkan bahwa kerusakan-kerusakan komponen listrik adalah bahaya yang selalu mengancam sehingga tidak ada alat/*instrument* yang dapat memeriksa dan mengukur terhadap kerusakan komponen secara detail. Yang umum dilakukan dalam praktek, contohnya adalah mengganti semua bola lampu listrik dalam waktu tertentu, jadi tidak menggantinya satu persatu setelah bola lampu tersebut padam. Hal yang sama juga pada dilakukan pada penggantian bearing pada peralatan produksi (Rosa, 2005).

Contoh di atas adalah contoh kasus dari pendekatan *predictive maintenance*. *Predictive maintenance* juga merupakan suatu teknik yang banyak dipakai dalam cara produksi berantai dimana bila ada gangguan darurat sedikit saja pada sistem produksi tersebut akan mengakibatkan kerugian yang cukup besar. Seperti misalnya sistem produksi dengan sistem inline process, apabila proses produksi tersebut terhenti karena kerusakan yang terjadi pada *inline process* tersebut maka dapat dibayangkan kegagalan produksi yang terjadi. Jadi *predictive maintenance* adalah merupakan bentuk baru dari *Planned Maintenance* dimana penggantian komponen/suku cadang dilakukan lebih awal dari waktu terjadinya kerusakan. Untuk membantu melaksanakan *predictive maintenance* terdapat suatu diagram analisa *predictive* yang sering digunakan yang mengacu pada kondisi peralatan produksi bersangkutan (Betrianis dan Suhendra, 2005).

Diagram analisa ini sering dikenal dengan istilah *Bath Tube Curve* karena grafik yang dihasilkan yang menyerupai bak mandi. Pada diagram analisa tersebut dibagi menjadi 3 phase *life time* dari suatu peralatan produksi. Phase I atau sering juga disebut dengan *early failure* karena pada phase ini peralatan produksi dalam kondisi *running in* / masih baru (penyesuaian) dan pertama kali dioperasikan maka permukaan kerja (*working surface*) dari peralatan produksi masih kasar. Pada kondisi ini terdapat proses penghalusan permukaan tersebut karena terjadinya kontak kerja permukaan. Setelah melewati phase ini, karena permukaan bidang kerja sudah halus maka tingkat kontak kerja permukaan juga sudah menurun karena permukaan kerja peralatan produksi sudah pada kondisi stabil. Phase II ini dikenal sebagai *useful life-period*. Pada periode inilah yang akan menentukan umur peralatan produksi sebenarnya. Karena permukaan bidang kerja mempunyai lapisan kekerasan dengan ketebalan yang terbatas maka bila lapisan keras ini sudah habis terkikis maka laju keausan/kerusakan akan meningkat kembali. Hal ini akan berlangsung selama phase III yang dikenal sebagai periode keausan cepat (*wearing out period*) (Betrianis dan Suhendra, 2005).

Pada contoh kasus penggantian *bearing* peralatan produksi, dengan mengacu pada diagram analisa *predictive* tersebut maka penggantian sebaiknya dilakukan sebelum phase III atau menjelang phase II berakhir dengan demikian kondisi *bearing* tidak sampai rusak parah sehingga kerusakan pada peralatan produksi yang fatal akibat hancurnya *bearing* dapat dihindari dan tidak merambat pada komponen yang lain sehingga terhentinya proses produksi yang lama dapat dicegah (Mutiara, dkk., 2010).

Menurut Betrianis dan Suhendra (2005), dalam *predictive maintenance* terdapat beberapa metode dalam memantau atau *monitoring* kondisi dari suatu peralatan produksi, antara lain :

- a. *Monitoring* minyak pelumas dengan cara mengambil *sample* oli dari peralatan produksi untuk mengecek kekentalannya atau melihat kuantitas oli yang masih tersimpan di tangki oli sesuai dengan anjuran dari *manual book* mesin merupakan cara-cara untuk *monitoring* minyak pelumas.
- b. *Monitoring Visual Metode* ini menggunakan panca indera yang meliputi lihat, rasa, dengar guna mengetahui kondisi mesin. Untuk lebih akurat biasanya digunakan alat bantu.
- c. *Monitoring* kinerja merupakan teknik *monitoring* kondisi peralatan produksi dengan cara memeriksa dan mengukur parameter kinerja dan kemudian dibandingkan dengan standarnya.
- d. *Monitoring* Geometris diharapkan penyimpangan geometris yang terjadi pada peralatan produksi dapat diketahui dan kemudian dilakukan kegiatan meliputi pengukuran leveling dan pengukuran posisi (*alignment*).
- e. *Monitoring* getaran memeriksa dan mengukur letak getaran secara rutin dan terus menerus sehingga getaran yang akan mengakibatkan kerusakan peralatan produksi lebih lanjut dapat dicegah.

2. *Historical record* pada *preventive maintenance*

Pencatatan riwayat peralatan produksi yang dirawat perlu dilakukan untuk memantau perkembangan dan kondisi peralatan produksi dari waktu ke waktu. Adapun tujuan pencatatan riwayat peralatan produksi secara umum, menurut Abbas, dkk. (2009) adalah :

- a. *Preventive maintenance* dengan *historical record* yang baik akan menghasilkan kerja yang lebih efektif karena kondisi peralatan produksi dapat termonitor.
- b. Bila menggunakan metode inspeksi dengan program-program yang ketat akan menghasilkan hasil yang baik dengan biaya relatif cukup murah dibandingkan dengan nilai perbaikan dari sebuah kerusakan yang terjadi.

- c. Siklus *overhaul* peralatan produksi dapat diperkirakan dengan baik apabila data *historical record* diperoleh dengan lengkap.
- d. Usaha untuk memperpanjang siklus *overhaul* akan berhasil apabila data dari *historical record* lebih ketat.
- e. Makin akurat penentuan diagnosis kerusakan pada peralatan produksi maka biaya *preventive maintenance* semakin ekonomis.

3. Keuntungan dan kerugian *preventive maintenance*

- a. Keuntungan dari *preventive maintenance* antara lain :
 - 1) *Preventive maintenance* bersifat antisipatif, oleh karenanya bagian produksi maupun bagian *maintenance* seharusnya dapat melakukan prakiraan dan penjadwalan produksi yang baik.
 - 2) *Preventive maintenance* dapat meminimumkan waktu berhentinya peralatan produksi (*down time*).
 - 3) *Preventive maintenance* dapat meningkatkan mutu pengendalian suku cadang.
 - 4) *Preventive maintenance* dapat menurunkan tingkat kegiatan pekerjaan yang bersifat darurat.
- b. Kerugian dari *Preventive maintenance* adalah dapat terjadi pemborosan suku cadang bila penggantian suku-suku cadang dilakukan sebelum rusak (Rosa, 2005).

4. Jenis-jenis *preventive maintenance*

Secara garis besar, *preventive maintenance* dapat diklasifikasikan dalam *Planned maintenance* (pemeliharaan terencana). *Planned maintenance* adalah pemeliharaan yang terorganisir yang dilakukan dengan pemikiran ke masa depan, pengendalian dan pencatatan sesuai dengan rencana yang telah ditentukan sebelumnya. Oleh karena itu program *maintenance* yang dilakukan harus dinamis dan memerlukan pengawasan dan pengendalian secara aktif dari bagian *maintenance* melalui informasi di dengan catatan riwayat mesin atau peralatan. Salah

satu bentuk pelaksanaan *planned maintenance* adalah *Preventive Maintenance* (pemeliharaan pencegahan) (Mutiara, dkk., 2010).

Preventive maintenance adalah suatu kegiatan pemeriksaan secara periodik terhadap mesin dan peralatan dengan tujuan untuk mengetahui kondisi yang menyebabkan kerusakan, serta untuk menjaga mesin dan peralatan yang telah rusak. Cara melakukan perawatan jenis ini, ada beberapa aktifitas yang dapat dilakukan. Dimulai dari pemeriksa secara berkala dan penggantian komponen yang sudah hampir rusak atau sudah rusak. Untuk penggantian komponen yang telah rusak ini akan terjadi penambahan biaya produksinya. Sehingga dalam menetapkan komponen-komponen yang akan dijadwalkan pengantiannya harus merupakan komponen yang kritis dalam sistem produksi tersebut. Kegiatan yang dilakukan secara *preventive* selalu tidak terjadwal. Oleh karena itu siklus perawatan sangat penting keberadaannya (Mutiara, dkk., 2010).

Klasifikasi perawatan mesin dalam *preventive maintenance* ada empat kategori yaitu:

- a) Inspeksi; adalah tindakan pengecekan atau pemeriksaan secara berkala kondisi suatu peralatan atau alat bantu untuk mendapatkan informasi tentang keadaan mesin atau alat bantu tersebut yang hasilnya dapat di gunakan untuk pertimbangan dalam melakukan kegiatan perawatan yang lebih lanjut.
- b) *Small repair*; adalah suatu tindakan perawatan ringan yang menitik-beratkan pada bagian terkecil (komponen) dari suatu mesin. Kegiatan *small repair* merupakan perbaikan tindak lanjut dari kerusakan ringan yang ditemukan pada waktu kegiatan inspeksi dan tidak memerlukan waktu dan biaya yang tinggi.
- c) *Medium repair*; adalah suatu tindakan perawatan tingkat menengah yang lebih fokus pada kerusakan bagian dari suatu mesin

yang diakibatkan karena aus. Yang diakibatkan dari hal ini memerlukan biaya yang tinggi dan waktu kerja yang lama.

- d) *Overhaul*; adalah suatu tindakan perawatan pada yang bersifat menyeluruh pada bagian mesin. Tindakan yang biasanya dilakukan waktu adalah penggantian-penggantian komponen yang telah rusak dan memerlukan waktu yang lama (Rosa, 2005).

D. Mesin Bubut CNC

1. Pengertian

Perkembangan teknologi komputer saat ini telah mengalami kemajuan yang amat pesat. Dalam hal ini komputer telah diaplikasikan ke dalam alat-alat mesin perkakas di antaranya mesin bubut, mesin frais, mesin gerinda, mesin bor, mesin potong dan lain-lain. Hasil perpaduan teknologi komputer dan teknologi mekanik inilah yang selanjutnya dinamakan CNC (*Computer Numerically Controlled*).

Sistem pengoperasian CNC menggunakan program yang dikontrol langsung oleh komputer. Secara umum konstruksi mesin perkakas CNC dan sistem kerjanya adalah sinkronisasi antara komputer dan mekaniknya. Jika dibandingkan dengan mesin perkakas konvensional yang setaraf dan sejenis, mesin perkakas CNC lebih unggul baik dari segi ketelitian (*accurate*), ketepatan (*precision*), fleksibilitas, dan kapasitas produksi. Sehingga, di saat ini banyak industri-industri mulai meninggalkan mesin-mesin perkakas konvensional dan beralih menggunakan mesin-mesin perkakas CNC .

Secara garis besar pengertian mesin CNC adalah suatu mesin yang dikontrol oleh komputer dengan menggunakan bahasa numerik (perintah gerakan yang menggunakan angka dan huruf). Sebagai contoh: apabila pada layar monitor mesin kita tulis M03, spindle utama mesin akan berputar berlawanan jarum jam dan apabila kita tulis M30, spindle utama mesin akan berhenti berputar (Lilih, 2000:23)

2. Mesin Bubut CNC

Mesin Bubut CNC merupakan salah satu dari dua jenis mesin CNC, disamping mesin frais CNC. Mesin CNC (Computer Numerically Controlled) mulai dikembangkan pada tahun 1952 oleh seorang profesor dari Institut Teknologi Massachusetts yang bernama John Pearson atas nama Angkatan Udara Amerika Serikat. Proyek mesin CNC tersebut semula dipergunakan untuk membuat benda kerja khusus yang rumit. Awalnya masih sedikit perusahaan yang berani berinvestasi untuk menggunakan teknologi ini karena mesin CNC membutuhkan biaya dan volume pengendali yang tinggi. Baru mulai tahun 1975 produksi mesin CNC berkembang cukup pesat setelah dipacu dengan mikro prosesor yang membuat volume unit pengendali menjadi lebih ringkas (Habib dan Supriyanto, 2012).

Mesin Bubut CNC merupakan sistem otomatisasi mesin bubut yang dioperasikan oleh perintah yang diprogram melalui software secara abstrak dan disimpan di media penyimpanan atau storage. Beda dari mesin bubut biasa, mesin bubut CNC memiliki perangkat tambahan motor yang akan menggerakkan pengontrol mengikuti titik-titik yang dimasukkan ke dalam sistem oleh perekam kertas. Perpaduan antara servo motor dan mekanis yang digantikan dengan sistem analog dan kemudian sistem digital menciptakan mesin bubut modern berbasis CNC (Iswardi dan Sayuti. 2016).

Mesin Bubut CNC dibagi menjadi tiga, yaitu mesin bubut CNC kecil, mesin bubut menengah, dan mesin bubut CNC besar. Mesin bubut CNC mempunyai sistem persumbuan gerakan dasar seperti halnya mesin bubut konvensional yaitu gerakan ke arah melintang dan horizontal dengan sistem koordinat sumbu X dan Z

3. Prinsip Kerja Mesin Bubut CNC

- a. Program CNC dibuat oleh programmer sesuai dengan produk yang akan dibuat dengan cara manual atau pengetikan langsung pada

mesin CNC maupun dengan menggunakan komputer yang telah diinstall software pemrograman CNC.

- b. Program CNC yang telah dibuat dikenal dengan nama G-Code, akan dikirim dan dieksekusi oleh prosesor pada mesin bubut CNC sehingga menghasilkan pengaturan motor servo pada mesin untuk menggerakkan alat pahat melalui proses permesinan sampai menghasilkan benda kerja sesuai program (Iswardi dan Sayuti. 2016).

4. Bagian-bagian mesin bubut CNC

- a. Program
- b. Processor
- c. Motor listrik servo untuk menggerakkan kontrol pahat
- d. Motor listrik untuk menggerakkan/memutar pahat
- e. Pahat
- f. Dudukan dan pemegang

E. *Overall Equipment Effectiveness (OEE)*

Overall Equipment Effectiveness (OEE) adalah merupakan efektivitas peralatan secara keseluruhan untuk mengevaluasi seberapa capaian *performance* dan *reability* peralatan (Said A, Susetyo J, 2008). Hasilnya dinyatakan dalam bentuk yang bersifat umum sehingga memungkinkan perbandingan antara unit manufaktur di industri yang berbeda. Pengukuran OEE juga biasa digunakan sebagai indikator kinerja untuk *key performance indicator (KPI)* dalam implementasi *lean manufacturing* untuk memberikan indikator keberhasilan:

1. Apabila $OEE = 100\%$, produksi dianggap sempurna atau memproduksi produk tanpa cacat, bekerja dalam *performance* yang cepat, dan tidak ada *downtime*.

2. Apabila OEE = 85%, produksi dianggap kelas dunia. Bagi banyak perusahaan, skor ini merupakan skor yang cocok untuk dijadikan *goal* jangka panjang.
3. Apabila OEE = 60%, produksi dianggap wajar, tapi menunjukkan ada ruang yang besar untuk *improvement*.
4. Apabila OEE = 40%, produksi dianggap memiliki skor yang rendah, tapi 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 per satu) (Betrianis dan Suhendra. 2005).

OEE bukan hal yang 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 melakukan usaha perbaikan terhadap proses itu sendiri. OEE juga merupakan produk dari *six big losses* pada mesin/peralatan. Keenam faktor dalam *six big losses* dapat dikelompokkan menjadi tiga komponen utama dalam OEE untuk dapat digunakan dalam mengukur kinerja mesin/peralatan yakni, *downtime losses*, *speed losses*, dan *defect losses* (Susetyo, 2017).

OEE merupakan ukuran menyeluruh yang mengidentifikasi tingkat produktifitas mesin/peralatan dan kinerjanya secara teori. Pengukuran ini sangat penting untuk mengetahui area mana yang perlu untuk ditingkatkan *produktivitas* ataupun *efisiensi* mesin/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 jaminan peningkatan *produktivitas* penggunaan mesin/peralatan (Susetyo, 2017).

Menurut Osama (2010), formula matematis dari OEE dirumuskan sebagai berikut:

$$OEE = Availability \times Performance \times Quality \times 100\% \dots\dots\dots (2.1)$$

Kondisi operasi mesin/peralatan produksi tidak akan akurat ditunjukkan jika hanya didasari oleh perhitungan satu faktor saja, misalnya *performance efficiency* saja. Dari enam pada *six big losses* harus diikuti dalam perhitungan OEE, kemudian kondisi aktual dari mesin/peralatan dapat dilihat secara akurat.

1. *Availability Ratio*

Availability Ratio mengukur keseluruhan waktu dimana *system* tidak beroperasi karena terjadi kerusakan alat, persiapan produksi dan penyetulan. Dengan kata lain *availability* diukur dari total waktu dimana peralatan dioperasikan setelah dikurangi waktu kerusakan alat dan waktu persiapan dan penyesuaian mesin yang juga mengindikasikan *rasio actual* antara *operating time* terhadap waktu operasi yang tersedia (*planned time Available atau loading time*). Waktu pembebanan mesin dipisahkan dari waktu produksi secara teoritis serta waktu kerusakan dan waktu perbaikan yang direncanakan. Tujuan batasan ini adalah memotivasi untuk mengurangi *Planned Downtime* melalui peningkatan efisiensi penyesuaian alat serta waktu untuk aktifitas perawatan yang sudah direncanakan (Osama, 2010).

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

Loading time adalah waktu yang tersedia (*availability*) per hari atau per bulan dikurang dengan *down time* mesin yang direncanakan (*planned downtime*).

$$Loading\ time = Total\ availability - Planned\ downtime \dots\dots\dots (2.3)$$

Diketahui bahwa :

- a. *Planned down time* adalah jumlah waktu *down time* mesin untuk pemeliharaan (*scheduled maintenance*) atau kegiatan manajemen lainnya
- b. *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 *down time* mesin dikeluarkan dari total *availability time* yang direncanakan.
- c. *Downtime* mesin adalah waktu proses yang seharusnya digunakan mesin akan tetapi karena adanya gangguan pada mesin/peralatan (*equipment failures*) mengakibatkan tidak ada *output* yang dihasilkan. *Down time* meliputi mesin berhenti beroperasi akibat kerusakan mesin/peralatan, penggantian cetakan (*dies*), pelaksanaan prosedur *setup* dan *adjustment* dan lain-lainnya (Susetyo, 2017).

2. *Performance efficiency*

Performance efficiency merupakan 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 melakukan proses produksi (*operation time*) (Habib dan Supriyanto, 2012).

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 matematikanya ditunjukkan sebagai berikut:

$$\text{Operation speed rate} = \frac{\text{ideal cycle time}}{\text{actual cycle time}} \dots\dots\dots(2.4)$$

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 stop pages* dan menurunnya kecepatan produksi (*reduced speed*). Tiga faktor penting yang dibutuhkan untuk menghitung *performance efficiency*:

- a. *Ideal cycle* (waktu siklus ideal/waktu standart).
- b. *Processed amount* (jumlah produk yang diproses).
- c. *Operation time* (waktu operasi mesin) (Susetyo, 2017).

Performace efficiency dapat dihitung sebagai berikut:

$$Performance\ efficiency = \frac{processed\ amount \times Actual\ cycle\ time}{Operating\ time} \times 100\% \dots\dots\dots(2.5)$$

3. *Quality ratio*

Quality ratio merupakan suatu rasio yang menggambarkan kemampuan peralatan dalam menghasilkan produk yang sesuai dengan standar. Formula yang digunakan untuk pengukuran *Quality rate* dapat dihitung sebagai berikut:

$$Quality\ rate = \frac{processed\ amount - defect\ amount}{processed\ amount} \times 100\% \dots\dots\dots(2.6)$$

- a. *Proses amount* adalah (jumlah produk yang di produksi)
- b. *Defect amoune* adalah (jumlah produk cacat) (Susetyo, 2017).

F. Produk PT. Eti Fire System

PT. Eti Fire System merupakan salah satu perusahaan di Indonesia yang bergerak dalam bidang pembuatan dan penyediaan semua komponen sistem pemadam kebakaran, serta komponen-komponen perbengkelan dan mesin, yang dalam proses produksinya banyak menggunakan mesin-mesin dan alat-alat berat. Menurut hasil wawancara dan data sekunder dari PT. EFS, hasil produksi PT. EFS antara lain :

1. *Actuator Valve*
2. *Bracket Main Tee Compact*
3. *Cylinder Strap*

4. *Adaptor Ring for Valve*
5. *Filter Plug*
6. *Steel Rod*
7. *Brass Knop Body*
8. *Manifold Lop*
9. *Nut Brass*
10. *Manifold Mounting Plate*
11. *Nipple*
12. *Bulkhead Nipple*

Pada umumnya, PT. EFS memproduksi komponen-komponen tersebut berdasarkan pesanan atau *purchase order* (PO) dalam jumlah yang banyak. Pada tahun 2016-2017, PO terbanyak PT. EFS adalah Nut Brass yang mencapai 90% dari total PO.

BAB III

METODE PENELITIAN

A. Jenis Penelitian

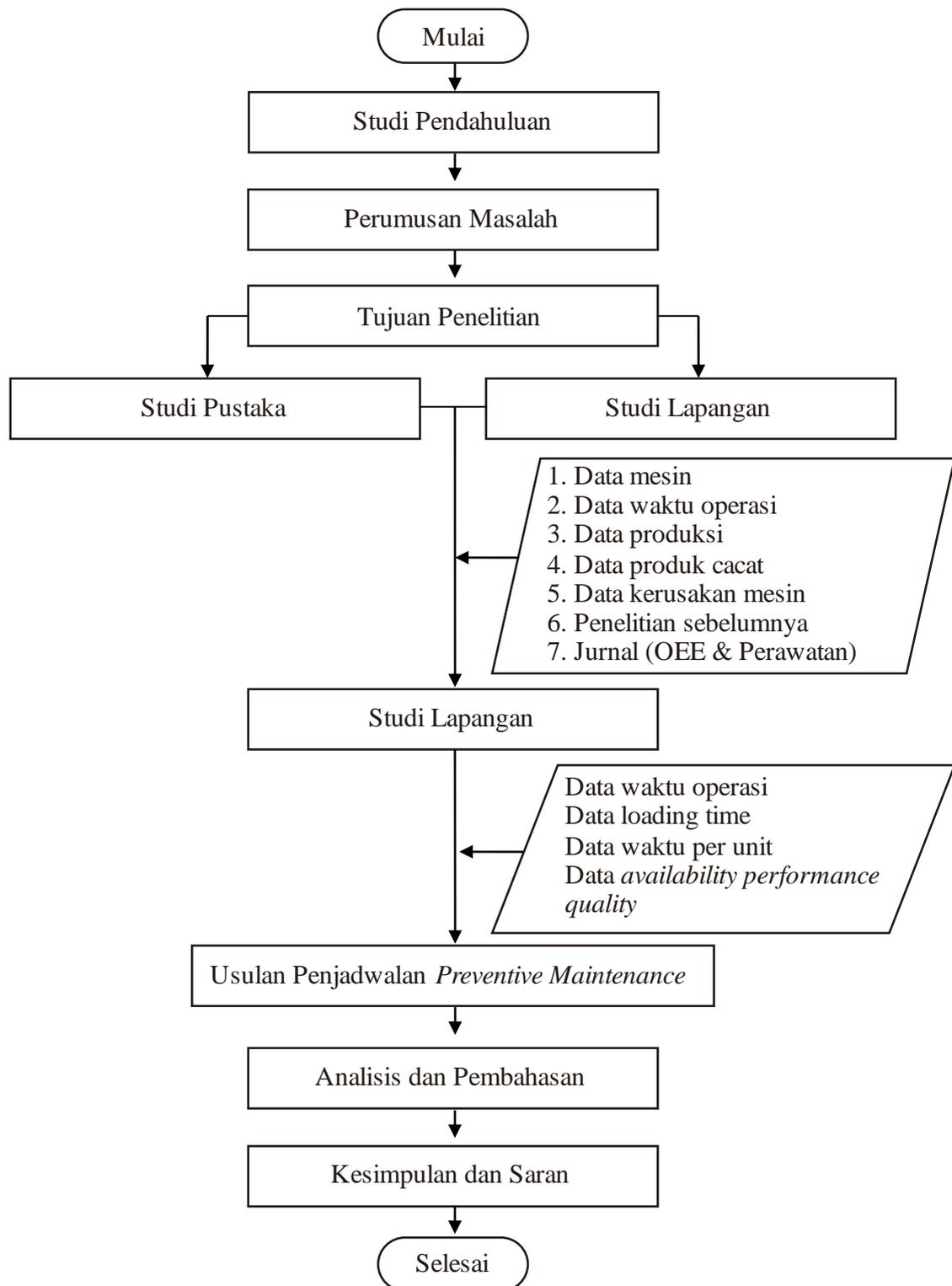
Penelitian ini merupakan penelitian kuantitatif studi kasus dengan tujuan untuk mengetahui nilai *Overall Equipment Effectiveness* (OEE) dan menentukan penjadwalan *Preventif Maintenance* mesin bubut CNC di PT. EFS.

B. Waktu dan Tempat Penelitian

Penelitian dilakukan di PT. Eti Fire System yang terletak di Kabupaten Magelang Jawa Tengah. Penelitian ini dilakukan pada bulan Agustus 2018 sampai selesai. Pemilihan lokasi penelitian memiliki beberapa pertimbangan, diantaranya berdasarkan hasil *survey* pendahuluan yang diketahui bahwa PT. Eti Fire System merupakan salah satu perusahaan produsen tidak hanya peralatan *safety* di Indonesia yang memiliki resiko tinggi terhadap kejadian kecelakaan kerja, namun juga produsen komponen perbengkelan dan mesin. PT. EFS dalam operasionalnya memiliki mesin bubut CNC yang memproduksi komponen-komponen perbengkelan dan mesin, seperti *actuator*, mur-baut dan lain-lain. Mesin tersebut memiliki kapasitas dan waktu operasional yang terbatas, sehingga diperlukan perawatan mesin yang terjadwal.

C. Flow Chart

Tahapan penelitian yang dilakukan ditunjukkan pada Gambar 3.1



Gambar 3.1 *Flow chart* penelitian

D. Metode Pengumpulan Data

Pengumpulan data dilakukan dengan cara :

1. Observasi untuk mengetahui informasi mengenai pekerja bagian produksi, operator mesin, operasional mesin bubut CNC
2. Wawancara mendalam untuk informasi mengenai pekerja bagian produksi, operator mesin, operasional mesin bubut CNC
3. Dokumen resmi PT. Eti Fire System yang mendukung, yaitu
 - a. Prosedur operasional PT. Eti Fire System
 - b. Prosedur dasar operasional mesin bubut CNC di PT. Eti Fire System
 - c. Data statistik proses dan hasil produksi
 - d. Prosedur dan dokumen JSA
 - e. Dokumen SOP di PT. Eti Fire System
 - f. Manual Book peralatan dan mesin

E. Sumber Data

1. Data Primer
 - a. Hasil observasi mengenai pekerja bagian produksi, operator mesin, operasional mesin bubut CNC
 - b. Hasil wawancara mendalam mengenai pekerja bagian produksi, operator mesin, operasional mesin bubut CNC

Data primer digunakan untuk menentukan nilai OEE diantaranya adalah data produksi, data *operation time*, data produk cacat, data *cycle time*, serta data kerusakan mesin.

2. Data Sekunder

Data sekunder dalam penelitian ini meliputi *history* data bulan Juni sampai Juli 2018 diantaranya adalah: Data mesin CNC, data waktu operasi, data produksi, data produk cacat, data kerusakan mesin, data *loading time*, dan data *availability performance quality*.

F. Analisis Data

1. Perhitungan *availability*

Availability Ratio mengukur keseluruhan waktu dimana *system* tidak beroperasi karena terjadi kerusakan alat, persiapan produksi dan penyetelan. Dengan formula matematis (Susetyo, 2017) :

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

Loading time adalah waktu yang tersedia (*availability*) per hari atau per bulan dikurangi dengan waktu *downtime* mesin direncanakan (*planned downtime*).

$$Loading\ time = Total\ availability - Planned\ downtime$$

Diketahui bahwa data *operation time* adalah data waktu operasi mesin yang digunakan produksi.

2. Perhitungan *Performance Efisiensi*

Performance efficiency merupakan 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 melakukan proses produksi (*operation time*) (Susetyo, 2017). Dengan formula matematis :

$$Performance\ of\ efficiency = \frac{Processed\ amount \times Actual\ cycle\ time}{Operating\ time} \times 100\ %$$

- a. Data proses produksi
- b. Data produksi per unit

3. Perhitungan *Quality*

Quality ratio merupakan suatu rasio yang menggambarkan kemampuan peralatan dalam menghasilkan produk yang sesuai dengan standar (Susetyo, 2017).. Formula yang digunakan untuk pengukuran *quality rate* dapat dihitung sebagai berikut:

$$\text{Quality Rate} = \frac{\text{Processed amount} - \text{defect amount}}{\text{Processed amount}} \times 100\%$$

- c. Data proses *amount* adalah jumlah produk yang di produksi
- d. Data *defect amoune* adalah jumlah produk cacat

4. Perhitungan metode *Overall Equipment Effectiveness*

Menurut Osama (2010), formula matematis dari OEE dirumuskan sebagai berikut:

$$\text{OEE} = \text{Availability} \times \text{Performance} \times \text{Quality} \times 100\% \dots \dots \dots (3.5)$$

5. *Preventive Maintenance*

Perhitungan estimasi biaya pada kondisi saat ini dengan kondisi apabila diterapkan usulan *preventive maintenance*. Perhitungan ini bertujuan untuk mengetahui besarnya biaya *maintenance* yang selama ini dilakukan dengan kondisi jika diterapkan usulan *preventive maintenance*. Perhitungan ini bertujuan untuk mengetahui peningkatan atau penurunan biaya kondisi jika diterapkan usulan *preventive maintenance*.

Untuk membandingkan biaya kerusakan sebelum diterapkannya *preventive maintenance* dengan biaya jika diterapkan usulan *preventive maintenance*, maka perlu dilakukan perhitungan total *failure/corrective cost* dan total *preventive cost*. Total *failure/corrective cost* adalah total biaya pada kondisi saat ini, sedangkan total biaya *preventive cost* adalah total biaya jika diterapkan usulan *preventive maintenance* yang diterapkan pada satu tahun produksi. Total biaya keseluruhan terdiri dari total biaya *corrective cost* dan *preventive cost* (Mutiara, 2010). Perbandingan biaya perawatan atau perbaikan antara sebelum dan sesudah menggunakan *preventive maintenance* menggunakan metode *age replacement*.

BAB V

KESIMPULAN DAN SARAN

A. Kesimpulan

Berdasarkan rumusan masalah dan hasil pengolahan data yang telah dilakukan serta pembahasan, maka dapat disimpulkan bahwa:

1. Interval waktu penggantian yang paling optimal adalah 72 hari.
2. Penghematan biaya *down time* sebesar Rp. 24.675.000 atau 74,60% dibandingkan dengan sebelum menggunakan penjadwalan dengan metode *age replacement*.
3. Adanya *preventive maintenance* mampu meningkatkan *Availability Ratio* dari 88,15% menjadi 92,78%, *Performance Ratio* dari 84,43% menjadi 99,26%, *Quality Ratio* dari 92,50% menjadi 98,34% dan OEE dari 33,62% menjadi 90,56%.

B. Saran

Berdasarkan kesimpulan dan pengolahan data, peneliti mengadakan penelitian di perusahaan PT. Eti Fire System, maka saran yang bisa diberikan oleh peneliti adalah :

1. Untuk perawatan mesin bubut CNC selanjutnya diharapkan metode *Age Replacement* digunakan pada komponen mesin CNC yang sering mengalami kerusakan.
2. Untuk perencanaan penjadwalan penggantian komponen dapat menggunakan metode *Age Replacemen* sebagai pengoptimalan biaya *down time*.

DAFTAR PUSTAKA

- Abbas, Bahtiar S.; Edi Steven; Harry Christian dan Tedy Sumanto. 2009. **Penjadwalan *Preventive Maintenance* Mesin *B-Flute* pada PT. AMW. INASEA**. Vol. 10, No.2, Oktober (2009): 97-104.
- Amirullah dan Rindyah Hanafi, 2002. **Pengantar Manajemen Produksi**, Edisi Pertama, Cetakan Pertama. Graha Ilmu. Yogyakarta.
- Apandi, Nasehatun, 2000. **Control Mesin Produksi dalam Praktek**, Grasindo, Anggota IKAPI, Jakarta.
- Betrianis dan R. Suhendra. 2005. **Pengukuran Nilai *Overall Equipment Effectiveness* Sebagai Dasar Usaha Perbaikan Proses Manufaktur Pada Lini Produksi (Studi Kasus pada Stamping Production Division Sebuah Industri Otomotif)**. Jurnal Teknik Industri Vol. 7, No. 2, Desember 2005.
- Bungin, Burhan. 2012. **Analisis Data Penelitian Kualitatif**. PT. Raja Grafindo Persada. Jakarta.
- Efendy, 2008. **Tinjauan Mesin-Mesin Produksi dan Metode Perawatan**. Rosdakarya, Bandung.
- Gitosudarmo, Indriyo dan Basri, 2002. **Manajemen Keuangan Produksi**, Edisi Keempat, Cetakan Pertama. BPFE, UGM. Yogyakarta.
- Habib, A. Septiyan dan H. Supriyanto. 2012. **Pengukuran Nilai *Overall Equipment Effectiveness* (OEE) sebagai Pedoman Perbaikan Efektivitas Mesin *CNC Cutting***. Jurnal Teknik Pomits Vol. 1, No. 1, (2012) 1-6 1.
- Heizer, J and Render, B., 2001. ***Operation Management, Six Edition***. Pearson Prentice Hall, New Jersey.
- Husnan, Suad dan Suwarsono, 2000. **Studi Kelayakan Proyek**, Edisi Keempat Cetakan Pertama, BPFE, UGM. Yogyakarta.
- Iswardi dan M. Sayuti. 2016. **Analisis Produktivitas Perawatan Mesin dengan Metode TPM (*Total Productive Maintenance*) Pada Mesin CNC**. Malikussaleh Journal of Mechanical Science and Technology. Vol. 4. No. 2 (2016) 10-13. ISSN : 2337-6945
- Jurnal, Bapenas, 2012 : 2013. www.bps.go.id (diakses tanggal 03 Agustus 2014)

- Mutiara, S.D., Arif R., I. Hamdala. 2010. **Perencanaan *Preventive Maintenance* Komponen *Cane Cutter* I dengan Pendekatan *Age Replacement*. (Studi Kasus di PG Kebon Agung Malang).** Jurnal. Jurusan Teknik Industri Fakultas Teknik, Universitas Brawijaya. Malang
- Nursanti, Ida dan Yoko Susanto. 2014. **Analisis Perhitungan *Overall Equipment Effectiveness (OEE)* pada Mesin *Packing* untuk Meningkatkan Nilai *Availability* Mesin.** Jurnal Ilmiah Teknik Industri, Vol. 13, No. 1, Juni 2014.
- Osama Taisiri R. Almeanazel. 2010. ***Total Productive Maintenance Review and Overall Equipment Effectiveness Measurement*.** *Jordan Journal of Mechanical and Industrial Engineering*. Hashemite University, Zarqa, 13115 Jordan.
- Raharjo, Mudji. 2010. **Jenis dan Metode Penelitian Kualitatif.** www.mudji.raharjo.com/materi-kuliah/215-jenis-dan-metode-penelitian-kualitatif.html diakses pada tanggal 10 Februari 2017 pk. 22.20 WIB.
- Riyanto, Bambang, 2001. **Dasar-Dasar Produksi**, Edisi Keempat, Cetakan Kedua, BPFE, UGM. Yogyakarta.
- Rosa, Y. 2005. **Perencanaan dan Penerapan *Preventive Maintenance* Peralatan Laboratorium.** Jurnal Teknik Mesin. Vol. 2 No. 2. ISSN 1829-8958. Politeknik Negeri Padang.
- Sartono, R. Agus, 2001. **Manajemen Produksi Teori dan Aplikasi**, Edisi Keempat, Cetakan Pertama, BPFE, UGM. Yogyakarta.
- Soekidjo. 2005, **Metode Penelitian**. Cipta Pustaka, Bandung.
- Sudrajat, Dede. 2016. **Pengaruh *Preventive Maintenance* terhadap Hasil Produksi pada Proses Produksi Mesin Area *Line D* di PT. Triangle Motorindo.** Hasil Penelitian (Tidak dipublikasikan). Jurusan Teknik Mesin Fakultas Teknik Universitas Negeri Semarang.
- Susetyo, A. Eko. 2017. **Analisis *Overall Equipment Effectiveness (OEE)* untuk Menentukan Efektifitas Mesin Sonna WEB.** Jurnal Science Tech Vol. 3, No. 2, Agustus 2017
- Sutojo, Siswanto, 2002. **Studi Kelayakan Proyek, Konsep, Teknik dan Proses**, Damar Mulia Pustaka, Jakarta.
- Supandi, 1990. **Manajemen Perawatan Industry**. Ganeca Exact, Bandung.

- Triesnata, A. 2008. **Analisa Perawatan *Total Productive Maintenance* (TPM) Departement Pressing di PT. Indomobil Suzuki Internasional (pada Mesin Amino 200T)**. Skripsi. Jurusan Teknik Mesin. Fakultas Teknik Industri Universitas Mercu Buana. Jakarta.
- Wijaya & Sensuse, 2011, **Analisa Perawatan Mesin Produksi**. Liberty, Yogyakarta.
- Yugowati Praharsi, Iphov Kumala Sriwana, Dewi Maya Sari. 2015. **Perancangan Penjadwalan *Preventive Maintenance* pada PT. Artha Prima Sukses Makmur**. Jurnal Ilmiah Teknik Industri, Vol. 14, No. 1, Juni 2015.