**USULAN PENERAPAN *TOTAL PRODUCTIVE MAINTENANCE*
DI PT SHINKOBE ENGINEERING
PADA MESIN CNC *HORIZONTAL MAHO* (MH-C 700)**

Hana Silvia Dwi Putri¹, Sofyan Anwar²

¹ Program Studi Teknik Industri / Politeknik META Industri Cikarang /
hanasilvia22@politeknikmeta.ac.id

²Program Studi Teknik Industri / Politeknik META Industri Cikarang /
sofyan.anewar98@gmail.com

ABSTRACT

Care is part of the company's business processes and plays an important role in the success of an organization. In maintaining quality and increasing productivity, one important factor that must be considered is the issue of machine maintenance and production facilities. The frequent damage to machinery and equipment causes the OEE (overall equipment effectiveness) to be low so that the effectiveness in the use of machinery and equipment is low. This happened to pt. Shinkobe engineering.

PT. Shinkobe engineering has an oee value on one of its machines, namely the cnc milling horizontal-maho MH-C 700 which has an oee value that is still below the standard according to the japan institute of plant maintenance (JIPM) which is 85% -95%. In this case, the implementation of preventive maintenance at PT. Shinkobe engineering is not yet optimal because machines still often experience corrective maintenance improvements. So the researchers proposed the application of total productive maintenance on the horizontal milling-maho cnc machine (MH-C 700)

The method used for the calculation of OEE with a problem-solving tool is using a fishbone diagram. With the aim that is to find out the cause of the frequent occurrence of the machine stops operating in a short and long time and to find out the cause of the low oee presentation on cnc horizontal milling - maho machines (MH-C 700).

So from the results of the study the OEE values were 52% and 65%. From the research results it is known that the cause of the low percentage of oee on cnc horizontal milling - maho machines (MH-C 700) is a machine that is sometimes damaged when in use and the actual cycle time is far different from the time it should be set, because frequent tools are broken so that time the actual cycle of the timeline is not ideal. As for the causes of the frequent occurrence of the machine stops operating in a short time and a long time that is irregular maintenance activity even though it has been scheduled, tools are often damaged so it must be sharpened first, resetting the tools on the work table that causes the machine to stop short and there is a waiting time when the tools are sharpened / waiting for the tools to be used

keywords: *maintenance, overall equipment effectiveness, total productive maintenance.*

ABSTRAK

Perawatan merupakan bagian dari proses bisnis perusahaan dan memainkan peran penting dalam keberhasilan suatu organisasi. Dalam mempertahankan mutu dan meningkatkan produktivitas, salah satu faktor penting yang harus diperhatikan adalah masalah perawatan mesin (*maintenance*) dan fasilitas produksi. Dari sering rusaknya mesin dan peralatan menyebabkan nilai OEE (*Overall Equipment Effectiveness*) menjadi rendah sehingga keefektifan dalam penggunaan mesin dan peralatan menjadi rendah. Hal ini terjadi pada PT. Shinkobe Engineering.

PT. Shinkobe Engineering memiliki nilai OEE pada salah satu mesinnya yaitu mesin CNC Milling Horizontal-Maho MH-C 700 yang memiliki nilai OEE yang masih di bawah standar menurut *Japan Institute of Plant Maintenance* (JIPM) yaitu 85%-95%. Dalam hal ini, implementasi *preventive maintenance* di PT. Shinkobe Engineering belum optimal karena mesin-mesin masih sering mengalami perbaikan *corrective maintenance*. Sehingga peneliti mengusulkan penerapan *Total Productive Maintenance* pada mesin CNC Horizontal Milling-Maho (MH-C 700).

Adapun metode yang digunakan perhitungan OEE dengan alat pemecah permasalahan menggunakan diagram *Fishbone*. Dengan Tujuan yaitu untuk mengetahui penyebab sering terjadinya mesin berhenti beroperasi dalam waktu singkat dan lama dan mengetahui penyebab rendahnya presentasi OEE pada mesin CNC Horizontal Milling – Maho (MH-C 700).

Maka dari hasil penelitian didapatkan nilai OEE sebesar 52% dan 65% . Dari hasil penelitian diketahui penyebab rendahnya presentase OEE pada mesin CNC Horizontal Milling – Maho (MH-C 700) adalah mesin yang terkadang rusak saat sedang digunakan dan waktu *actual cycle time* yang jauh berbeda dari waktu yang seharusnya ditetapkan, karena sering terjadinya *tools* rusak sehingga waktu *actual cycle timenya* menjadi tidak ideal. Adapun penyebab penyebab sering terjadinya mesin berhenti beroperasi dalam waktu singkat dan lama yaitu Kegiatan perawatan tidak teratur walau sudah dijadwalkan, *Tools* sering rusak sehingga harus diasah dahulu, penyetingan ulang *tools* diatas meja kerja yang menyebabkan mesin berhenti singkat dan ada waktu tunggu ketika *tools* sedang diasah/menunggu giliran *tools* dipakai.

Kata Kunci : Perawatan, *Overall Equipment Effeciveness*, *Total Productive Maintenance*.

1. PENDAHULUAN

Perawatan merupakan bagian dari proses bisnis perusahaan dan memainkan peran penting dalam keberhasilan suatu organisasi. Dalam mempertahankan mutu dan meningkatkan produktivitas, salah satu faktor penting yang harus diperhatikan adalah masalah perawatan mesin (*maintenance*) dan fasilitas produksi. Berkaitan dengan hal tersebut, maka pihak yang menangani masalah perawatan harus mampu menemukan sistem perawatan yang paling baik untuk dapat meminimasi jumlah *Breakdown* mesin dan biaya perbaikan atau perawatan mesin yang dikeluarkan menurut Pujotomo dan Rama (2007). Selain kerugian finansial, terjadinya kerusakan juga dapat mengancam keselamatan para pekerja menurut Pranoto et al (2013).

PT. Shinkobe Engineering merupakan perusahaan yang menerima pekerjaan dari perusahaan lain atau biasa disebut *job order*. Salah satu produk yang diproduksi yaitu *sprue bush*. *Sprue bush* yaitu bagian dari *mold base* yang berfungsi untuk mengalirkan cairan ke inti cetakan. Proses produksinya salah satunya menggunakan mesin CNC Milling Horizontal-Maho MH-C 700.

Dalam hal ini, implementasi *preventive maintenance* di PT. Shinkobe Engineering belum optimal karena mesin-mesin masih sering mengalami perbaikan *corrective maintenance*. Mesin sering mengalami *corrective maintenance* sehingga mesin harus diberhentikan hingga perbaikan selesai. Tindakan ini menyebabkan peningkatan biaya produksi karena perbaikan dilakukan ketika produksi berjalan, sehingga membuang waktu produksi dan biasanya perbaikan mesin tersebut memakan waktu yang lama karena spare part susah untuk dicari sehingga *loading* pekerjaan di mesin itu menumpuk.

Untuk mengatasi hal tersebut maka penelitian ini mencoba untuk mengusulkan penerapan *Total Productive Maintenance* pada mesin CNC Horizontal Milling-Maho (MH-C 700).

2. METODE PENELITIAN

Penelitian ini dilakukan dengan beberapa tahapan meliputi Studi Penelitian, Identifikasi masalah, Studi literatur, Perumusan masalah, Pengumpulan data, pengolahan data sampai dengan usulan penerapan TPM.

Data yang dikumpulkan dalam penelitian ini adalah lama waktu mesin beroperasi, waktu siklus, *downtime*, waktu operasi, produk cacat, jumlah mesin berapa kali breakdown dan total produk yang diproduksi selama bulan 1 Maret- 24 April 2019.

Kemudian pengolahan data dilakukan dengan beberapa perhitungan yaitu :

1. Perhitungan *Availability*
Dalam perhitungan *availability* akan diketahui berapa lama mesin bekerja dalam proses produksi.
2. Perhitungan *Performance Efficiency*
Perhitungan *Performance Efficiency* berfungsi untuk mengetahui seberapa baik performansi mesin ketika bekerja.
3. Perhitungan *Quality Rate*
4. Perhitungan *Quality Rate* merupakan suatu rasio yang menggambarkan kemampuan peralatan dalam menghasilkan produk yang sesuai dengan standar.
5. Perhitungan *Overall Equipment Effectiveness*
Setelah mendapatkan nilai *availability*, *performance efficiency* dan *quality rate*, langkah selanjutnya adalah menghitung *Overall Equipment Effectiveness* (OEE) dengan cara mengalikan ketiga aspek tersebut dan kemudian membandingkan dengan nilai OEE standart dunia yaitu 85%.
6. Perhitungan *Six Big Losses*

Setelah OEE dihitung, dicari faktor utama yang menyebabkan kegagalan dengan perhitungan *six big losses*. *Six big losses* berguna untuk bisa mengetahui faktor yang paling berpengaruh dalam breakdown nya mesin mesin CNC Horizontal Milling-Maho (MH-C 700).

3. HASIL DAN PEMBAHASAN

3.1 Perhitungan OEE (*Overall Equipment Effectiveness*)

Overall Equipment Effectiveness (OEE) adalah suatu metode pengukuran tingkat efektifitas pemakaian suatu peralatan atau sistem dengan mengikutsertakan beberapa sudut pandang dalam proses perhitungan tersebut. Sudut pandang yang diikutsertakan dalam perhitungan antara lain adalah *availability rate*, *performance rate*, dan *quality rate*, dari suatu mesin atau sistem. Langkah- langkah perhitungan nilai OEE adalah sebagai berikut :

- ***Availability rate***

Availability merupakan tingkat ketersediaan suatu mesin untuk dapat menghasilkan output. Perhitungan *availability* sebagai berikut :

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

Berikut tabel 1. perhitungan *Availability rate* perhari bulan Maret dan April 2019.

Tabel 1. *Availability rate* bulan Maret – 24 April 2019

Bulan	<i>Loading Time</i> (Menit)	<i>Down Time</i> (Menit)	<i>Operating Time</i> (Menit)	<i>Availability rate</i>
Maret	2945	450	2495	85%
April	2555	525	2030	79%

- **Performance rate**

Performance Rate adalah rasio yang menunjukkan kemampuan peralatan dalam menghasilkan barang. rumus yang digunakan untuk mencari *Performance Ratio* adalah:

$$\text{Performance Rate} = \frac{\text{Output} \times \text{ideal cycle time}}{\text{Operating Time}} \times 100\%$$

Perhitungan nilai *performance rate* per bulan pada mesin CNC Horizontal Milling-Maho (MH-C 700) pada bulan Maret-24 April 2019 dapat dilihat pada tabel 2.

Tabel 2. Performance Rate Bulan Maret – 24 April 2019

Bulan	Ideal Cycle Time (menit)	Output Produk	Operating Time (menit)	Performance Rate
Maret	139	12	2495	67%
April	139	12	2030	82%

- **Quality Rate**

Quality Rate adalah ratio yang menunjukkan kemampuan peralatan dalam menghasilkan produk yang sesuai dengan standart. rumus yang digunakan untuk mencari *Quality Rate* adalah:

$$\text{Quality Rate} = \frac{\text{Jumlah Output} - \text{Produksi Cacat}}{\text{Jumlah Output}} \times 100\%$$

Adapun Perhitungan nilai *Quality Rate* per bulan pada mesin CNC Horizontal Milling-Maho (MH-C 700) pada bulan Maret-24 April 2019 dapat dilihat pada tabel 3.

Tabel 3. Quality Rate bulan Maret – 24 April 2019

Bulan	Total Produksi	Output Produk	Defect	Quality Rate
Maret	13	12	1	92%
April	12	12	0	100%

- **Pengukuran Nilai OEE (Overall Equipment Effectiveness)**

Setelah nilai *Availability rate*, *Performance Rate*, *Quality Rate* didapatkan, maka selanjutnya menghitung nilai OEE, dan rumus yang digunakan untuk pengukuran OEE. Berikut di bawah ini merupakan perhitungan nilai OEE bulan Maret dan April 2019.

$$OEE = \text{Availability rate} \times \text{performance} \times \text{Quality}$$

Di bawah ini merupakan Tabel 4. hasil perhitungan tiga komponen OEE.

Tabel 4. Perhitungan tiga komponen OEE

Bulan	Availability rate	Performance Rate	Quality Rate
Maret	85%	67%	92%
April	79%	82%	100%

$$\text{OEE Maret} = (85\% \times 67\% \times 95\%) = 52\%$$

$$\text{OEE April} = (79\% \times 82\% \times 100\%) = 65\%$$

Perhitungan nilai OEE per bulan pada mesin CNC Horizontal Milling-Maho (MH-C 700) pada bulan Maret-24 April 2019 dapat dilihat pada tabel 5.

Tabel 5. OEE bulan Maret – 24 april 2019

Bulan	Availability rate	Performance Rate	Quality Rate	OEE
Maret	85%	67%	92%	52%
April	79%	82%	100%	65%

- **Perhitungan Six big losses**

Pengukuran *six big losses* ini untuk mengidentifikasi kerugian seperti berhentinya mesin atau peralatan, kerugian persiapan atau penyetelan sebelum melakukan proses produksi, kerugian kerusakan produk serta tersembunyi seperti pengurangan kecepatan serta kerugian *idle and minor stoppages*. Perhitungan Six Big Losses meliputi *Equipment Failure Losses (Breakdowns)*, *Setup Adjustment Losses*, *Idling and Minor Stoppages Losses*, *Reduced Speed Losses*, *Defect Losses* dan *Reduces Yield*.

- *Equipment failure losses*

$$\text{Equipment Failure losses} = \frac{\text{Downtime}}{\text{Loading Time}} \times 100\%$$

Untuk Perhitungan nilai *Equipment Failure losses* per bulan pada mesin CNC Horizontal Milling-Maho (MH-C 700) pada bulan Maret-24 April 2019 dapat dilihat pada Tabel 6.

Tabel 6. Breakdown Losses bulan Maret – 24 April 2019

Bulan	Downtime (menit)	Loading Time (menit)	Breakdown Losses
Maret	450	2945	15%
April	525	2555	21%

- *Setup adjustment losses*

$$\text{Setup adjustment losses} = \frac{\text{Set up Time}}{\text{Loading Time}} \times 100\%$$

Untuk Perhitungan nilai *set up and adjustment losses* per bulan pada mesin CNC Horizontal Milling-Maho (MH-C 700) pada bulan Maret-24 April 2019 dapat dilihat pada Tabel 7.

Tabel 7. Set up adjustment losses bulan Maret – 24 April 2019

Bulan	Total Output	Set Up (menit)	Loading Time (menit)	Set Up Losses
Maret	13 Prouk	195	2945	7%
April	12 Produk	180	2555	7%

- *Idling minor Stoppages Losses*

$$\text{Idling and minor stoppages losses} = \frac{(\text{target-Output}) \times \text{ideal cycle time}}{\text{Loading Time}} \times 100\%$$

Perhitungan nilai *Idle and Minor Stoppages* per bulan pada mesin CNC Horizontal Milling-Maho (MH-C 700) pada bulan Maret-24 April 2019 dapat dilihat pada Tabel 8.

Tabel 8. nilai Idle and Minor Stoppages bulan Maret-24 April 2019

Bulan	Target (Produk)	Output (produk)	Idling and minor Stoppages
Maret	18	12	28%
April	15	12	16%

- *Reduced Speed Losses*

$$\text{Reduced Speed Losses} = \frac{(\text{actual cycle time} - \text{ideal cycle time}) \times \text{Output}}{\text{Loading Time}} \times 100\%$$

Perhitungan nilai *Reduced Speed Losses* per bulan pada mesin CNC Horizontal Milling-Maho (MH-C 700) pada bulan Maret-24 April 2019 dapat dilihat pada tabel 9.

Tabel 9. Reduced Speed Losses bulan Maret – 24 April 2019

Bulan	Ideal Cycle Time (menit)	Actual Cycle Time (menit)	Loading Time (menit)	Total Produk	Reduced Speed Losses
Maret	139	208	2945	12	28%
April	139	169	2555	12	14%

- *Defects Losses*

$$\text{Defect Losses} = \frac{\text{ideal cycle time} \times \text{total defect}}{\text{Loading Time}} \times 100\%$$

Perhitungan nilai *Quality losses* per bulan pada mesin CNC Horizontal Milling-Maho (MH-C 700) pada bulan Maret-24 April 2019 dapat dilihat pada tabel 10.

Tabel 10. Quality losses bulan Maret-24 April 2019

Bulan	Total Produksi	Output Ok	Loading Time (menit)	Ideal Cycle Time (menit)	Total Defect	Defect Losses
Maret	13	12	2945	139	1	5%
April	12	12	2555	139	0	0

- *Reduced Yield*

$$\text{Scrap losses} = \frac{\text{ideal cycle time} \times \text{scrap}}{\text{Loading Time}} \times 100\%$$

Setelah melakukan perhitungan *six big losses* maka diketahui mana *losses* yang terbesar sampai yang terkecil. *Losses* terbesar pada sampai terkecil pada mesin CNC Horizontal Milling-Maho (MH-C 700) yaitu, *idle minor stoppages losses* 28% dan 16%, *Reduced Speed Losses* 28% dan 14%, *equipment failure losses/Breakdown losses* 15% dan 21%, *set up and adjustment losses* 7% dan 7%, serta yang terkecil adalah *Defect Losses* 5% dan 0%. Untuk mempermudah dalam pembacaan hasil perhitungan *six big losses* maka ditampilkan gambar 1. hasil perhitungan analisis *six big losses* total pada bulan Maret – 24 April 2019.

Gambar 1. six big losses pada bulan Maret – 24 April 2019.

3.2 Analisis Penyebab Rendahnya OEE

Setelah dilakukan perhitungan *six big losses* pada mesin CNC Horizontal Milling-Maho (MH-C 700) dan dilakukan *branstroming* terhadap orang-orang yang terlibat langsung pada penelitian ini, yaitu operator mesin CNC Horizontal Milling-Maho (MH-C 700), *maintenance* serta *supervisor* produksi. Dari perhitungan diatas mengenai *six big losses* diketahui bahwa *losses* terbesar adalah pada *idling minor stoppages losses* yang memiliki presentase sebesar 28% dan 16% pada bulan Maret dan April 2019. Kemudian untuk mengetahui akar penyebabnya dengan menggunakan *Fishbone* diagram, faktor yang dianalisa dalam *Fishbone* diagram adalah manusia, mesin, metode, dan material. Berikut dibawah ini gambar 2. diagram *Fishbone* tentang analisis *idling minor stoppages losses*.

Gambar 2. Diagram *Fishbone*

Dengan penjelasan diagram *Fishbone* yang ditampilkan pada gambar 4.3 dapat diketahui apa penyebab rendahnya hasil nilai OEE yang akan dijelaskan pada penjelasan dibawah ini :

1. Manusia

Banyak faktor yang mempengaruhi kenapa *Maintenance* di PT. Shinkobe Engineering dikatakan belum baik karena pelaksanaan kegiatan perawatan terhadap mesin tidak berjalan dengan semestinya sesuai jadwal perawatan, sehingga mesin mengalami kerusakan sebelum tiba waktunya untuk perawatan. Hal ini juga tidak terlaksana karena pada bagian *maintenance* yang masih kekurangan tenaga kerja pada bagian *maintenance* yang mana hanya ada 2 (dua) orang tenaga kerja dibagian *maintenance* yang harus terus rutin mengecek kondisi mesin yang tidak sedikit di PT Shinkobe Engineering karena hal ini menyebabkan tidak bisa melaksanakan perawatan secara lebih baik. Pengajuan penambahan tenaga kerja pada bagian *maintenance* sudah pernah diajukan namun *top management* menolaknya dengan alasan hanya akan menambah biaya saja. Jika penambahan tenaga kerja disetujui maka kegiatan perawatan bisa lebih teratur lagi dan mesin bisa dioperasikan dengan lebih maksimal lagi dan kerusakan mesin yang parah bisa dihindari dengan rutinnya pelaksanaan perawatan mesin.

2. Mesin

Kerugian yang disebabkan karena kerusakan peralatan dan mesin ini disebabkan karena *tools* untuk melakukan proses kerja sering rusak/aus hal ini dikarenakan *tools* tersebut sering bergantian penggunaanya dengan mesin lain sehingga rentan sekali terhadap aus, dan juga karena jumlahnya terbatas sehingga mesin harus berhenti atau tidak dioperasikan. Kendala pada mesin itu yaitu kecepatan pengoprasian mesin yang sudah berkurang karena umur mesin dan juga metode perawatan yang kurang tepat sehingga kadang mesin sering mengalami kerusakan

dan salah satu contohnya meja mesin yang bergetar atau kendur sehingga proses produksi kurang maksimal sehingga bisa menyebabkan hasil produksi kurang maksimal dan bisa menyebabkan NG (*not good*) pada produk. Hal ini terjadi karena tidak berjalannya perawatan terhadap mesin secara teratur dan hanya melakukan perbaikan jika mesin mengalami kerusakan saja, dan operator kurang tanggap mengenai gejala kerusakan mesin yang terjadi dan baru menyadari jika gejala sudah semakin parah. Dan masalah yang lain adalah penggantian *collant* untuk proses pendinginan saat sedang menjalankan mesin tidak dilakukan secara teratur dan hanya mengganti jika *collant* sudah sangat berbau yang tentunya membutuhkan waktu lebih karena harus menguras *collant* sampai habis, jika hal ini dibiarkan saja maka proses produksi bisa terganggu dan bisa menyebabkan hasil produksi kurang maksimal. Untuk mengantisipasi *tools* sering rusak lebih baik setiap mesin diberikan *tools* masing-masing yang sering digunakan dan mencari *tools* man untuk mengasah *tools* sehingga *tools* akan siap selalu digunakan.

3. Metode

Kerugian ini mengakibatkan waktu *actual cycle time* tidak sesuai dengan standar *cycle time* yang sudah ditetapkan oleh perusahaan. Dalam kerugian ini penyebab utamanya adalah penyetingan material dan *tools* yang memakan waktu yang lama yang membutuhkan waktu sekiranya 15 menit untuk menyeting material di atas mesin dan karena *tools* yang rusak/aus sehingga harus diasah atau diganti dengan yang baru dan harus melakukan kembali penyetingan ulang *tools* pada benda kerja yang menyebabkan *actual cycle time* tidak sesuai dengan semestinya, untuk mengantisipasi hal tersebut sebaiknya dibuatkan alat bantu setting material sehingga bisa mempercepat proses karena mesin itu hanya memproses produk itu saja.

4. Material

Masalah yang terjadi adalah material yang sifatnya keras dan ulet namun kemampuan mesin kurang maksimal dalam pengerjaannya serta *tools* yang sering aus karena penggunaannya sering bergantian.

5. Lingkungan

Masalah yang terjadi pada lingkungan yaitu sering terjadinya penumpukan debu dan kotoran pada mesin dan juga panel sehingga bisa menyebabkan masalah jika tidak dibersihkan, dan juga suhu ruangan yang dirasa cukup panas sehingga membuat para operator mesin merasa cepat kelelahan karena suhu yang diatas rata-rata.

4. KESIMPULAN

Penyebab rendahnya presentase OEE pada mesin CNC Horizontal Milling – Maho (MH-C 700) adalah dari nilai *Availability rate* yang tergolong lumayan rendah, yang disebabkan oleh mesin yang terkadang rusak saat sedang digunakan dan kerusakan pada *tools*. Adapun dari nilai *Perfomance Rate* merupakan presentase yang terendah dari ketiga komponen dari OEE. Yang menyebabkan nilai presentase rendah adalah waktu *actual cycle time* yang jauh berbeda dari waktu yang seharusnya ditetapkan, karena sering terjadinya *tools* rusak sehingga waktu *actual cycle time*nya menjadi tidak ideal lagi.

Penyebab sering terjadinya kerusakan mesin yang menyebabkan mesin berhenti beroperasi dalam waktu yang lama dan singkat yaitu kegiatan perawatan tidak teratur walau sudah dijadwalkan, *tools* sering rusak sehingga harus diasah dahulu, penyetingan ulang *tools* diatas meja kerja yang menyebabkan mesin berhenti singkat dan ada waktu tunggu ketika *tools* sedang diasah/menunggu giliran *tools* dipakai.

5. DAFTAR PUSTAKA

- Almeanazel, O.T.R. 2010, “*Total Productive Maintenance Review and Overall Equipment Effectiveness*” Vol. 4, No. 4 ISSN 1995-6665, Departement Of Mechanical and Industrial Engineering, Hashemite University, Zarqa, Jordan.
- Ansori dan Mustajib. 2013. Sistem perawatan terpadu. Yogyakarta. Graha Ilmu.

- Arifianto, Asyrof. 2018. “Penerapan *Total Productive Maintenance* (TPM) Dengan Menggunakan Metode *Overall Equipment Effectiveness*”. Tugas Akhir. Fakultas Teknologi Industri Yogyakarta. Universitas Islam Indonesi. Yogyakarta.
- Corder, A., 1996. Teknik Manajemen Pemeliharaan. Erlangga. Jakarta.
- Ganjar Subagio, Dalmasius. 2012. Pemograman CNC dan Aplikasi di Dunia Industri. Informatika Bandung.
- Pranoto, J., et. al. 2013. *Implementasi Studi Preventive Maintenance Fasilitas Produksi dengan Metode Reliability Centered maintenance pada PT. XYZ*. E-jurnal Teknik Industri FT USU Vol 1: 18 – 24
- Pujotomo dan Rama. 2007. Analisis Sistem Perawatan Komponen *Bearing Bottop Roller* dan V belt mesin *Ring Frame* RY-5 pada Departemen *Spinning* II (di PT Danliris Surakarta). Jurnal Teknik Industri. Vol 2(2), pp 40-48.
- Rinawati, Dyah Ika. Dewi, Nadia Cynthia 2014. Analisis Penerapan Total Productive Maintenance (TPM) Menggunakan *Overall Equipment Efectiveness* (OEE) Dan *Six big losses* Pada Mesin Cavitec Di PT. Essentra Surabaya. Pros iding SNATIF Ke -1 Tahun 201 4. ISBN: 978-602-1180-04-4.
- Sudrajat, A., 2011. Pedoman Praktis Manajemen Perawatan Mesin Industri. Refika Aditama. Bandung.