

## **ANALISA *TOTAL PRODUCTIVE MAINTENANCE* MESIN CINCINNATI DI PT. DIRGANTARA INDONESIA**

Marni Astuti<sup>1</sup>, Eko Poerwanto<sup>2</sup>, Yogi Rahman P<sup>3</sup>  
Sekolah Tinggi Teknologi Adisutjipto Yogyakarta  
Jalan Janti Blok R, Lanud Adisutjipto, Yogyakarta  
<sup>1</sup>stta\_marni@yahoo.co.id

### ***Abstract***

*The creation of a good product PT. DIRGANTARA INDONESIA assisted with production machines, one of which is the machine CNC MACHINE (DOUBLE CINCINNATI Milacron gantry ALUMINIUM TYPE-F), the role of a machine type-f CNC machine itself is very influential in the existing production process at PT. DIRGANTARA INDONESIA. The lack of treatment systems for the repair and replacement of components caused because the machines that is already beyond the age of many techniques, resulting in the production of the company to become unstable.*

*In this study used methods Overall Equipment Effectiveness (OEE) and the concept of autonomous maintenance and using Failure Mode and Effect Analysis (FMEA) to determine analyze potential errors or failures, it is advisable to keep using autonomous maintenance as minor maintenance.*

*Analysis and discussion of the results obtained OEE decline in 2014 to 2015 is 86.15% to 75.62% drop is due to the low value availability, and get the highest objective value RPN 441 on a 40 point damage to component Servo Off. Solutions to make improvements to enable the Total Productive Maintenance in which includes Autonomous Maintenance.*

**Keywords:** *Total Productive Maintenance (TPM), Overall Equipment Effectiveness (OEE), Autonomous Maintenance, Failure Mode and Effect Analysis (FMEA)*

### **1. Pendahuluan**

Aktivitas *maintenance* merupakan kegiatan rutin yang harus direncanakan oleh sebuah perusahaan. Fasilitas sarana dan prasarana utama dan pendukung kegiatan produksi menjadi penting untuk direncanakan perawatannya. Sehingga kegiatan produksi dapat berjalan dengan lancar. *Maintenance* ialah kegiatan pendukung bagi kegiatan komersil, maka seperti kegiatan lainnya, *maintenance* harus efektif, efisien dan berbiaya rendah. Dengan adanya biaya *maintenance* ini, maka mesin/ peralatan produksi dapat digunakan sesuai dengan rencana dan tidak mengalami kerusakan selama jangka waktu tertentu yang telah direncanakan tercapai [1].

Akibat yang ditimbulkan karena kerusakan mesin atau peralatan adalah produk tidak sesuai dengan standar dan harus diolah kembali agar sesuai dengan standar. Selain itu, peralatan produksi yang tidak beroperasi dengan baik, dapat

mempengaruhi proses lainnya [2]. Kebijakan *maintenance* dikelompokkan menjadi 5 yaitu, Perawatan Kerusakan (Breakdown Maintenance), Perawatan Pencegahan (Preventive Maintenance), Perawatan Terjadwal (Schedule Maintenance), Perawatan Prediktif (Predictive Maintenance), dan *Autonomous Maintenance* [1].

PT. Dirgantara Indonesia sebagai salah satu produsen komponen pesawat terbang dan helikopter berupa Front Spar Airbus A-380. Komponen ini berfungsi untuk menahan beban geser yang diberikan oleh sayap pesawat terbang. Dalam pembuatan Front Spar mesin yang digunakan yaitu mesin CNC (*Cincinnati Milacron Double Gantry Aluminium Type-F*). Mesin CNC ini adalah mesin otomatisasi alat kontrol dimulai pada tahun 1984 dan kemudian digunakan aktif pada tahun 1986.

Mesin *Cincinnati* merupakan mesin penting dalam produksi di PT. Dirgantara Indonesia. Mesin

ini sangat besar peranannya, karena merupakan mesin yang memproduksi secara langsung komponen-komponen utama pesawat terbang yang berukuran besar yang tidak mampu dibuat oleh mesin-mesin lainnya. Untuk meningkatkan utilitas mesin CNC proses perawatan dilakukan secara berkala dan kontinu, karena kondisi mesin yang sudah cukup tua dan merupakan mesin utama dalam bagian produksi Front Spar Airbus A-380 [3]. Aktivitas *maintenance* dan apabila terjadi kerusakan mesin CNC (*Cincinnati Milacron Double Gantry Aluminium Type-F*) yang mengakibatkan komponen harus diperbaiki atau diganti dapat mengakibatkan *downtime*. Selama tahun 2014 – 2015 terjadi 40 jenis kerusakan komponen. Dari data *maintenance* diketahui *downtime* mengalami peningkatan. Pada tahun 2014 total *downtime* sebesar 18.163 menit dari 284.340 menit waktu efektif (6,39%) dan tahun 2015 total *downtime* sebesar 31.471 menit dari 283.920 menit (11,08%).

Peningkatan *downtime* tersebut membutuhkan suatu pendekatan untuk mengurangi tingkat *downtime* sehingga dapat meningkatkan produksi mesin Cincinnati. *Total Productive Maintenance* (TPM) memiliki manfaat meningkatkan produktivitas dengan meminimalkan kerugian-kerugian pada perusahaan. Secara menyeluruh definisi dari *Total Productive Maintenance*. (TPM) mencakup lima elemen yaitu [4] :

1. TPM bertujuan untuk menciptakan suatu sistem *Preventive Maintenance* (PM) untuk memperpanjang umur penggunaan mesin/peralatan.
2. TPM bertujuan untuk memaksimalkan efektivitas mesin/ peralatan secara keseluruhan (*overall effectiveness*).
3. TPM dapat diterapkan pada berbagai departemen (seperti *engineering*, bagian produksi, dan *maintenance*).
4. TPM melibatkan semua orang mulai dari tingkatan manajemen tertinggi hingga para karyawan/ operator lantai produksi.
5. TPM merupakan pengembangan dari sistem *maintenance* berdasarkan PM melalui manajemen motivasi.

Kegiatan dan tindakan-tindakan yang dilakukan dalam TPM tidak hanya berfokus pada pencegahan terjadinya kerusakan pada

mesin/ peralatan dan meminimalkan *downtime* mesin/ peralatan. Akan tetapi banyak faktor yang dapat menyebabkan kerugian akibat rendahnya efisien mesin/ peralatan. Rendahnya produktivitas mesin/ peralatan yang menimbulkan kerugian bagi perusahaan sering diakibatkan oleh penggunaan mesin/ peralatan yang tidak efektif dan efisien yang mengakibatkan enam faktor kerugian besar (*six big losses*) [4].

Penentuan kerugian akibat downtime dianalisa dengan *Overall Equipment Effectiveness*. *OEE* merupakan ukuran menyeluruh yang diidentifikasi tingkat produktivitas mesin/peralatan dan kinerjanya secara teori. Pengukuran ini sangat penting untuk mengetahui area mana yang perlu untuk ditingkatkan produktivitasnya ataupun efisiensi mesin/ peralatan *OEE* juga merupakan alat ukur untuk mengevaluasi dan memperbaiki cara yang tepat untuk menjamin peningkatan produktivitas penggunaan mesin/peralatan [4]. Standar *benchmark world class* *OEE* relatif karena pada beberapa perusahaan memiliki standar skor yang berbeda. Standar ini selalu didorong lebih tinggi sejalan meningkatnya persaingan dan harapan [2].

Salah satu faktor penyebab *downtime* mesin adalah kerusakan komponen. Mereduksi jenis kerusakan dari setiap komponen kritis dilakukan untuk menganalisis potensi kesalahan atau kegagalan dalam sistem atau proses, dan potensi yang teridentifikasi akan diklasifikasikan menurut besarnya potensi kegagalan dan efeknya terhadap proses. Analisis ini untuk mengidentifikasi *potential failure mode* yang berbasis kepada kejadian dan pengalaman yang telah lalu berkaitan dengan produk atau proses serupa dengan menggunakan metode *Failure Mode and Effect Analysis (FMEA)*.

## 2. Metode Penelitian

Identifikasi kerusakan dan mengurangi *downtime* mesin CNC serta mereduksi potensi kerusakan dilakukan dengan beberapa tahapan meliputi:

1. Nilai-nilai indikator dari *overall equipment effectiveness*, yaitu:
  - a. Perhitungan availability

$$= \frac{\text{operation time}}{\text{loading time}} \times 100\% \quad (1)$$

- b. Perhitungan *performance rate (PR)*

$$= \frac{\text{Time Run} - \text{Minor Stoppages} - \text{Reduced Speed}}{\text{Time Run}} \times 100 \quad (2)$$

- c. Perhitungan *overall equipment effectiveness*

$$= \frac{\text{Passed Amount} - \text{Defect Amount}}{\text{Passed Amount}} \times 100\% \quad (3)$$

2. Perhitungan overall equipment effectiveness.  
 $OEE = \text{Availability} \times \text{Performance Efficiency} \times \text{Rate of Quality Product} \times 100\% \quad (4)$

Jika OEE = 100%, produksi dianggap sempurna: hanya memproduksi produk tanpa cacat, bekerja dalam *performance* yang cepat, dan tidak ada *downtime*.

Jika OEE = 85% produksi dianggap kelas dunia. Bagi banyak perusahaan, skor ini merupakan skor yang cocok untuk menjadikan *goal* jangka panjang.

Jika OEE = 60%, produksi dianggap wajar, tapi menunjukkan ada ruang yang besar untuk *improvement*.

Jika OEE = 40% produksi dianggap memiliki skor yang rendah, tapi dalam kebanyakan kasus dapat dengan mudah di-*improve* melalui pengukuran langsung (misal, dengan menelusuri alasan-alasan *downtime* dan menangani sumber-sumber penyebab *downtime* secara satu per satu [5]).

3. *Autonomus maintenance*, pemeliharaan kecil terhadap operator dilihat dari permasalahan disetiap komponen kerusakan.
4. Perhitungan FMEA dilakukan untuk mengetahui *Risk Priority Number (RPN)* yang menentukan tingkat kegagalan tertinggi. *Risk Priority Number (RPN)* merupakan hubungan antara tiga buah variable yaitu, *severity* (keparahan), *occurrence* (frekuensi kejadian), *detection* (deteksi kegagalan) yang menunjukkan tingkat resiko yang mengarah pada tindakan perbaikan. Untuk mendapatkan nilai RPN yaitu,  
 $RPN = \text{Severity (S)} \times \text{Occurrence (O)} \times \text{Detection (D)} \quad (5)$
5. Analisis kerusakan dengan pendekatan komponen, mesin, material dan manusia

### 3. Hasil dan Pembahasan

Mesin Cincinnati sebagai mesin utama produksi Front Spar Airbus A-380, berdasarkan

hasil pengolahan data diperoleh *Availability*, *Performance Rate*, dan *Quality Rate* sebagai berikut (lihat Tabel 1, Tabel 2).

Tabel 1. *OEE mesin CNC (Cincinnati Milacron Double Gantry Aluminium Type-F) 2014*

Bulan	AR%	PR%	QR%	OEE%
Januari	98,91%	98,92%	100%	97,84%
Februari	97,85%	97,89%	100%	95,79%
Maret	94,87%	95,11%	100%	90,23%
April	98,19%	98,21%	100%	96,43%
Mei	96,80%	96,90%	100%	93,78%
Juni	88,3%	89,52%	97,37%	76,97%
Juli	97,01%	97,12%	100%	94,21%
Agustus	87,83%	89,16%	97,29%	76,18%
September	81,08%	84,08%	97,14%	66,22%
Oktober	97,67%	97,72%	100%	95,44%
November	77,78%	81,82%	100%	63,63%
Desember	96,21%	96,34%	100%	92,67%
Rata-rata	92,71%	93,57%	99,32%	86,16%

(sumber: data diolah)

Tabel 2. *OEE mesin CNC (Cincinnati Milacron Double Gantry Aluminium Type-F) 2015*

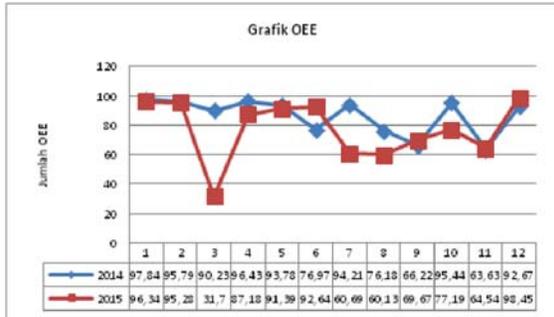
Bulan	AR%	PR%	QR%	OEE%
Januari	98,14%	98,17%	100%	96,34%
Februari	97,59%	97,63%	100%	95,28%
Maret	49,32%	66,4%	96,78%	31,7%
April	93,15%	93,6%	100%	87,18%
Mei	95,5%	95,7%	100%	91,39%
Juni	96,2%	96,3%	100%	92,64%
Juli	76,93%	81,3%	97,05%	60,69%
Agustus	76,58%	80,91%	97,05%	60,13%
September	83,51%	85,9%	97,14%	69,67%
Oktober	88,47%	89,7%	97,29%	77,19%
November	78,45%	82,27%	100%	64,54%
Desember	99,22%	99,23%	100%	98,45%
Rata-rata	86,08%	88,92%	98,78%	75,62%

(sumber: data diolah)

Tabel 3. World Class OEE

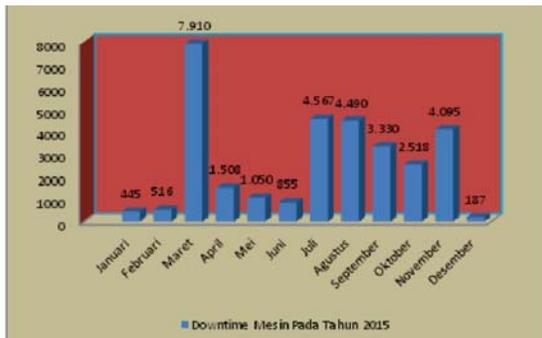
OEE Factor	World Class
Availability	90.0%
Performance	95.0%
Quality	99.9%
Overall OEE	85.0%

(Sumber: www.oee.com/world-class-oee.html)



Gambar 1. OEE tahun 2014 dan 2015

Secara keseluruhan terdapat penurunan nilai *OEE* di tahun 2015 dibandingkan tahun 2014. Terutama pada bulan Maret 2015, nilai *OEE* sebesar 31,7%. Tindakan *improvement* dapat dilakukan dengan menelusuri alasan-alasan *downtime* dan menangani sumbernya.



Gambar 2. Downtime Mesin Cincinati pada tahun 2015

Total *downtime* pada bulan Maret sebesar 7.910 menit sangat tinggi karena ada kerusakan pada *synchron axis B, X, Y*. *Downtime* mesin yang terjadi selama tahun 2014-2015 terjadi karena ada 40 kerusakan komponen mesin. *Downtime* masing-masing komponen perlu dilakukan dikelompokkan untuk mengetahui jenis komponen dan kelompok kerugian akibat *downtime* berdasarkan *Analysis Big Losses* (lihat Tabel 4).

Tabel 4. Six Big Losses

Six Big Losses	Jenis Kerusakan	
Breakdown	B AXIS SYNCRON ERROR	
	HASIL PEMAKANAN : KASAR	
	SYNCRON ERROR X,Y AXIS	
	SYNCRON AXIS B,X,Y	
	SYNCRON ERROR, X AXIS	
	SYNCRON AXIS X	
	AXIS X DAN B SYNCRON ERROR	
	SYNCRON ERROR	
	SYSTEM : ERROR	
	Set Up and Adjusment	TERJADI KENAIKAN SUHU - 12 DEG CELCIUS
CHECK RUN-OUT		
MINTA : GEOMETRY TEST		
STOP CONTACT RUSAK		
DRAW BAR : FAULT		
ATAS MESIN ADA KABUT ASAP		
Idling and Minor Stopagges		OIL HYDRAULIC : HABIS
		MINTA DI GANTI NEON BARU (PADAM )
		HYDRAULIC : BOCOR.
		MESIN : OFF
	INVERTER : ERROR	
	NC MONITOR : OFF	
	LAYAR / MONITOR : PADAM	
	SECONDARY : OVERLOAD	
	SERVO : MATI MENDADAK	
	SERVO : OFF	
Reduce Speed	ALARM OIL HOT	
	RESOLVER : TIDAK SIMETRIS	
	M03 TIDAK MAU RELEASE	
Process Defect	MESIN BERGETAR HASIL PEMAKANAN KASAR	
	HASIL PART PADA BAGIAN CORNER TERJADI UNDERCUT.	
	MINTA CEK GEOMETRY HASIL PART MINUS	
	SPINDLE #1 DRAWBAR FAULT	
	TOOL SPINDLE #3 : TIDAK BISA DIBUKA	
	CUTTER SPINDLE #1 TIDAK MAU ON	
	Reduce Yield Losses	MOTOR : BERASAP
SALURAN COOLANT : TERSUMBAT		
SALURAN ANGIN BOCOR		
COOLANT : MACET		
WORK LAMP : LEPAS		
	WAY GEAR : KERING	

(sumber: data diolah)

Selanjutnya tahap ke lima dilakukan analisis *FMEA* untuk menganalisa potensi kesalahan atau kegagalan dalam sistem atau proses, dan potensi yang teridentifikasi akan diklasifikasikan menurut besarnya potensi kegagalan dan efeknya terhadap proses.

Dalam perhitungan *FMEA* dapat melakukan perhitungan *Risk Priority Number* (RPN) untuk menentukan tingkat kegagalan tertinggi. *Risk Priority Number* (RPN) merupakan hubungan antara tiga buah variable yaitu, *severity* (keparahan), *occurrence* (frekuensi kejadian), *detection* (deteksi kegagalan) yang menunjukkan tingkat resiko yang mengarah pada tindakan perbaikan. Untuk mendapatkan nilai RPN yaitu  $RPN = Severity (S) \times Occurrence (O) \times Detection (D)$ .

Tabel 5. Urutan rating tertinggi berdasarkan nilai hasil RPN Obyektif

No	Jenis Kerusakan	RPN
1	SERVO : OFF	441
2	SYNCRON AXIS B,X,Y	315
3	SERVO : MATI MENDADAK	280
4	MINTA : GEOMETRY TEST	252
5	LAYAR / MONITOR : PADAM	225
6	SYSTEM : ERROR	189
7	MINTA CEK GEOMETRY HASIL PART MINUS	180
8	OIL HYDRAULIC : HABIS	144
9	M03 TIDAK MAU RELEASE	140
10	SYNCRON AXIS X	140
11	NC MONITOR : OFF	135
12	SALURAN ANGIN BOCOR	108
13	MESIN : OFF	108
14	WAY GEAR : KERING	105
15	AXIS X DAN B SYNCRON ERROR	105
16	SALURAN COOLANT : TERSUMBAT	90
17	COOLANT : MACET	90
18	RESOLVER : TIDAK SIMETRIS	90
19	SYNCRON ERROR	90
20	INVERTER : ERROR	90
21	B AXIS SYNCRON ERROR	84
22	MESIN BERGETAR HASIL PEMAKANAN KASAR	84
23	SECONDARY : OVERLOAD	84
24	SYNCRON ERROR, X AXIS	75
25	DRAW BAR : FAULT	75
26	ATAS MESIN ADA KABUT ASAP	75
27	MOTOR : BERASAP	70
28	HYDRAULIC : BOCOR.	64

lanjutan Tabel 5

No	Jenis Kerusakan	RPN
29	ALARM OIL HOT	60
30	SPINDLE #1 DRAWBAR FAULT	60
31	CUTTER SPINDLE #1 TIDAK MAU ON	60
32	WORK LAMP : LEPAS	56
33	CHECK RUN-OUT	54
34	HASIL PART PADA BAGIAN CORNER TERJADI UNDERCUT.	54
35	HASIL PEMAKANAN : KASAR	48
36	SYNCRON ERROR X,Y AXIS	45
37	TOOL SPINDLE #3 : TIDAK BISA DIBUKA	45
38	TERJADI KENAIKAN SUHU - 12 DEG CELCIUS	36
39	MINTA DI GANTI NEON BARU (PADAM)	30
40	STOP CONTACK RUSAK	18

Komponen Servo yang mati akan mengakibatkan downtime yang lama karena komponen servo merupakan komponen utama dari mesin Cincinnati.

Tabel 6. Rating Six Big Losses

NO	JENIS KERUSAKAN	S	O	D	RPN
1	Breakdown	7	9	5	315
2	Set Up and Adjustment	6	6	5	180
3	Idling and Minor Stoppages	7	9	3	189
4	Reduce speed	3	3	4	36
5	Process Defect	5	3	3	45
6	Reduce Yield Losses	9	6	3	162

(Sumber : data diolah)

Kerugian akibat kerusakan komponen mesin dalam *Six big Loses* menjadi *rating* pertama karena adanya kerusakan pada Servo.

*Downtime* pada mesin Cincinnati dapat berpengaruh terhadap *performance* mesin tersebut yang mengakibatkan terganggunya proses produksi. Hal ini disebabkan faktor-faktor berikut:

- a. Faktor Komponen
 

Merupakan sebab utama yang mengakibatkan kerusakan, karena:

Kurangnya pengecekan komponen pada mesin sehingga kerusakan yang terjadi tidak terduga dan didalam melakukan perbaikan, komponen yang seharusnya diganti tetapi tidak diganti

karena komponen yang harus dipesan terlebih dahulu dan sebagian komponen yang sudah tidak ada lagi di pasaran.

Kerusakan pada mesin sulit diperkirakan karena faktor umur mesin yang sudah tua.

b. Faktor Mesin

*Setting* pemanasan pada mesin yang kurang optimal.

Kerusakan komponen terjadi pada saat mesin beroperasi.

Mesin yang digunakan sudah tua sehingga sulit untuk memperbaiki kerusakan komponen tertentu.

Mesin dioperasikan terus menerus sehingga komponen cepat rusak.

c. Faktor Material

Ketersediaan suku cadang kurang sehingga penggantian komponen tidak dilakukan.

Beberapa komponen sulit diperbaiki sehingga membutuhkan waktu yang sangat lama untuk diperbaiki.

d. Faktor Manusia

Kurangnya pengawasan pada mesin sehingga terjadi kerusakan pada mesin.

Operator/ pekerja dalam membersihkan mesin kurang teliti.

#### 4. Kesimpulan

1. Mesin CNC (*Cincinnati Milacron Double Gantry Aluminium Type-F*) pada tahun 2014 dan 2015 terdapat penurunan nilai *OEE* dari 86,15% menjadi 75,62% yang dapat mengakibatkan *performance* dan jumlah produksi menurun.
2. Waktu total *downtime* pada tahun 2014 dan 2015 terdapat peningkatan yaitu sebesar 302,72 jam menjadi 31.471 jam, dikarenakan waktu pengerjaan perbaikan ataupun penggantian komponen mesin pada tahun 2015 lebih besar dibandingkan tahun 2014.
3. Setelah dilakukan analisis *FMEA* obyektif dan *six big losses* ada 40 point komponen kritis yang sering menyebabkan *downtime* pada mesin CNC (*Cincinnati Milacron Double Gantry Aluminium Type-F*). Dari 40 point komponen tersebut, sudah dilihat bahwa berdasarkan nilai obyektif *RPN* yang tertinggi yaitu komponen *Servo off* dan *Six big losses* tertinggi pada *Breakdown*. Semakin

tinggi nilai *RPN* pada komponen kritis, maka komponen tersebut perlu mendapatkan perhatian utama.

4. Keterkaitan antara *Autonomous Maintenance* dengan *Overall Equipment Effectiveness* serta *FMEA* adalah pada perawatan dini yang dilakukan operator terhadap mesin, agar mesin tersebut bisa berfungsi dengan baik. Dengan kata lain *Autonomous Maintenance* merupakan langkah awal yang harus dilakukan oleh operator dengan cara melakukan pengecekan mesin sebelum mesin tersebut dioperasikan, sehingga dapat mengurangi *six big losses* dari mesin. *Autonomous Maintenance* juga bisa dilakukan dengan cara melakukan kegiatan *maintenance* berdasarkan urutan *FMEA*, ketika mesin mengalami kerusakan pada saat proses produksi.

#### 5. Saran

Analisis dapat dikembangkan pada kelayakan pembelian mesin Cincinnati yang baru karena mesin yang ada sudah cukup tua.

#### 6. Ucapan Terima kasih

Penulis mengucapkan terima kasih kepada semua pihak yang telah membantu dalam penelitian ini.

#### DAFTAR PUSTAKA

- [1] Castleman, Kenneth R., 2004, *Digital Image Processing*, Vol. 1, Ed.2, Prentice Hall, New Jersey.
- [2] Gonzales, R., P. 2004, *Digital Image Processing (Pemrosesan Citra Digital)*, Vol. 1, Ed.2, diterjemahkan oleh Handayani, S., Andri Offset, Yogyakarta.
- [1] Sudrajat, 2011, *Manajemen Perawatan*, Universitas Widyatama.
- [2] Eris Kusnadi, 2011, *Tentang OEE (Overall Equipment Effectiveness)*, <http://eriskusnadi.wordpress.com/2011/09/24/tentang-overall-equipment-effectiveness/>, diakses tanggal 28 Oktober 2015.

- [3] M., Riseno R., Kusmaningrum, Yanti Helianty, 2015, *Analisis Kebijakan Perawatan Mesin Cincinmati Dengan Menggunakan Metode Reliability Centered Maintenance di PT. DIRGANTARA INDONESIA*”, Jurnal Online Institut Teknologi Nasonal, Vol.03.
- [4] Nakajima, S., *TPM Development Program*, 1998, Productivity Press inc, Cambridge. P1.
- [5] [www.leanproduction.com](http://www.leanproduction.com) diakses tanggal 25 Oktober 2016.