

PERHITUNGAN OEE (*OVERALL EQUIPMENT EFFECTIVENESS*) PADA MESIN KOMURI 2 LITHRONE S40 DAN HEIDELBERG 4WE DALAM RANGKA PENERAPAN *TOTAL PRODUCTIVE MAINTENANCE* (TPM)

Amru Khaifa Wafa, Bambang Purwanggono *)

Program Studi Teknik Industri, Fakultas Teknik, Universitas Diponegoro,
Jl. Prof. Soedarto, SH, Kampus Undip Tembalang, Semarang, Indonesia 50275

Abstrak

Pada industri moderen saat ini, kulaitas sangat menjadi prioritas bagi hampir seluruh perusahaan di dunia. PT. Solo Murni adalah salah satu perusahaan percetakan terbesar di indonesia yang memiliki pasar hampir di seluruh dunia. Kesuksesan yang selama ini telah dicapai tidak akan terpisah dengan quality control yang baik. Berdasarkan latar belakang masalah, penelitian dilakukan karena produktitas mesin Komuri 2 Lithrone S40 dan Heidelberg 4WE dirasa sudah mulai menurun, sehingga sangat penting untuk menganalisis faktor apa yang paling dominan serta benkontribusi dalam rangka untuk memperbaiki dan sebagai input dalam penerapan Total Productive Maintenance (TPM). Setelah penelitian dilakukan, rata –rata nilai perhitungan OEE pada Komuri 2 Lithrone S40 adalah 49.52% dan Heidelberg 4WE adalah 42.65%. Dapat disimpulkan bahwasanya efektivitas dari kedua mesin tersebut masih jauh jika dibandingkan dengan worldclass standard yaitu sebesar 85%. Faktor six big losses yang paling berkontribusi pada Komuri 2 Lithrone S40 dan Heidelberg 4WE preparation equipment dengan persentase sebesar 25.55% dan 32.13% serta gangguan mesin dan menganggur sebesar 31.62% and 37.38%.

Kata kunci: TPM, OEE, Six Big Losses

Abstract

[OEE (Overall Equipment Effectiveness) Calculations on Komuri 2 Lithrone S40 Engine and Heidelberg 4WE Engine In Order to Total Productive Maintenance (TPM) Applications] Today in the modern industry, quality be a top priority for almost all companies in the world. PT. Solo Murni is one of the largest printing company in Indonesia that has market share was almost cover the whole world. The success that has been achieved so far would not be separated from good quality control. Based on the problem background, the research do because the productivity of the machine Komuri 2 Lithrone S40 and Heidelberg 4WE felt has begun to decline, so it is necessary to identify and analyze the factors that most dominant and contributed in order to immediately be repaired and as inputs in the implementation of Total Productive Maintenance (TPM). After the research is done, the averages of OEE calculation for Komuri 2 Lithrone S40 is equal to 49.52% and Heidelberg 4WE is equal to 42.65%. It can be concluded that the effectiveness of the two machines are still far from worldclass standard that is equal to 85%. Six big losses of factors that contribute most to Komuri 2 Lithrone S40 and Heidelberg 4WE is preparation equipment with a percentage of 25.55% and 32.13% and impaired engine and idle at 31.62% and 37.38%.

Keywords: TPM, OEE, Six Big Losses

*) Penulis, Penanggung Jawab

1. PENDAHULUAN

Pada industry modern seperti sekarang ini, kualitas menjadi prioritas utama bagi hampir semua perusahaan di dunia. PT. Solo Murni merupakan salah satu perusahaan percetakan terbesar di Indonesia yang pangsa pasarnya sudah hampir mengcover seluruh dunia, dengan keberhasilan yang sudah dicapai saat ini tentu tidak akan lepas dari pengendalian kualitas yang baik. Pada prakteknya kualitas barang atau produk juga akan sangat ditentukan oleh seberapa baik mesin itu bekerja, sehingga perlu adanya peningkatan efektivitas mesin yang ada dengan seoptimal mungkin. Namun seringkali usaha perbaikan ini justru membuat pemborosan karena tidak adanya analisa yang lebih spesifik mengenai permasalahan apa yang sebenarnya terjadi. Sehingga diperlukan metode yang tepat untuk menganalisa permasalahan agar peningkatan kinerja mesin dapat dilakukan seoptimal mungkin salah satunya adalah dengan menggunakan perhitungan OEE (*Overall Equipment Effectiveness*).

Berdasarkan latar belakang diatas pembahasan dilakukan dikarenakan produktivitas mesin Komuri 2 Lithrone S40 dan Heidelberg 4WE dirasa sudah mulai menurun, sehingga perlu dilakukan identifikasi dan analisa factor – factor apa saja yang paling dominan agar dapat segera dilakukan perbaikan dan sebagai masukan dalam penerapan *Total Productive Maintenance* (TPM).

Kemudian penelitian difokuskan dibagian cetak dikarenakan proses yang salah satu mesinnya merupakan mesin Komuri 2 Lithrone S40 dan Heidelberg 4WE bersifat sangat penting dimana apabila pada proses cetak ini gagal atau terhenti akan mengakibatkan proses selanjutnya seperti lipat, jahit, dan lain sebagainya akan terhenti.

Dalam melakukan penelitian terdapat factor – factor penghalang yang tidak dapat dihindarkan seperti waktu, dana, serta fasilitas dan akses. Untuk itu perlu dibuat batasan masalah sehingga hasil dari penelitian akurat dan tidak menyimpang. Adapun batasan masalahnya adalah sebagai berikut :

1. Penelitian dilakukan hanya pada proses cetak.
2. Object penelitian dilakukan pada mesin Komuri 2 Lithrone S40 dan Heidelberg 4WE.
3. Tingkat produktifitas dan efisiensi diukur menggunakan perhitungan OEE.
4. Penelitian yang dilakukan tidak sampai pada perhitungan biaya dan penentuan kebijakan.
5. Penelitian yang dilakukan hanya dilakukan hingga pemberian usulan perbaikan.
6. Penjabaran masalah dan penyebabnya dilakukan menggunakan *Fishbone Diagram*.
7. Data yang diambil merupakan data dari tanggal 1 – 31 Agustus 2015.

Tujuan dari penelitian ini adalah sebagai berikut :

1. Merumuskan besar produktivitas dan efisiensi mesin Komuri 2 Lithrone S40 dan Heidelberg 4WE di PT. Solo Murni menggunakan nilai OEE.
2. Mengetahui penyebab utama penurunan efisiensi pada mesin Komuri 2 Lithrone S40 dan Heidelberg 4WE dari *Six Big Losses*.
3. Mengetahui solusi terbaik terkait permasalahan yang ada menggunakan *Fishbone Diagram*.

2. TINJAUAN PUSTAKA

Maintenance adalah semua aktifitas penting yang dilakukan untuk menjaga sistem dan semua komponen didalamnya untuk mampu bekerja dengan baik. Pemeliharaan mesin sangat berpengaruh pada produktivitas mesin sehingga pemeliharaan mesin sebaiknya dilakukan di luar waktu produksi atau pemeliharaan dijadwalkan pada waktu tertentu yang tidak mendadak. Semakin sering pemeliharaan dilakukan maka akan semakin meningkatkan biaya pemeliharaan (Hasriyono, 2009). Terdapat dua jenis *maintenance* yaitu :

1. *Condition maintenance* yaitu mempertahankan kondisi mesin/peralatan agar berfungsi dengan baik sehingga komponen-komponen yang terdapat dalam mesin juga berfungsi sesuai dengan umur ekonomisnya.
2. *Replacement Maintenance* yaitu melakukan tindakan perbaikan dan penggantian komponen mesin tepat pada waktunya sesuai dengan jadwal yang telah direncanakan sebelum kerusakan terjadi.

TPM merupakan suatu sistem perawatan mesin yang melibatkan operator produksi dan semua departemen termasuk produksi, pengembangan pemasaran dan administrasi. TPM memerlukan partisipasi penuh dari semuanya, mulai manajemen puncak sampai karyawan lini terdepan. Operator bukan hanya bertugas menjalankan mesin, tetapi juga merawat mesin sebelum dan sesudah pemakaian (Ginting, 2009).

OEE merupakan metode yang digunakan sebagai alat ukur (metric) dalam penerapan program TPM guna menjaga peralatan pada kondisi ideal dengan menghapuskan six big losses peralatan. Menurut Bhetriansi, et al., (2005) pengukuran OEE ini didasarkan pada pengukuran tiga rasio utama, yaitu

1. *Availability ratio*
2. *Performance ratio*
3. *Quality ratio*

Untuk mendapatkan nilai OEE, maka ketiga nilai dari ketiga rasio utama tersebut harus diketahui terlebih dahulu. Availability ratio merupakan suatu rasio yang menggambarkan pemanfaatan waktu yang tersedia untuk kegiatan operasi mesin atau peralatan. Dengan demikian formula yang digunakan untuk mengukur availability ratio adalah:

$$Availability = \frac{Operation\ Time}{Loading\ Time} = \frac{Loading\ Time - Downtime}{Loading\ Time}$$

Performance ratio merupakan suatu ratio yang menggambarkan kemampuan dari peralatan dalam menghasilkan barang. Rasio ini merupakan hasil dari operating speed rate dan net operating rate. Operating speed rate peralatan mengacu kepada perbedaan antara kecepatan ideal (berdasarkan desain peralatan) dan kecepatan operasi aktual. Net operating rate mengukur pemeliharaan dari suatu kecepatan selama periode tertentu. Dengan kata lain, ia mengukur apakah suatu operasi tetap stabil dalam periode selama peralatan beroperasi pada kecepatan rendah. Formula pengukuran rasio ini adalah:

$$Performance\ Rate = \frac{Processed\ Amount \times Theoretical\ Cycle\ Time}{Operation\ Time}$$

Quality ratio merupakan suatu rasio yang menggambarkan kemampuan peralatan dalam menghasilkan produk yang sesuai dengan standar. Formula yang digunakan untuk pengukuran rasio ini adalah:

$$Quality\ Rate = \frac{Processed\ Amount - Defect\ Amount}{Processed\ Amount}$$

Nilai OEE diperoleh dengan mengalikan ketiga rasio utama tersebut. Secara matematis formula pengukuran nilai OEE adalah sebagai berikut:

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

Menurut Kholil, (2013) dalam rangka mengukur nilai OEE dan ketiga rasionya, terlebih dahulu harus dipahami jenis-jenis kerugian peralatan yang ada. Terdapat 6 kerugian peralatan yang menyebabkan rendahnya kinerja dari peralatan. Keenam kerugian tersebut, disebut dengan six big losses yang terdiri dari:

1. Downtime Losses

- Kerusakan peralatan (equipment failure)

Kerusakan peralatan adalah kerusakan mesin/peralatan yang tiba – tiba terjadi atau tidak diinginkan yang tentu saja menyebabkan kerugian karena terhentinya proses produksi. Selain kerugian waktu yang didapatkan, terdapat pula kerugian material, dan juga ongkos perbaikan pada mesin tersebut.

$$Kerusakan\ mesin = \frac{Total\ Breakdown\ Time}{Loading\ time} \times 100\%$$

- Persiapan peralatan (setup and adjustment)

Persiapan peralatan merupakan salah satu losses yang harus dihindari, karena persiapan peralatan termasuk sebagai penyesuaian dan waktu yang digunakan untuk proses tersebut juga cukup menghambat produksi.

$$Set\ up = \frac{Set\ up\ Time}{Loading\ Time} \times 100\%$$

2. Speed Losses

- Gangguan kecil dan menganggur (idle and minor stoppage)

Gangguan kecil dan menganggur disebabkan oleh pemberhentian mesin sejenak karena adanya mesin macet, operator mempunyai kebutuhan pribadi.

$$Gangguan\ kecil\ dan\ menganggur = \frac{Non\ Productive\ time}{Loading\ Time} \times 100\%$$

- Pengurangan Kecepatan Mesin (reduced speed)

Pengurangan Kecepatan Mesin adalah kerugian dimana mesin tidak bekerja dalam kecepatan seperti seharusnya atau terjadi penurunan kinerja.

$$\text{Kecepatan Rendah} = \frac{\text{Operation time} - (\text{Cycle time} \times \text{actual Product})}{\text{Loading time}} \times 100\%$$

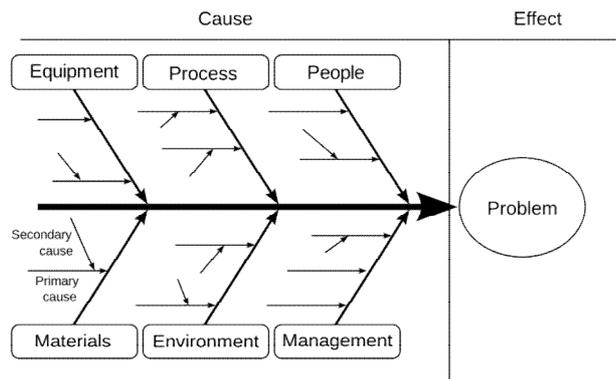
3. Defect Losses

- Cacat produk dalam proses (process defect)

Cacat produk adalah kerugian yang disebabkan karena terdapat produk yang tidak sesuai standard atau cacat. Produk cacat yang dihasilkan akan mengakibatkan kerugian material, limbah, dan mengurangi jumlah produksi.

$$\text{Cacat Produk} = \frac{\text{cycle time} \times \text{defect}}{\text{Loading Time}} \times 100\%$$

Diagram fishbone merupakan suatu alat visual untuk mengidentifikasi, mengeksplorasi, dan secara grafik menggambarkan secara detail semua penyebab yang berhubungan dengan suatu permasalahan. Konsep dasar dari diagram fishbone adalah permasalahan mendasar diletakkan pada bagian kanan dari diagram atau pada bagian kepala dari kerangka tulang ikannya. Penyebab permasalahan digambarkan pada sirip dan durinya (Scarvada, 2004). Kategori penyebab permasalahan yang sering digunakan sebagai start awal meliputi *materials* (bahan baku), *machines and equipment* (mesin dan peralatan), *manpower* (sumber daya manusia), *methods* (metode), *Mother Nature/environment* (lingkungan), dan *measurement* (pengukuran) (Asmoko, 2011). Keenam penyebab munculnya masalah ini sering disingkat dengan 6M. Penyebab lain dari masalah selain 6M tersebut dapat dipilih jika diperlukan. Untuk mencari penyebab dari permasalahan, baik yang berasal dari 6M seperti dijelaskan di atas maupun penyebab yang mungkin lainnya dapat digunakan teknik brainstorming (Kholil, 2013).

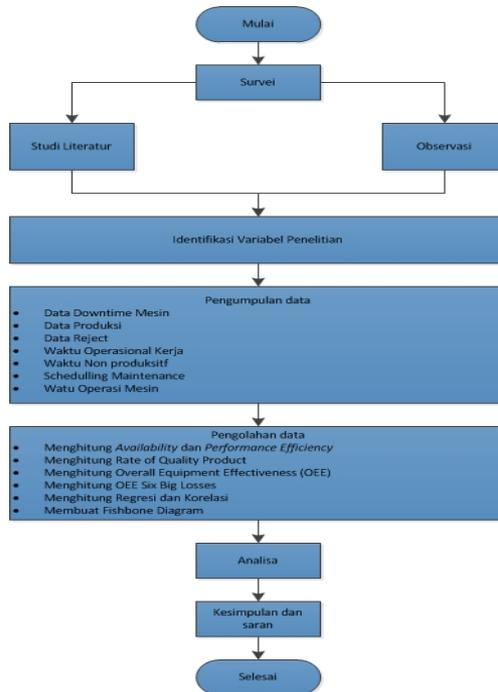


Gambar 1. Contoh Fishbone Diagram
(Sumber : Kholil, 2013)

Analisis regresi merupakan metode statistika yang digunakan untuk memeriksa dan memodelkan hubungan antara dua variabel atau lebih. Saat ini, analisis regresi berguna dalam menelaah hubungan dua variabel atau lebih, dan terutama untuk menelusuri pola hubungan yang modelnya belum diketahui dengan sempurna, sehingga dalam penerapannya sangat lebih mendalam (Sudjana, 2002).

3. METODOLOGI

Pada bagian ini dijelaskan langkah – langkah pemecahan masalah. Berikut adalah flowchart metodologi penelitiannya :



Gambar 2 Flowchart Penelitian

4. PEMBAHASAN

Berikut adalah data produksi pada bulan agustus 2015 :

Tabel 1. Data Produksi Bulan Agustus 2015

Komuri 2 Lithrone S40			
Minggu	Total Produksi (lembar)	Aktual Produk (Lembar)	Scrap (Lembar)
1	279395	275291	4104
2	114786	112711	2075
3	240170	236670	3500
4	215295	212320	2975
Heidelberg 4WE			
Minggu	Total Produksi (lembar)	Aktual Produk (Lembar)	Scrap (Lembar)
1	309570	308070	1500
2	294136	292785	1351
3	177070	176075	995
4	238850	237685	1165

Downtime adalah waktu yang terbuang dikarenakan mesin yang terhenti atau tidak beroperasi seperti seharusnya sehingga proses produksi pun ikut terhenti juga. Berikut adalah data *downtime* mesin pada beulan Agustus 2015 :

Tabel 2. Data Breakdown

Komuri 2 Lithrone S40			
Minggu	Set up (jam)	Breakdown (jam)	Downtime (jam)
1	33	5	38
2	21.6	0	21.6
3	29	2	31
4	32.4	4.2	36.6

Heidelberg 4WE			
Minggu	Set up (jam)	Breakdown (jam)	Downtime (jam)
1	35.45	4	39.45
2	43.5	1.5	45
3	31.4	0	31.4
4	33.7	1	34.7

Planned downtime merupakan *downtime* yang dijadwalkan dan sudah masuk dalam jadwal produksi hal ini dilakukan dalam rangka *maintenance*, kegiatan pertemuan, dan lain sebagainya berikut data *planned downtime* :

Tabel 3. Planned Downtime

Minggu	Komuri 2 Lithrone S40 (jam)	Heidelberg 4WE (jam)
1	3	3.3
2	4.5	4
3	5	5
4	4	5

Berdasarkan hasil pengamatan pada mesin langsung, berikut factor yang menyebabkan tidak produktifnya mesin :

1. Penyetelan Mesin (*Set up*)
2. Waktu Downtime yang direncanakan (*Planned Downtime*)
3. Berhentinya operasi mesin karena pemadaman listrik (*Power Cut Off*)
4. Kerusakan mesin (*Breakdown*)

Tabel 4 Data Waktu Non Produktif

Komuri 2 Lithrone S40		
Minggu	Total Availabel Time (jam)	Total Non Produktif (jam)
1	147	41
2	94.5	26.1
3	115.5	36
4	115.5	40.6

Heidelberg 4WE		
Minggu	Total Availabel Time (jam)	Total Non Produktif (jam)
1	148.5	42.75
2	120.75	49
3	99.75	36.4
4	105	39.7

Dalam pemecahan masalah kali ini pertama akan dihitung OEE nya yang akan digunakan sebagai alat ukur dalam perhitungan selanjutnya

1. *Availability*

Untuk mengitung *Availability* digunakan rumus sebagai berikut :

$$Availability = \frac{Operation\ Time}{Loading\ Time} = \frac{Loading\ Time - Downtime}{Loading\ Time}$$

Dimana

$$Procces\ Amount = Total\ Availabel\ time - Planed\ Downtime$$

Tabel 5 Perhitungan Availability

Komuri 2 Lithrone S40					
Minggu	Total Availabel time (jam)	Planed Downtime	Operation Time (jam)	Total Downtime (jam)	Availability
1	147	3	144	38	73.61%
2	94.5	4.5	90	21.6	76.00%
3	115.5	5	110.5	31	71.95%
4	115.5	4	111.5	36.6	67.17%

Heidelberg 4WE					
Minggu	Total Availabel time (jam)	Planed Downtime	Operation Time (jam)	Total Downtime (jam)	Availability
1	148.5	3.3	145.2	39.45	72.83%
2	120.75	4	116.75	45	61.46%
3	99.75	5	94.75	31.4	66.86%
4	105	5	100	34.7	65.30%

2. *Perfomance Rate*

Untuk menghitung *Performance Rate* digunakan rumus sebagai berikut :

$$Performance\ Rate = \frac{Processed\ Amount \times Theoretical\ Cycle\ Time}{Operation\ Time}$$

Dimana

$$Cycle\ Time = \frac{Process\ Amount}{Total\ Produksi} \quad \& \quad Jam\ Kerja = \left(1 - \frac{Waktu\ NonProduktif}{Total\ Available\ Time}\right) \times 100\%$$

Tabel 6. Perhitungan Cycle Time dan Jam Kerja

Komuri 2 Lithrone S40						
Ming gu	Total Availabel time (jam)	Total Non Produktif (jam)	Jam Kerja (%)	Total Produksi (lembar)	Operation Time (jam)	Cycle Time (lbr/jam)
1	147	41	72.11%	279395	144	1940.24
2	94.5	26.1	72.38%	114786	90	1275.40
3	115.5	36	68.83%	240170	110.5	2173.48
4	115.5	40.6	64.85%	215295	111.5	1930.90

Heidelberg 4WE						
Ming gu	Total Availabel time (jam)	Total Non Produktif (jam)	Jam Kerja (%)	Total Produksi (lembar)	Operation Time	Cycle Time
1	148.5	42.75	71.21%	309570	145.2	2132.02
2	120.75	49	59.42%	294136	116.75	2519.37
3	99.75	36.4	63.51%	177070	94.75	1868.81
4	105	39.7	62.19%	238850	100	2388.50

Tabel 7. Perhitungan *Performance Rate*

Komuri 2 Lithrone S40				
Minggu	Total produksi (lembar)	Theoretical Cycle Time (lembar/jam)	Operation Time (jam)	Performance rate
1	279395	0.0003716	144	72.11%
2	114786	0.0005675	90	72.38%
3	240170	0.0003167	110.5	68.83%
4	215295	0.0003358	111.5	64.85%
Heidelberg 4WE				
Minggu	Total produksi (lembar)	Theoretical Cycle Time (lembar/jam)	Operation Time (jam)	Performance rate
1	309570	0.0003340	145.2	71.21%
2	294136	0.0002359	116.75	59.42%
3	177070	0.0003398	94.75	63.51%
4	238850	0.0002604	100	62.19%

3. *Quality Rate*

Untuk menghitung *quality rate* digunakan rumus sebagai berikut :

$$\text{Quality Rate} = \frac{\text{Processed Amount} - \text{Defect Amount}}{\text{Processed Amount}}$$

Tabel 8. Perhitungan *Quality Rate*

Komuri 2 Lithrone S40			
Minggu	Processed Amount (lembar)	Scrap (Lembar)	Quality Rate
1	279395	4104	98.53%
2	114786	2075	98.19%
3	240170	3500	98.54%
4	215295	2975	98.62%
Heidelberg 4WE			
Minggu	Processed Amount (lembar)	Scrap (Lembar)	Quality Rate
1	309570	1500	99.52%
2	294136	1351	99.54%
3	177070	995	99.44%
4	238850	1165	99.51%

4. *Overall Equipment Effectiveness*

Untuk menghitung *Overall Equipment Effectiveness* digunakan rumus sebagai berikut :

$$\text{OEE (\%)} = \text{Availability (\%)} \times \text{Performance Rate (\%)} \times \text{Quality Rate (\%)}$$

Tabel 9. Perhitungan *Overall Equipment Effectiveness*

Komuri 2 Lithrone S40				
Minggu	Availability	Performance rate	Quality Rate	OEE
1	73.61%	72.11%	98.53%	52.30%
2	76.00%	72.38%	98.19%	54.02%
3	71.95%	68.83%	98.54%	48.80%
4	67.17%	64.85%	98.62%	42.96%
Heidelberg 4WE				
Minggu	Availability	Performance rate	Quality Rate	OEE
1	72.83%	71.21%	99.52%	51.61%
2	61.46%	59.42%	99.54%	36.35%
3	66.86%	63.51%	99.44%	42.22%
4	65.30%	62.19%	99.51%	40.41%

Selanjutnya dalam rangka mengukur nilai OEE dan ketiga rasionya, terlebih dahulu harus dipahami jenis-jenis kerugian peralatan yang ada. Terdapat 6 kerugian peralatan yang menyebabkan rendahnya kinerja dari peralatan atau yang biasa disebut *Six Big Losses*. Berikut perhitungannya :

1. *Downtime Losses*

- Kerusakan peralatan (*equipment failure*)

Untuk menghitung kerusakan peralatan digunakan rumis sebagai berikut :

$$\text{Kerusakan mesin} = \frac{\text{Total Breakdown Time}}{\text{Loading time}} \times 100\%$$

Tabel 10. Perhitungan Kerusakan Peralatan

Komuri 2 Lithrone S40			
Minggu	Breakdown (jam)	Operation Time (jam)	Kerusakan Peralatan
1	5	144	3.47%
2	0	90	0.00%
3	2	110.5	1.81%
4	4.2	111.5	3.77%
Heidelberg 4WE			
Minggu	Breakdown (jam)	Operation Time (jam)	Kerusakan Peralatan
1	4	145.2	2.75%
2	1.5	116.75	1.28%
3	0	94.75	0.00%
4	1	100	1.00%

- Persiapan peralatan (*setup and adjustment*)

Untuk menghitung Persiapan peralatan digunakan rumis sebagai berikut :

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

Tabel 11. Perhitungan Persiapan Peralatan

Komuri 2 Lithrone S40			
Minggu	Set up (jam)	Operation Time (jam)	Persiapan Peralatan
1	33	144	22.92%
2	21.6	90	24.00%
3	29	110.5	26.24%
4	32.4	111.5	29.06%
Heidelberg 4WE			
Minggu	Set up (jam)	Operation Time (jam)	Kerusakan Peralatan
1	35.45	145.2	24.41%
2	43.5	116.75	37.26%
3	31.4	94.75	33.14%
4	33.7	100	33.70%

2. *Speed Losses*

- Gangguan kecil dan mengganggu (*idle and minor stoppage*)

Untuk menghitung gangguan kecil dan mengganggu digunakan rumis sebagai berikut :

$$\text{Gangguan kecil dan mengganggu} = \frac{\text{Non Productive time}}{\text{Loading Time}} \times 100\%$$

Tabel 12. Perhitungan Gangguan Kecil dan Menganggur

Komuri 2 Lithrone S40			
Minggu	Total Non Productive (jam)	Operation Time (jam)	Gangguan kecil dan menganggur
1	41	144	28.47%
2	26.1	90	29.00%
3	36	110.5	32.58%
4	40.6	111.5	36.41%

Heidelberg 4WE			
Minggu	Total Non Productive (jam)	Operation Time (jam)	Gangguan kecil dan menganggur
1	42.75	145.2	29.44%
2	49	116.75	41.97%
3	36.4	94.75	38.42%
4	39.7	100	39.70%

- Pengurangan Kecepatan Mesin (*reduced speed*)

Untuk menghitung Pengurangan Kecepatan Mesin digunakan rumis sebagai berikut :

$$\text{Kecepatan Rendah} = \frac{\text{Operation time} - (\text{Cycle time} \times \text{actual Product})}{\text{Loading time}} \times 100 \%$$

Tabel 13. Perhitungan Kecepatan Rendah

Komuri 2 Lithrone S40						
Minggu	Actual Operation (jam)	Actual Product (Lembar)	Theoretical Cycle Time (lembar/jam)	Operation Time (jam)	Cycle Time (Lbr/jam)	Kecepatan rendah
1	106	279395	2635.80	144	1940.24	26.39%
2	68.4	114786	1678.16	90	1275.40	24.00%
3	79.5	240170	3021.01	110.5	2173.48	28.05%
4	74.9	215295	2874.43	111.5	1930.90	32.83%

Heidelberg 4WE						
Minggu	Actual Operation (jam)	Actual Product (Lembar)	Theoretical Cycle Time (lembar/jam)	Operation Time (jam)	Cycle Time (Lbr/jam)	Kecepatan rendah
1	105.75	309570	2927.38	145.2	2132.02	27.17%
2	71.75	294136	4099.46	116.75	2519.37	38.54%
3	63.35	177070	2795.11	94.75	1868.81	33.14%
4	65.3	238850	3657.73	100	2388.50	34.70%

3. Defect Losses

- Cacat produk dalam proses (*process defect*)

Untuk menghitung Pengurangan Kecepatan Mesin digunakan rumis sebagai berikut :

$$\text{Cacat Produk} = \frac{\text{cycle time} \times \text{defect}}{\text{Loading Time}} \times 100\%$$

Tabel 14 Perhitungan Cacat Produk Dalam Proses

Komuri 2 Lithrone S40					
Minggu	Operation Time (jam)	Theoretical Cycle Time (lembar/jam)	Scrap (Lembar)	Actual Product (Lembar)	Cacat Produk Dalam Proses
1	144	2635.80	4104	279395	1.06%
2	90	1678.16	2075	114786	1.31%
3	110.5	3021.01	3500	240170	1.00%
4	111.5	2874.43	2975	215295	0.90%

Heidelberg 4WE					
Minggu	Operation Time (jam)	Theoretical Cycle Time (lembar/jam)	Scrap (Lembar)	Actual Product (Lembar)	Cacat Produk Dalam Proses
1	145.2	2927.38	1500	309570	0.35%
2	116.75	4099.46	1351	294136	0.27%
3	94.75	2795.11	995	177070	0.36%
4	100	3657.73	1165	238850	0.30%

Sebelum digunakan untuk menjawab pertanyaan yang ada hasil perhitungan diuji terlebih dahulu menggunakan regresi linier sederhana dan mendapatkan hasil sebagai berikut :

Tabel 15 Regresi Linier

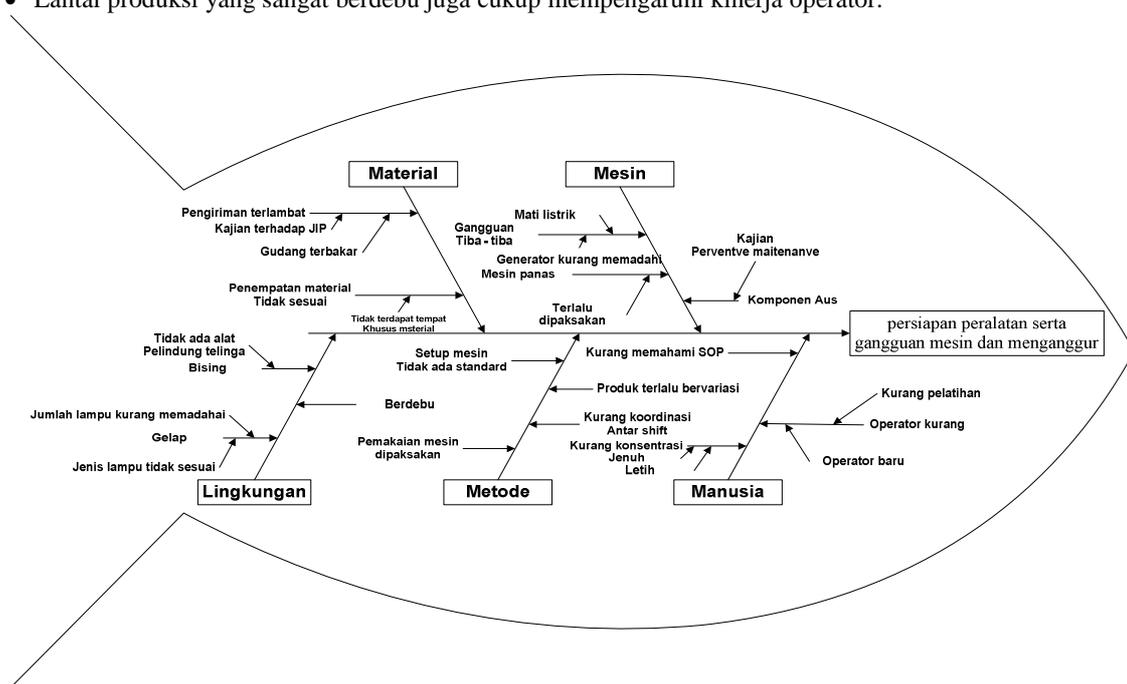
<i>Regression Statistics</i>	
Multiple R	0.999967402
R Square	0.999934804
Adjusted R Square	0.999608826
Standard Error	0.001268771
Observations	7

Dari perhitungan regresi diatas dapat diketahui nilai *Multiple R* sebesar 0.999967402 maka dapat dikatakan bahwa nilai masing – masing variable pada *six big losses* sangat mempengaruhi nilai OEE. Selanjutna nilai *R square* atau yang biasa disebut dengan koefisien determinasi memiliki nilai sebesar 0.999934804 yang berarti 100% nilai OEE sudah diterangkan sebesar 99,999% *six big losses* dan 0,001% diterangkan factor lainnya. Nilai *Adjusted R square* yang sebesar 0.999608826 juga berarti bahwa persamaan nilai persamaan R Square sudah disesuaikan sebesar 99,999% oleh variable terikat kepada variable bebas. Terakhir dengan nilai *Standard Error* sebesar 0.001268771 itu berarti model regresi sudah sangat tepat dalam memprediksi nilai OEE.

Supaya perbaikan dapat segera dilakukan, analisa mengenai penyebab *six big losses* yang menyebabkan turunya efektifitas mesin akan dilakukan menggunakan *fishbone* diagram dimana kontribusi terbesar dan memiliki korelasi kuat terhadap menurunnya OEE adalah persiapan peralatan serta gangguan mesin dan menganggur. Berikut analisisnya :

1. Manusia
 - Operator kurang cermat dalam melakukan *setting* mesin
 - Operator kurang memahami SOP yang ada.
 - Kurangnya konsntrasi operator pada saat melakukan pekerjaan
2. Mesin
 - Banyak komponen yang aus pada mesin dan dipaksakan
 - Sering terjadi gangguan tiba – tiba dan perlu dilakukan kajian lebih lanjut terkait *perventive maintenance*
 - Tekanan mesin terlalu tinggi karena sering dipaksakan
3. Metode
 - Proses setup mesin tidak terdapat standard, sehingga memungkinkan terlalu boros dalam menggunakan waktu setup
 - Produk yang dicetak pada mesin terlalu bervariasi dalam satu shift kerja.

- Pemakaian mesin secara terus menerus
 - Kurangnya koordinasi antar shift sehingga mengakibatkan *miss perception* antar operator dari masing – masing shift.
4. Material
- Proses penempatan material di sekitar mesin agak sembarangan sehingga mengakibatkan rusak atau kotor,
 - Masih terdapat keterlambatan pengiriman material ke lantai produksi sehingga mengakibatkan *idle time* yang cukup mengganggu
5. Lingkungan
- Tingkat kebisingan sangat tinggi sehingga mengakibatkan operator kurang berkonsentrasi.
 - Kurangnya pencahayaan di lantai produksi dan agak mengganggu penglihatan
 - Lantai produksi yang sangat berdebu juga cukup mempengaruhi kinerja operator.



Gambar 3. Fishbone Diagram

5. KESIMPULAN DAN SARAN

Berdasarkan hasil pengolahan data yang telah dilakukan dapat ditarik kesimpulan berupa :

1. Rata – rata perhitungan OEE untuk mesin Komuri 2 Lithrone S40 adalah sebesar 49.52% dan Heidelberg 4WE adalah sebesar 42.65%. Sehingga dapat disimpulkan bahwa efektifitas kedua mesin tersebut masih jauh dari standard *worldclass* yaitu sebesar 85%.
2. Faktor *six big losses* yang memberikan kontribusi terbesar terhadap Komuri 2 Lithrone S40 dan Heidelberg 4WE adalah persiapan peralatan dengan prosentase sebesar 25.55% dan 32.13% serta gangguan mesin dan menganggur sebesar 31.62% dan 37.38%.
3. Usulan perbaikan yang bias penulis sarankan untuk meningkatkan nilai OEE berdasarkan *fishbone diagram* adalah sebagai berikut :
 - Melakukan kajian lebih lanjut terkait preventive maintenance
 - Memberikan pelatihan serta menerapkan system *reward and punishment* kepada operator
 - Perusahaan perlu mengadakan pertemuan rutin dengan operator untuk membahas masalah – masalah yang ada khususnya dibagian cetak.
 - Membersihkan sebelum dan sesudah menggunakan mesin serta menambahkan jumlah lampu di area produksi.
 - Menentukan standard dalam melakukan setup mesin.
 - Fokus pemeliharaan pada mesin.
 - Membuat tempat penyimpanan yang dekat dengan mesin serta lebih meningkatkan inspeksi material.

DAFTAR PUSTAKA

- Asmoko, Hendri. 2011. *Teknik Pemecahan Masalah – Fishbone Diagram*
- Bhetrianis, et al. 2005. *Pengukuran Nilai Overall Equipment Effectiveness Sebagai Usaha Perbaikan Proses Manufaktur Pada Lini Produksi.*
- Hasriyono, Miko. 2009. *Evaluasi Efektivitas Mesin Dengan Penerapan Total Productive Maintenance (TPM) di PT. Hadi Baru.*
- Ginting, Mukhtar. 2009. *Analisa “Total Productive Maintenance” Terhadap Efektifitas Produksi Tongkat.*
- Kholil, Muhammad. 2013. *Perhitungan OEE (Over Overall Equipment Effectiveness) Pada Mesin Trupunch 5000 I Menuju Total Productiveness Maintenance.*
- Scarvada, A.J. et al. 2004. *A Review of the Causal Mapping Practice and Research Literature.* Mexico: Second World Conference on POM and 15th Annual POM Conference.
- Sudjana. 2002. *Metode Statistika.* Bandung: Tarsito.
- Sugiyono. 2005. *Metode Penelitian Kualitatif.* Bandung: Alfabeta.