

Pengukuran Efektivitas Mesin Menggunakan Overall Equipment Effectiveness Untuk Dasar Usulan Perbaikan

Bernandus Yoseph Bilianto¹, Yurida Ekawati²

Abstract. CV. Gracia has offset printing machines that often have downtime due to engine failures. The low effectiveness of the offset printing machines could cause losses to the company. Overall Equipment Effectiveness (OEE) method is a tool to determine the success rate of Total Productive Maintenance (TPM) based on categories of availability, performance, and quality. The OEE average value of the company in 2014, 57%, is relatively low. In this study, causes of this low OEE is analyzed using Failure Mode and Effect Analysis (FMEA) and fishbone diagram. Improvements such as relocation of raw material and colourful catalog were subsequently proposed and implemented during April - May 2016. The implementation resulted in OEE average value of 60%.

Keywords. total productive maintenance, overall equipment effectiveness, failure mode and effect analysis, fishbone diagram.

Abstrak. CV. Gracia memiliki mesin cetak (offset printing) yang sering mengalami downtime dikarenakan kerusakan mesin. Mesin cetak yang memiliki efektivitas rendah dapat menimbulkan kerugian bagi perusahaan. Metode Overall Equipment Effectiveness (OEE) merupakan alat bantu untuk mengukur tingkat keberhasilan Total Productive Maintenance (TPM) berdasarkan tiga kategori yaitu *availability*, *performance*, dan *quality*. Nilai rata-rata OEE pada tahun 2014 tergolong rendah yaitu sebesar 57%. Rendahnya nilai OEE dianalisis menggunakan Failure Mode and Effect Analysis (FMEA) dan fishbone diagram untuk mengetahui penyebab permasalahan. Berdasarkan permasalahan tersebut dilakukan penerapan usulan berupa pemindahan lokasi raw material dan pembuatan katalog warna pada bulan April - Mei tahun 2016 untuk meningkatkan efektivitas waktu kerja. Hasil penerapan usulan perbaikan menunjukkan nilai rata-rata OEE yang baru adalah sebesar 60%.

Kata Kunci. total productive maintenance, overall equipment effectiveness, failure mode and effect analysis, fishbone diagram.

I. PENDAHULUAN

Dewasa ini perkembangan pada sektor industri manufaktur sangat cepat. Hal tersebut membuat persaingan antar perusahaan menjadi semakin ketat. Oleh sebab itu, sebagian besar perusahaan memutuskan untuk menggunakan mesin sebagai alat bantu utama dalam menjalankan proses

produksi, dengan harapan jumlah produksi dapat meningkat dan mampu memenuhi seluruh permintaan pasar. CV. Gracia merupakan salah satu contoh perusahaan manufaktur yang sebagian besar prosesnya telah menggunakan mesin. Namun dalam prosesnya beberapa mesin sering digunakan diluar batas normal untuk memenuhi target produksi. Mesin yang sering bekerja diluar batas normal dapat menurunkan kapasitas produksi, menurunkan umur mesin dan, mempercepat penggantian *spare part* karena rusak.

Mesin cetak (*offset printing*) di CV. Gracia beberapa kali mengalami hambatan berupa kerusakan mesin, sehingga mengharuskan mesin berhenti beroperasi untuk perbaikan. Kegunaan mesin cetak ini adalah untuk mencetak lembaran kertas kotak rokok (*etiket*). Adanya kerusakan mesin akan mengakibatkan kapasitas produksi menurun atau terjadi selisih antara target dan realisasi produksi. Pemeliharaan dan perbaikan

¹ Bernandus Yoseph Bilianto, Program Studi Teknik Industri, Fakultas Sains dan Teknologi, Universitas Ma Chung, Jl. Villa Puncak Tidar N-01 Malang, (email: bernandusyb@gmail.com)

² Yurida Ekawati, Program Studi Teknik Industri, Fakultas Sains dan Teknologi, Universitas Ma Chung, Jl. Villa Puncak Tidar N-01 Malang, (email: yurida.ekawati@machung.ac.id)

berkala merupakan salah satu upaya yang dapat dilakukan oleh perusahaan untuk menjaga kestabilan produksi.

Penerapan pemeliharaan yang sering dilakukan dalam perusahaan manufaktur adalah *total productive maintenance* (TPM). Rahmad, dkk (2012) menegaskan bahwa TPM adalah program pemeliharaan yang sering diterapkan oleh perusahaan Jepang. Tingkat keberhasilan penerapan TPM diukur dengan menggunakan metode *overall equipment effectiveness* (OEE). Menurut Said dan Susetyo (2008), OEE merupakan nilai efektivitas peralatan secara keseluruhan untuk mendapatkan pencapaian *performance* dan *reliability*. Pengukuran OEE dilakukan berdasarkan ketiga kategori *six big losses*, yaitu *availability*, *performance*, dan *quality*. Nilai OEE yang didapatkan lalu dibandingkan dengan nilai OEE dari peralatan dalam kondisi ideal yang merupakan standar dari perusahaan kelas dunia, untuk mengetahui tingkat keberhasilan penerapan TPM.

Berdasarkan masalah yang telah dijabarkan terdahulu, artikel ini menjelaskan tentang: (1) nilai efektivitas dari mesin cetak menggunakan metode OEE, (2) faktor-faktor yang mempengaruhi mesin cetak sehingga memiliki nilai efektivitas rendah, (3) usulan perbaikan yang sesuai dengan permasalahan efektivitas mesin cetak yang rendah, dan (4) capaian nilai efektivitas mesin cetak setelah penerapan usulan perbaikan menggunakan metode OEE.

II. METODOLOGI

Artikel ini didasarkan pada penelitian yang dilakukan dari bulan Februari hingga Juni 2016 di CV. Gracia. Identifikasi masalah dilakukan dengan pengamatan atau observasi secara langsung ke dalam perusahaan. Hal tersebut dilakukan untuk mengetahui permasalahan pada perusahaan tersebut. Permasalahan utama yang akan ditinjau adalah penilaian performansi mesin cetak yang digunakan memproduksi lembaran kertas etiket.

Pengumpulan data menggunakan data primer dan data sekunder. Data primer adalah data yang diperoleh dari hasil pengamatan secara langsung, yaitu jumlah mesin produksi yang digunakan, cara kerja mesin, proses produksi, dan data yang dibutuhkan untuk perhitungan OEE setelah dilakukan penerapan perbaikan. Sedangkan data

sekunder adalah data yang diperoleh secara tidak langsung, yaitu nilai standar OEE dan data yang dibutuhkan untuk perhitungan OEE pada tahun 2014 dan 2016.

Perhitungan OEE

Perhitungan awal dilakukan menggunakan data pada tahun 2014. Menurut Nakajima (1988), perhitungan OEE dilakukan dengan beberapa langkah, yaitu:

1. Perhitungan *availability*, yaitu rasio yang menunjukkan pemanfaatan waktu yang tersedia untuk kegiatan operasi mesin atau peralatan. Data yang dibutuhkan adalah *downtime* dan *loading time*, dengan menggunakan rumus perhitungan berikut:

$$Availability = \frac{Loading\ Time - Down\ Time}{Loading\ Time} \quad (1)$$

2. Perhitungan *performance*, yaitu rasio yang menunjukkan kemampuan dari peralatan dalam menghasilkan barang. Data yang dibutuhkan adalah total produksi, *cycle time*, dan *operation time*, dengan menggunakan rumus perhitungan adalah sebagai berikut:

$$Performance = \frac{Total\ Produksi \times Ideal\ Cycle\ Time}{Operation\ Time} \quad (2)$$

3. Perhitungan *quality*, yaitu rasio yang menunjukkan kemampuan dari peralatan untuk menghasilkan barang sesuai dengan standar yang ditentukan. Data yang dibutuhkan adalah total produksi dan banyaknya *defect*, dengan menggunakan rumus perhitungan adalah sebagai berikut:

$$Quality = \frac{Output\ Produksi - Reject}{Output\ Produksi} \quad (3)$$

4. Perhitungan *overall equipment effectiveness* (OEE), yang diperoleh dari hasil perkalian ketiga kategori tersebut. Sehingga rumus yang digunakan untuk perhitungan adalah sebagai berikut:

$$OEE = Availability \times Performance \times Quality \quad (4)$$

Analisis lanjut terhadap hasil perhitungan OEE menggunakan metode FMEA. Langkah-langkah penggunaan FMEA:

1. Membuat urutan proses produksi pada mesin cetak untuk mengetahui jenis aktivitas yang berlangsung mulai dari masuknya bahan baku hingga dihasilkannya sebuah produk.
2. Mengidentifikasi masalah menggunakan diagram Ishikawa, yang dilakukan dengan

mengidentifikasi permasalahan yang terjadi selama proses produksi. Permasalahan yang didapatkan dijabarkan untuk mengetahui akar permasalahannya dengan menggunakan diagram Ishikawa.

3. Memberikan pembobotan, dimana masalah atau kegagalan yang telah didapat dimasukkan kedalam *form* FMEA. Kemudian dicari efek dari kegagalan tersebut untuk diberi pembobotan pada faktor *severity* (faktor yang meninjau tingkat efek dari permasalahan). Selanjutnya dicari faktor penyebab terjadinya kegagalan tersebut dan dilakukan pembobotan untuk faktor *occurrence* (faktor yang meninjau frekuensi permasalahan tersebut terjadi) dan *detectability* (faktor yang meninjau respon yang dapat diberikan untuk mendeteksi kegagalan tersebut).
4. Menghitung nilai *risk priority number* (RPN) dan penentuan ranking, yang didapatkan dari hasil perkalian ketiga faktor yang telah diberi pembobotan. Akar permasalahan yang mendapat nilai RPN terbesar akan menjadi prioritas utama untuk diselesaikan. Berikut merupakan rumus yang digunakan untuk perhitungan RPN:

$$RPN = Severity \times Occurrence \times Detecability \quad (5)$$

Usulan Perbaikan

Akar permasalahan yang didapat diberi usulan perbaikan yang sesuai. Beberapa usulan perbaikan akan diterapkan ke dalam perusahaan, dan untuk mengetahui usulan yang memungkinkan untuk diterapkan, penulis melakukan diskusi dengan pihak perusahaan.

Penerapan dilakukan untuk mengetahui apakah usulan perbaikan yang terpilih dapat memberikan dampak positif atau berpengaruh dalam efektivitas dan dapat meningkatkan nilai OEE pada mesin cetak. Penerapan dilakukan dalam jangka waktu dua bulan yaitu bulan April sampai dengan Mei 2016, selama proses penerapan berlangsung peneliti akan melakukan pengamatan dan pengambilan data yang baru untuk melakukan perhitungan nilai OEE yang baru.

Setelah dilakukan penerapan usulan perbaikan didapatkan data produksi *loading time, operation time, cycle time, unscheduled downtime*, dan

banyaknya *defect* yang baru. Dengan datatersebut dilakukan perhitungan *availability, performance, quality* dan nilai OEE yang baru. Hal tersebut dilakukan untuk mengetahui terjadinya perubahan antara sebelum dan sesudah penerapan usulan perbaikan dilakukan.

Berdasarkan hasil perhitungan OEE setelah penerapan usulan perbaikan akan didapatkan nilai OEE yang baru. Pada tahap ini dilakukan perbandingan antara nilai OEE sebelum dengan nilai OEE setelah penerapan usulan perbaikan. Dengan demikian dapat diketahui apakah usulan perbaikan yang dilakukan sudah tepat dan dapat memberikan pengaruh yang baik terhadap kelancaran dan hasil dari proses produksi atau tidak.

III. HASIL DAN PEMBAHASAN

Perhitungan Nilai OEE Awal

Perhitungan dilakukan pada mesin cetak yang digunakan pada CV. Gracia, dimana mesin tersebut merupakan mesin utama yang paling sering beroperasi dan sering mengalami kendala dalam prosesnya. Sebelum melakukan perhitungan OEE, perhitungan dilakukan terhadap kategori penyusunnya, yaitu *availability, performance* dan *quality*. Datayang digunakan adalah data pada tahun 2014 yang didapat berdasarkan data historis dari perusahaan.

Tabel 1 menunjukkan hasil rekapitulasi data dan hasil perhitungan untuk kategori *availability* pada mesin cetak. Data pada Tabel 1 menunjukan bahwa nilai *availability* adalah sebesar 76%.Namun nilai tersebut masih dibawah nilai standar yang diharapkan, yaitu sebesar 90%.

Tabel 2 menunjukkan hasil rekapitulasi data dan hasil perhitungan kategori *performance* pada mesin cetak. Data pada Tabel 2 menunjukan bahwa nilai *performance* adalah sebesar 79%.Namun nilai tersebut masih dibawah nilai standar yang diharapkan, yaitu sebesar 95%.

Tabel 3 menunjukkan rekap data dan hasil perhitungan kategori *quality* pada mesin cetak. Data pada tabel 3. menunjukan bahwa nilai *quality* sebesar 95%. Nilai tersebut belum mencapai standar yang diharapkan yaitu sebesar 99%.

Tabel 1. Data dan hasil perhitungan *availability*

Bulan	Standard Time Available (menit)	Planned Downtime (menit)	Loading Time (menit)	Set Up Time (menit)	Unscheduled Downtime (menit)	% Availability
Januari	19.680	840	18.840	4.080	360	76%
Februari	19.200	1.200	18.000	3.960	480	75%
Maret	18.900	1.440	17.460	3.840	720	74%
April	20.880	1.200	19.680	3.720	360	79%
Mei	20.220	840	19.380	3.720	420	79%
Juni	19.260	1.800	17.460	3.960	480	75%
Juli	21.360	840	20.520	3.840	540	79%
Agustus	16.680	1.200	15.480	3.840	240	74%
September	20.280	1.440	18.840	3.780	360	78%
Oktober	20.160	1.200	18.960	4.080	1.320	72%
November	19.140	840	18.300	3.840	360	77%
Desember	16.980	1.800	15.180	3.780	120	74%
Rata-rata						76%

Tabel 2. Data dan hasil perhitungan *performance*

Bulan	Data Produksi (kg)	Operation Time (menit)	Cycle Time (menit)	% Performance
Januari	264.050	14.400	0,043	79%
Februari	257.277	13.560	0,043	81%
Maret	242.709	12.900	0,043	81%
April	275.824	15.600	0,043	76%
Mei	273.619	15.240	0,043	77%
Juni	244.709	13.020	0,043	81%
Juli	287.596	16.140	0,043	76%
Agustus	216.959	11.400	0,043	82%
September	266.530	14.700	0,043	78%
Oktober	255.699	13.560	0,043	81%
November	260.482	14.100	0,043	79%
Desember	214.754	11.280	0,043	82%
Rata-rata				79%

Tabel 3. Data dan hasil perhitungan *quality*

Bulan	Data Produksi (kg)	Jumlah Defect (kg)	% Quality
Januari	264.050	6.575	98%
Februari	257.277	8.318	97%
Maret	242.709	15.266	94%
April	275.824	15.915	94%
Mei	273.619	16.976	94%
Juni	244.709	18.916	92%
Juli	287.596	6.040	98%
Agustus	216.959	7.331	97%
September	266.530	21.842	92%
Oktober	255.699	5.399	98%
November	260.482	13.905	95%
Desember	214.754	7.319	97%
Rata-rata			95%

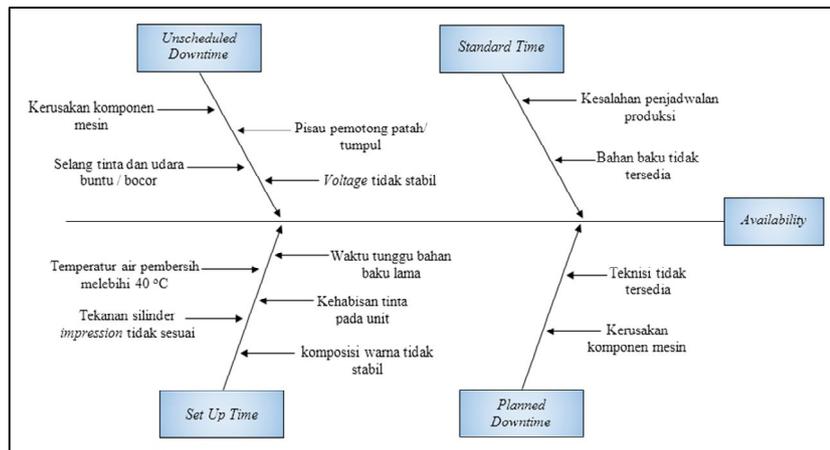
Setelah ketiga kategori penyusun OEE didapatkan, maka dapat dilakukan perhitungan nilai OEE. Tabel 4 menunjukkan hasil perhitungan

OEE pada mesin cetak. Nilai OEE adalah sebesar 57%, namun nilai tersebut masih dibawah nilai standar yang diharapkan yaitu sebesar 85%.

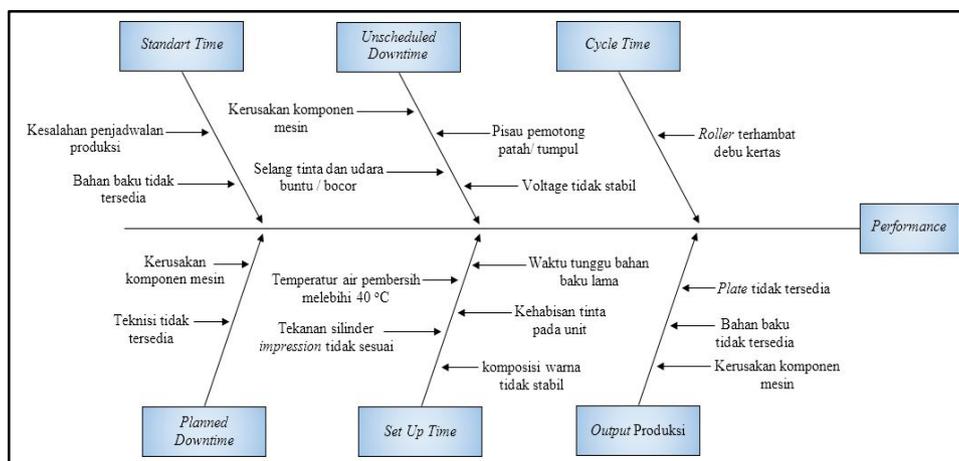
Tabel 4. Data dan hasil perhitungan OEE

Bulan	% Availability	% Performance	% Quality	OEE
Januari	76%	79%	98%	59%
Februari	75%	81%	97%	59%
Maret	74%	81%	94%	56%
April	79%	76%	94%	57%
Mei	79%	77%	94%	57%
Juni	75%	81%	92%	55%
Juli	79%	76%	98%	59%
Agustus	74%	82%	97%	58%
September	78%	78%	92%	56%
Oktober	72%	81%	98%	57%
November	77%	79%	95%	58%
Desember	74%	82%	97%	59%
Rata-rata	76%	79%	95%	57%

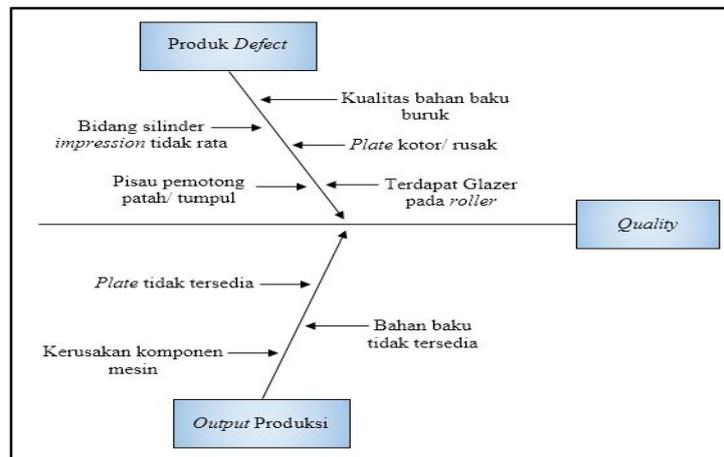
Nilai rata-rata OEE pada mesin cetak di CV Gracia pada tahun 2014 didapatkan hasil sebesar 57% dengan nilai availability, performance dan quality secara berturut-turut adalah 76%, 79% dan 95%. Nilai tersebut masih dapat dikatakan baik untuk tolok ukur perusahaan manufaktur di Indonesia, namun apabila dibandingkan dengan standar yang telah ditetapkan pada kelas dunia nilai tersebut masih jauh dibawah standar. Hal tersebut menunjukkan bahwa perusahaan masih membutuhkan *improvement*, terlebih pada kategori *availability* yang memiliki nilai terendah. Sebelum melakukan *improvement* harus diketahui terlebih dahulu permasalahan yang terjadi, sehingga perusahaan mampu memberikan penanganan dengan tepat.



Gambar 1. Diagram Ishikawa dengan pokok permasalahan *availability*



Gambar 2. Diagram Ishikawa dengan pokok permasalahan *performance*



Gambar 3. Diagram Ishikawa dengan pokok permasalahan *Quality*

Identifikasi masalah dengan diagram Ishikawa

Perbaikan dilakukan setelah mengetahui akar permasalahan yang menyebabkan mesin tidak bekerja dengan maksimal atau nilai OEE menjadi rendah. Diagram Ishikawa digunakan untuk mengidentifikasi akar permasalahan, sedangkan untuk pokok permasalahan adalah ketiga kategori penyusun OEE yaitu *availability*, *performance*, dan *quality*.

Gambar 1 memperlihatkan diagram Ishikawa dengan pokok masalah *availability*. Gambar 2 memperlihatkan diagram Ishikawa dengan pokok masalah *performance*. Gambar 3 memperlihatkan diagram Ishikawa dengan pokok masalah *quality*.

Identifikasi masalah menunjukkan bahwa terdapat 34 jenis potensi kegagalan dengan 39 efek kegagalan dan 44 penyebab kegagalan. Hal tersebut yang menyebabkan rendahnya nilai OEE. Pengisian *form* FMEA memberikan pembobotan terhadap faktor *severity*, *occurrence* dan *detectability*. Hasil dari pembobotan tersebut akan menentukan akar masalah yang menjadi prioritas utama.

Pembobotan faktor *severity* dilakukan dengan menggunakan skala 1 sampai 10, berdasarkan tingkat efek dari kegagalan yang terjadi. Semakin tinggi angka yang diberikan maka semakin berat efek dari kegagalannya. Pembobotan faktor *occurrence* dilakukan dengan menggunakan skala 1 – 10, berdasarkan frekuensi terjadinya kegagalan. Semakin tinggi angka yang diberikan berarti kegagalan sering terjadi.

Pembobotan faktor *detectability* dilakukan dengan menggunakan skala 1 – 10, berdasar

tingkat kesulitan dalam mengetahui terjadinya kegagalan. Semakin tinggi angka yang diberikan, maka semakin sulit kegagalan tersebut diketahui.

Setelah didapatkan nilai pembobotan dari faktor *severity*, *occurrence*, dan *detectability* dari masing-masing kegagalan, selanjutnya dilakukan perhitungan RPN. Nilai RPN digunakan untuk mengetahui kegagalan yang akan menjadi prioritas utama. Semakin tinggi nilai RPN dari kegagalan itu maka kegagalan tersebut menjadi prioritas utama bagi perusahaan untuk diperbaiki. RPN didapatkan dari hasil perkalian nilai *severity*, *occurrence* dan *detectability*. Hasil perhitungan RPN dan ranking dari tiap kegagalan yang telah diidentifikasi, diperlihatkan pada Tabel 5.

Usulan Perbaikan

Berdasarkan akar permasalahan yang telah diidentifikasi dan diberi ranking prioritas kegagalan, maka disusunlah beberapa solusi perbaikan untuk setiap akar permasalahan. Usulan perbaikan ini nantinya digunakan sebagai bahan pertimbangan bagi perusahaan untuk melakukan perbaikan.

Usulan perbaikan dari setiap akar permasalahan berjumlah 44 solusi, dimana setelah melewati tahap pembobotan FMEA setiap akar permasalahan memiliki prioritas mulai dari yang utama hingga yang akhir untuk diberikan perbaikan. Berdasarkan diskusi yang telah dilakukan dengan pihak perusahaan terpilih dua usulan perbaikan yang akan diterapkan, dimana kedua usulan yang terpilih diperuntukan menangani masalah *set up time* yang terlalu lama.

Tabel 5. Hasil perhitungan RPN dan ranking

<i>Potential Failure Mode</i>	<i>Potential Effects of Failure</i>	<i>Potential Cause of Failure</i>	<i>Penanganan yang sudah dilakukan</i>	RPN	Rank
<i>Roller</i> terhambat debu kertas	Kecepatan mesin untuk produksi menurun	Debu kertas yang terpotong	Melakukan pembersihan mesin secara rutin	294	1
<i>Voltage</i> tidak stabil	Sistem elektronik dan komponen penggerak rusak	Pemadaman listrik bergilir	Belum ada penanganan	240	2
Temperatur air pembersih melebihi 40 oC	Mesin berhenti karena mengalami <i>overheat</i>	Kesalahan pekerja	Pemantauan secara rutin	240	3
Temperatur air pembersih melebihi 40 oC	<i>Plate</i> cetak rusak	Kesalahan pekerja	Pemantauan secara rutin	240	4
Komposisi warna yang tidak stabil	Waktu kerja mesin terbuang untuk <i>set up</i> warna	Belum adanya standar komposisi warna	Belum ada penanganan	210	5
<i>Gear</i> penggerak aus atau patah	Mesin berhenti beroperasi atau mengalami <i>downtime</i>	Listrik padam	Belum ada penanganan	160	6
Terdapat <i>glaze</i> pada <i>roller</i>	Kertas sobek	Tinta kering	Melakukan <i>preventive maintenance</i>	120	7
<i>Plate</i> rusak atau kotor	Menghasilkan produk <i>defect</i>	Suhu air pembersih diatas 40 oC	Pemantauan secara rutin	90	8
<i>Plate</i> tidak tersedia	Mesin berhenti beroperasi atau mengalami <i>downtime</i>	Desain belum jadi	Belum ada penanganan	80	9
Tekanan silinder <i>impression</i> tidak sesuai	Mesin berhenti karena kertas tidak tertekan dengan sempurna	Kesalahan pekerja	Pemantauan secara rutin	75	10
Pisau potong patah atau tumpul	Kertas tidak terpotong dengan sempurna (<i>defect</i>)	Kesalahan pekerja	Memberikan pengarahan sebelum melakukan pekerjaan	70	11
<i>Motor head</i> rusak	Mesin berhenti beroperasi atau mengalami <i>downtime</i>	Melakukan <i>preventive maintenance</i>	Melakukan <i>preventive maintenance</i>	48	12
Lampu indikator suhu air mati	Tidak dapat melakukan pemantauan suhu air pembersih	Penggantian rutin <i>spare part</i> tidak terlaksana	Melakukan <i>preventive maintenance</i>	40	13
Waktu tunggu bahan baku lama	Mesin mengalami <i>idle</i> atau waktu kerja mesin tidak maksimal	Letak gudang bahan baku jauh dari mesin produksi	Membuat jurnal aktivitas mesin	40	14
Bidang silinder <i>impression</i> tidak rata	Struktur kertas bergelombang	Material kertas yang berkerak atau terlipat	Melakukan <i>preventive maintenance</i>	36	15

Tabel 5. Hasil perhitungan RPN dan ranking (lanjutan)

<i>Potential Failure Mode</i>	<i>Potential Effects of Failure</i>	<i>Potential Cause of Failure</i>	Penanganan yang sudah dilakukan	RPN	Rank
Selang tinta buntu	Proses pewarnaan pada mesin terhenti	Kerak tinta pada selang	Pemantauan secara rutin	36	16
<i>Plate</i> rusak atau kotor	Menghasilkan produk <i>defect</i>	Tinta terlalu kental	Pemantauan secara rutin	36	17
<i>Roller</i> macet atau rusak	Mesin berhenti beroperasi	Pembersihan rutin pada <i>roller</i> tidak berjalan	Melakukan pembersihan rutin	35	18
Rantai penggerak kendor	Pergerakan mesin tidak sesuai	Pengecekan rutin tidak terlaksana	Melakukan <i>preventive maintenance</i>	32	19
<i>Motor head</i> rusak	Mesin berhenti beroperasi atau mengalami <i>downtime</i>	Penggunaan mesin berlebihan atau mesin sering <i>overheat</i>	Melakukan <i>preventive maintenance</i>	32	20
Selang tinta bocor	Mesin berhenti agar tinta tidak menyebar ke seluruh bagian mesin	Selang tertusuk benda tajam	Pemantauan secara rutin	30	21
Lampu indikator tinta mati	Tidak dapat melakukan pemantauan isi tinta	Penggantian rutin <i>spare part</i> tidak terlaksana	Melakukan <i>preventive maintenance</i>	30	22
Terdapat <i>glaze</i> pada <i>roller</i>	Menghasilkan produk <i>defect</i>	Media pembersih kotor	Pemantauan secara rutin	30	23
Tuas penggerak patah	Mesin berhenti beroperasi atau mengalami <i>downtime</i>	Kesalahan pekerja	Melakukan <i>preventive maintenance</i>	28	24
<i>Roller</i> macet atau rusak	Kecepatan produksi mesin menurun	Pembersihan rutin pada <i>roller</i> tidak berjalan	Melakukan <i>preventive maintenance</i>	27	25
Pisau potong patah atau tumpul	Kertas tidak terpotong dengan sempurna (<i>defect</i>)	Pisau potong memiliki kualitas buruk	Melakukan <i>preventive maintenance</i>	20	26
Selang udara bocor	Proses distribusi material tidak terlaksana	Selang tertusuk benda tajam	Pemantauan secara rutin	20	27
Selang tinta bocor	Mesin berhenti agar tinta tidak menyebar ke seluruh bagian mesin	Kesalahan pemasangan	Memberikan pengarah sebelum melakukan pekerjaan	18	28
Teknisi tidak tersedia	Mesin mengalami <i>downtime</i>	Perbaikan mendadak	Membuat peraturan mengenai absen kerja	16	29
<i>Motor head</i> rusak	Mesin berhenti beroperasi atau mengalami <i>downtime</i>	Melakukan <i>preventive maintenance</i>	Melakukan <i>preventive maintenance</i>	16	30
<i>Gear</i> penggerak aus atau patah	Mesin berhenti beroperasi atau mengalami <i>downtime</i>	Penggantian rutin <i>spare part</i> tidak terlaksana	Melakukan <i>preventive maintenance</i>	16	31

Tabel 5. Hasil perhitungan RPN dan ranking (lanjutan)

<i>Potential Failure Mode</i>	<i>Potential Effects of Failure</i>	<i>Potential Cause of Failure</i>	Penanganan yang sudah dilakukan	RPN	Rank
<i>Feed tray</i> macet atau rusak	Posisi material berubah-ubah	Kesalahan pemasangan operator	Melakukan <i>preventive maintenance</i>	16	32
Kehabisan tinta	Produk yang dihasilkan tidak sesuai	Kurangnya pemantauan pekerja	Pemantauan secara rutin	15	33
Teknisi tidak tersedia	Perencanaan perbaikan mesin tidak dapat terlaksana	Teknisi tidak masuk kerja	Membuat peraturan mengenai absen kerja	14	34
<i>Solenoid valve</i> rusak	Aliran air pendingin mesin terhambat	Endapan yang berlebih	Melakukan <i>preventive maintenance</i>	12	35
Selang udara bocor	Proses distribusi material tidak terlaksana	Kesalahan pemasangan	Memberikan pengarah sebelum melakukan pekerjaan	12	36
<i>Roller</i> air macet atau rusak	Silinder <i>blanket</i> dan <i>plate</i> kotor	Pembersihan rutin pada <i>roller</i> tidak berjalan	Melakukan <i>preventive maintenance</i>	12	37
Kualitas bahan baku buruk	Menghasilkan produk yang tidak sesuai kriteria perusahaan	Berganti-ganti <i>supplier</i>	Melakukan pengecekan pada setiap bahan baku yang masuk	12	38
Per pada silinder rusak	Kertas terjepit pada silinder	Penggantian rutin <i>spare part</i> tidak terlaksana	Melakukan <i>preventive maintenance</i>	10	39
<i>Hand wheel</i> macet atau rusak	Tidak dapat mengatur kedudukan material	Tuas berkarat	Melakukan <i>preventive maintenance</i>	5	40
Kesalahan penjadwalan produksi	Perubahan <i>standard time</i> untuk waktu kerja mesin	Salah melakukan perhitungan <i>forecast</i>	Menyesuaikan penjadwalan produksi dengan permintaan bulanan	4	41
Kesalahan penjadwalan produksi	Perubahan <i>standard time</i> untuk waktu kerja mesin	Penggunaan data yang belum diperbaharui	Menyesuaikan penjadwalan produksi dengan permintaan bulanan	4	42
<i>Master rail</i> rusak	Proses distribusi material terhenti	Penggantian rutin <i>spare part</i> tidak terlaksana	Melakukan <i>preventive maintenance</i>	3	43
Selang udara buntu	Proses distribusi material tidak terlaksana	Tersumbat debu kertas	Pemantauan secara rutin	3	44
Bahan baku tidak tersedia	Waktu kerja mesin tidak sesuai dengan <i>standard</i> yang telah ditentukan	Salah perhitungan persediaan	Pengecekan persediaan secara rutin	2	45
Bahan baku tidak tersedia	<i>Output</i> tidak sesuai target	Keterlambatan pengiriman	Pengecekan persediaan secara rutin	2	46

Tabel 6. Data dan hasil perhitungan *availability* baru

Bulan	<i>Standard Time Available</i> (menit)	<i>Planned Downtime</i> (menit)	<i>Loading Time</i> (menit)	<i>Set Up Time</i> (menit)	<i>Unscheduled Downtime</i> (menit)	% <i>Availability</i>
April	20.940	1.200	19.740	3.120	720	81%
Mei	19.380	840	18.540	2.803	840	80%
Rata-rata						80%

Tabel 7. Data dan hasil perhitungan *performance* baru

Bulan	Data Produksi (kg)	Operation Time (menit)	Cycle Time (menit)	% Performance
April	290.824	15.900	0,043	78%
Mei	277.931	14.897	0,043	80%
Rata-rata				79%

Tabel 8. Data dan hasil perhitungan *quality* baru

Bulan	Data Produksi (kg)	Jumlah Defect (kg)	% Quality
April	290.824	18.671	94%
Mei	277.931	15.203	95%
Rata-rata			94%

Tabel 9. Hasil perhitungan komponen OEE baru

Bulan	% Availability	% Performance	% Quality	OEE
April	81%	78%	94%	59%
Mei	80%	80%	95%	60%
Rata-rata				60%

Kedua usulan perbaikan yang terpilih adalah:

1. Memindahkan beberapa bahan baku yang dibutuhkan pada tempat yang lebih dekat dengan mesin produksi.
2. Membuat katalog warna yang akan digunakan sebagai acuan bagi pelanggan maupun operator dalam mengatur warna.

Selama proses penerapan usulan perbaikan peneliti melakukan pengamatan secara langsung untuk mendapatkan data-data yang dibutuhkan untuk melakukan perhitungan OEE yang baru. Selain itu data juga didapatkan dari rekap data yang dilakukan oleh operator mesin.

Berdasarkan data pengamatan, Tabel 6

menunjukkan rekapitulasi data dan perhitungan untuk *availability* yang baru. Tabel 6 menunjukkan nilai *availability* sebesar 80%, dimana nilai tersebut lebih baik daripada nilai *availability* sebelum penerapan usulan perbaikan. Pemindahan lokasi bahan baku dan pembuatan katalog akan membuat waktu untuk persiapan akan berkurang, sehingga waktu kerja dapat dibuat lebih efektif.

Perhitungan *performance* baru dilakukan berdasar data pengamatan yang didapatkan. Tabel 7 menunjukkan nilai *performance* adalah sebesar 79%, dimana nilai tersebut sama dengan nilai *performance* sebelum penerapan usulan

perbaikan.

Selanjutnya dilakukan juga perhitungan untuk *quality* yang baru berdasarkan data pengamatan yang telah didapatkan. Data pada Tabel 8 menunjukkan nilai *quality* adalah sebesar 94%, dimana nilai tersebut lebih rendah daripada nilai *quality* sebelum penerapan usulan perbaikan.

Setelah didapatkan ketiga kategori penyusun OEE yang baru, langkah selanjutnya adalah melakukan perhitungan nilai OEE yang baru. Data pada Tabel 9 menunjukkan nilai OEE adalah sebesar 60%. Hal tersebut menunjukkan nilai OEE yang baru meningkat sebesar 3% dibandingkan OEE sebelum penerapan usulan perbaikan.

IV. KESIMPULAN

Berdasarkan hasil identifikasi masalah menggunakan FMEA dan diagram Ishikawa terdapat 34 jenis potensi kegagalan dengan 39 efek kegagalan dan 44 penyebab kegagalan. Hal tersebut yang menyebabkan nilai OEE pada CV. Gracia di tahun 2014 tergolong rendah. Pada penelitian kali ini dilakukan penerapan usulan perbaikan untuk memperbaiki nilai rata-rata OEE pada tahun 2014.

Penerapan yang dilakukan seperti pemindahan lokasi bahan baku ke posisi yang lebih dekat dengan mesin produksi membuat waktu tunggu menjadi lebih singkat, begitu juga dengan pembuatan katalog warna akan memberikan kemudahan bagi pekerja untuk mengatur komposisi warna yang diinginkan, sehingga waktu kerja dapat dibuat lebih efektif. Usulan perbaikan menghasilkan rata-rata nilai OEE yang baru adalah sebesar 60%, dimana peningkatan terlihat pada kategori *availability* dengan demikian disimpulkan bahwa penerapan berdampak positif bagi perusahaan.

DAFTAR PUSTAKA

- Carlson, C.S. 2012. *Effective FMEAs: Achieving Safe, Reliable, and Economical Products and Processes Using Failure Mode and Effects Analysis*. Hoboken: John Wiley & Sons, Inc.
- Gano, D. L. 2011. *Seven Steps to Effective Problem-Solving and Strategies for Personal Success*. Washington, USA: LLC Richland.
- Montgomery, D. C. 2009. *Introduction to Statistical Quality Control*. Hoboken: John Wiley & Sons, Inc.
- Nakajima, S. 1988. *Introduction to Total Productive Maintenance*. Portland: Productivity Press Inc.

- Rahmad, R.,Pratikto, P.; Wahyudi, S. 2012. "Penerapan overall equipment effectiveness (OEE) dalam implementasi total productive maintenance (TPM)". *Jurnal Rekayasa Mesin*, Vol. 3 (3), pp. 431-437.
- Rinawati, D.I.; Dewi, N.C. 2014. "Analisis penerapan total productive maintenance (TPM) menggunakan overall equipment effectiveness (OEE) dan six big losses pada mesin Cavitec di PT. Essentra Surabaya." *Prosiding SNATIF Ke-1 Tahun 2014*, Kudus: Universitas Muria.
- Said, A.; Susetyo, J.2008. "Analisis total productive maintenance pada lini produksi mesin perkakas guna memperbaiki kinerja perusahaan". *Prosiding Seminar Nasional Aplikasi Sains dan Teknologi*. Yogyakarta: IST Akprind.