

# OPTIMASI PRODUKTIVITAS PROSES PRODUKSI (*LINE FILLING*) PRODUK PUTTY MENGGUNAKAN *OVERALL EQUIPMENT EFFECTIVENESS* (OEE) PADA PT. XYZ

Bimantoro Suryo Wibowo<sup>\*1</sup>, Novie Susanto<sup>2</sup>

Departemen Teknik Industri, Fakultas Teknik, Universitas Diponegoro,

Jalan Prof. Soedarto, SH, Semarang, Indonesia 50275

Telp. (024) 7460052

E-mail: [bimantorosuryo01@students.undip.ac.id](mailto:bimantorosuryo01@students.undip.ac.id)

## Abstrak

*PT. XYZ merupakan suatu perusahaan yang bergerak di bidang industri manufaktur cat mobil, berbagai jenis cat mobil dan seluruh komponen yang dibutuhkan untuk melakukan proses pengecatan diproduksi oleh perusahaan ini. Tujuan dari penelitian ini adalah untuk mengoptimasi proses produksi produk putty kemasan tube dengan benchmarking berupa Overall Equipment Effectiveness (OEE) yang dihasilkan selama proses filling putty kemasan tube berlangsung dapat melampaui target yang sudah ditetapkan oleh perusahaan, apabila hal tersebut terjadi maka proses filling putty kemasan tube sudah dikategorikan optimal. Proses filling putty kemasan tube tersebut dapat optimal dengan adanya standarisasi waktu downtime yang timbul selama proses filling putty kemasan tube berlangsung.*

**Kata Kunci** : Optimasi; Produktivitas; OEE; Downtime

## Abstract

*Pt. XYZ is a company engaged in the car paint manufacturing industry, various types of car paint and all components needed to carry out the painting process are produced by this company. The purpose of this study is to optimize the production process of tube packaging putty products by benchmarking in the form of Overall Equipment Effectiveness (OEE) produced during the tube packaging putty filling process, which can exceed the target set by the company, if this happens, the tube packaging putty filling process has been categorized as optimal. The tube packaging putty filling process can be optimal with the standardization of downtime that arises during the tube packaging putty filling process.*

**Keywords** : Optimization; Productivity; OEE; Downtime

## 1. Pendahuluan

Pada era globalisasi industri yang semakin kompetitif ini, perusahaan dituntut untuk dapat bersaing dalam berbagai hal. Berkaitan dengan hal tersebut, Perusahaan mulai mencari alternatif untuk meningkatkan usaha perbaikan dengan menerapkan

kebijakan-kebijakan seperti peningkatan kapasitas produksi, peningkatan kualitas hasil produksi, efisiensi logistik, dan meningkatkan pelayanan kepada konsumen. Salah satu usaha yang sering dilakukan oleh perusahaan untuk melakukan perbaikan secara

berkelanjutan adalah dengan menerapkan prinsip *continuous improvement*.

PT. XYZ merupakan sebuah perusahaan yang bergerak di bidang industri manufaktur dalam memproduksi seluruh produk yang berkaitan dengan cat mobil dari hulu sampai hilir. Perusahaan ini baru saja membeli sebuah mesin baru pada lini (*filling*) untuk produk putty kemasan tube, dan berdasarkan hasil wawancara yang dilakukan dengan pihak manajer produksi serta departemen *continuous improvement*, tingkat efektivitas dan optimalitas yang direpresentasikan dalam bentuk nilai OEE (*Overall Equipment Effectiveness*) yang dihasilkan oleh mesin *filling* tersebut belum mencapai target yang ditetapkan oleh perusahaan.

Oleh karena itu penelitian ini dilakukan untuk mengoptimalkan produktivitas proses produksi produk putty kemasan tube pada lini *filling* dengan membuat simulasi pada waktu *downtime* yang timbul selama proses *filling* produk putty kemasan tube berlangsung agar persentase OEE pada *line filling* putty kemasan tube dapat mencapai target yang telah ditetapkan oleh perusahaan.

Berdasarkan kondisi yang telah dijelaskan dibagian pendahuluan tersebut maka tujuan dari penelitian ini adalah untuk mengetahui apakah proses *filling* pada mesin putty kemasan tube optimal atau tidak, melakukan simulasi pada waktu *downtime* agar OEE pada mesin *filling* putty kemasan tube dapat mencapai target yang telah ditetapkan oleh perusahaan, serta memberikan rekomendasi perbaikan kepada PT. XYZ.

## **2. Tinjauan Pustaka**

### **2.1 Produktivitas**

Produktivitas merupakan salah satu istilah yang sangat penting dalam dunia industri. Lebih luas lagi produktivitas saat ini dikaitkan dengan segala bidang

usaha dan bisnis. Mali (1978) mengemukakan bahwa "produktivitas merupakan kombinasi dari efektivitas dan efisiensi". Efektivitas berkaitan dengan unjuk kerja dalam mencapai tujuan dan efisiensi berkaitan dengan penggunaan sumber daya. Produktivitas dicapai dengan hasil yang sebesar mungkin, dengan memakai sumber daya yang sekecil mungkin.

Menurut Riggs (1983), "Produktivitas adalah rasio dari keluaran yang dihasilkan untuk penggunaan diluar organisasi, yang diperbolehkan untuk berbagai macam produk dibagi oleh sumber-sumber yang digunakan, semuanya dibagi oleh suatu rasio yang sama dari periode dasar".

Dari segi definisi diatas dapat disimpulkan bahwa produktivitas secara umum adalah perbandingan dari keluaran dengan masukan. Keluaran adalah hasil yang produksi baik berupa barang atau jasa yang dihasilkan oleh suatu industri, sedangkan masukan adalah segala sesuatu (sumber daya) yang digunakan untuk memperoleh hasil tersebut.

### **2.2 Overall Equipment Effectiveness (OEE)**

Nakajima (1988) menjelaskan terkait ide orsinilnya yaitu *Total Productive Maintenance* (TPM) yang menekankan pada keterlibatan sumber daya manusia dan *system preventive maintenance* atau perawatan terjadwal untuk memaksimalkan efektivitas dari peralatan dengan melibatkan seluruh departemen dan fungsional organisasi. Menurutnya total productive maintenance didasarkan pada tiga konsep yang saling berkaitan, diantaranya yaitu sebagai berikut :

1. Memaksimalkan efektivitas mesin dan peralatan.
2. Pemeliharaan peralatan secara mandiri oleh operator atau pekerja.
3. Aktivitas grup kecil.

Dengan konteks ini OEE dapat dipertimbangkan sebagai suatu proses yang menggabungkan manajemen operasi dan pemeliharaan peralatan dan sumber daya. TPM memiliki dua tujuan, yaitu tanpa gangguan kerusakan mesin (*zero breakdown*) dan tanpa kerusakan produk (*zero defect*). Dengan mengurangi kedua hal di atas, tingkat penggunaan peralatan operasi akan meningkat, biaya dan pengadaan akan menurun serta produktivitas karyawan juga akan meningkat.

Dari definisi yang ada, dapat disimpulkan bahwa OEE adalah alat yang digunakan untuk memelihara peralatan dalam kondisi ideal dengan menghilangkan kerugian yang dikelompokkan menjadi tiga faktor, yaitu tingkat ketersediaan, tingkat kinerja serta tingkat kualitas, dan kemudian digunakan sebagai standar dalam proses perbaikan berkelanjutan. Nilai OEE diperoleh dari perkalian tiga faktor OEE, yaitu tingkat ketersediaan (*Availability rate*), tingkat kinerja (*Performance rate*) dan tingkat kualitas (*Quality rate*). Rumus perkalian tiga faktor tersebut, adalah sebagai berikut:

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

### 2.3 RCA (*Root Cause Analysis*)

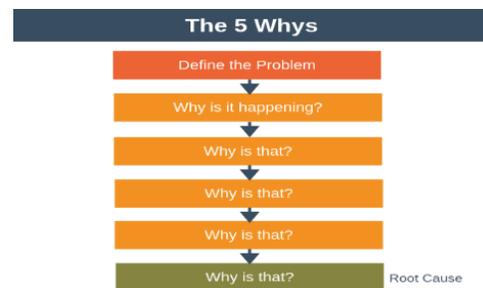
Menurut Dogget (2005) *root cause analysis* merupakan proses untuk mengidentifikasi akar penyebab masalah tertentu dengan tujuan membangun dan mengimplementasikan solusi yang dapat mencegah pengulangan masalah. RCA bertujuan untuk membantu manajer menjawab pertanyaan seperti apa yang salah, bagaimana kesalahan dapat terjadi, dan apa yang paling penting adalah mengapa kesalahan terjadi.

Metode dari pencarian akar masalah / Root Cause Analysis (RCA) :

1. *The 5 – whys*

*5-whys* merupakan metode paling sederhana untuk menganalisis akar penyebab terstruktur dengan mengajukan pertanyaan yang digunakan untuk mengeksplorasi penyebab hubungan yang mendasari suatu masalah. Investigator terus bertanya pertanyaan ‘mengapa?’ sampai kesimpulan yang berarti tercapai. Hal umum yang disarankan minimal lima kali pertanyaan yang perlu ditanyakan, meskipun pertanyaan tambahan kadang-kadang juga berguna. Pertanyaan-pertanyaan terus diminta sampai penyebab sebenarnya diidentifikasi.

Berikut Gambar 1. merupakan contoh dari *5-whys* :



**Gambar 1. Contoh 5-Whys**  
(Sumber : Dogget, 2005)

### 2. *Fishbone Diagrams* atau *The Cause and Effect Diagrams* (CED)

*Fishbone diagram* menggambarkan masalah dalam diagram atau gambar untuk mempermudah dalam memahami gambaran permasalahan dan faktor-faktor yang menyebabkan munculnya permasalahan. Menurut Asmoko (2013), konsep dasar diagram tulang ikan (*fishbone*) adalah bahwa masalah yang paling dasar ditempatkan di sisi kanan diagram atau di bagian kepala dari tulang ikan.

Berikut Gambar 3.2 merupakan contoh dari *Fishbone Diagram*:

(Sumber : Dogget, 2005)

Penyebab permasalahan ditempatkan pada bagian sirip dan duri. Berikut adalah contoh cause effect diagram :

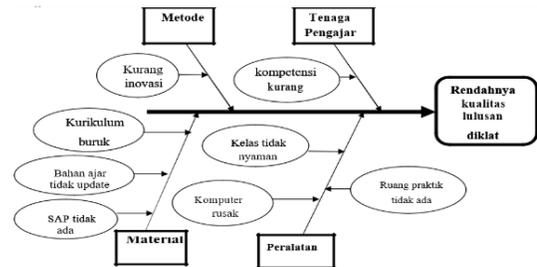
Langkah-langkah dalam penyusunan Diagram Fishbone atau CED menurut Ishikawa yang dijelaskan oleh Dogget (2005) yaitu :

- a. Tetapkan permasalahan yang akan dipecahkan atau dikendalikan.
- b. Tuliskan permasalahan dibagian kanan dan gambar panah dari arah kiri kekanan.
- c. Tuliskan faktor-faktor utama yang berpengaruh atau berakibat pada permasalahan pada cabang utama. Faktor-faktor utama permasalahan dapat ditentukan dengan menggunakan 4M (*Material, Method, Mechanism, dan Manpower*) atau menggunakan 4P (*Parts (raw material), Procedures, Plant (equipment) dan people*). Namun, kategori juga bisa ditentukan sendiri tergantung permasalahannya.
- d. Menemukan penyebab untuk masing-masing kelompok penyebab masalah dan tuliskan pada ranting berdasarkan kelompok faktor-faktor penyebab utama. Penyebab masalah ini dirinci lebih lanjut dengan mencari sebab dari sebab yang telah diidentifikasi sebelumnya menjadi lebih detail.
- e. Pastikan bahwa setiap detail dari sebab permasalahan telah digambarkan pada diagram.

### 3. Metodologi Penelitian

Metodologi Penelitian diawali dengan melakukan suatu studi pendahuluan. Studi pendahuluan merupakan tahap untuk mengenali

topik dari penelitian yang akan dilakukan. Identifikasi masalah dilakukan dengan studi



**Gambar 2. Contoh Fishbone Diagram** lapangan berupa pengamatan langsung serta studi pustaka.

Rumusan masalah yang menjadi acuan pada penelitian ini adalah adanya target *Overall Equipment Effectiveness* (OEE) sebesar 66% dari internal perusahaan PT.Akzo Nobel Car Refinishes untuk lini produksi bagian *filling* sedangkan target tersebut tidak dapat tercapai pada lini *filling* produk putty kemasan tube.

Tujuan dari penelitian ini adalah untuk mengetahui apakah proses *filling* pada mesin putty kemasan tube ini sudah berjalan optimal atau tidak, dan untuk mengetahui hal tersebut dilakukan suatu simulasi pada waktu *downtime* yang timbul selama proses *filling* putty kemasan tube berlangsung.

Proses pengumpulan data dilakukan di PT. XYZ dengan cara pengamatan langsung saat kegiatan berlangsung serta melakukan wawancara dengan operator, supervisor, dan manajer produksi, serta departemen *Continuous Improvement*. Data-data yang diambil merupakan tingkat persentase *Availability, Performance, dan Quality* pada mesin *filling* putty kemasan tube yang sedang beroperasi.

Data yang telah akan diperoleh sebelumnya akan diolah sesuai dengan teori pada metode yang telah dipilih, yaitu metode *Overall*

*Equipment Effectiveness* dengan bantuan software berupa Excel dan perhitungan statistika

Analisis dilakukan berdasarkan hasil pengolahan data yang telah dilakukan pada tahap sebelumnya dengan metode *Root Cause Analysis* (RCA) menggunakan *tools* berupa *Fish Bone Diagram*.

Tahap terakhir adalah memberikan kesimpulan dan saran. Kesimpulan diambil berdasarkan pengolahan dan pembahasan yang telah dilakukan dan disesuaikan dengan tujuan penelitian. Kemudian, saran yang bermanfaat diberikan kepada perusahaan sebagai pertimbangan perbaikan dan peneliti selanjutnya yang akan melakukan penelitian serupa.

#### 4. Hasil dan Pembahasan

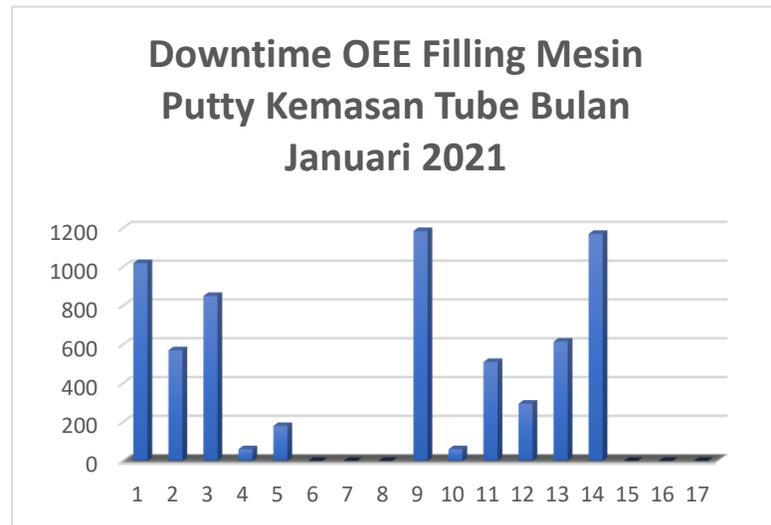
Berikut Tabel 1. menunjukkan Data *Availability*, *Performance*, dan *Quality* Mesin Filling putty kemasan tube pada periode Januari 2021:

**Tabel 1. Data Availability, Performance, dan Quality Mesin Filling Putty kemasan tube periode januari 2021**

Batch Produksi	Availability	Performance	Quality
1	67%	84%	100%
2	71%	117%	100%
3	69%	115%	100%
4	66%	83%	100%
5	43%	122%	100%
6	73%	97%	100%
7	83%	105%	100%
8	65%	111%	100%
9	78%	51%	100%
10	65%	150%	100%
11	64%	45%	100%
12	78%	51%	100%
13	59%	101%	100%
14	28%	165%	100%
15	56%	76%	100%
16	35%	173%	100%
17	44%	96%	100%

18	81%	72%	100%
19	62%	144%	100%
20	62%	144%	100%
21	18%	62%	100%
22	62%	90%	100%
23	58%	80%	100%
24	58%	80%	100%
25	63%	84%	100%
26	75%	100%	100%
27	65%	105%	100%
28	63%	84%	100%
29	75%	100%	100%
30	72%	107%	100%
31	56%	101%	100%
Rata-Rata	62%	100%	100%

Berikut Gambar 3. menunjukkan Data *Downtime* Pada Mesin *Filling Putty* Kemasan Tube Periode Januari 2021:



**Gambar 3. Data Downtime Mesin Filling putty kemasan tube**

Berikut merupakan tabel 2. yang berisikan penjabaran data downtime pada gambar 3.

**Tabel 2. Penjabaran Data Downtime Pada Gambar 3.**

Jenis Downtime	Durasi Downtime (min)	Jenis Downtime	Durasi Downtime (min)	Jenis Downtime	Durasi Downtime (min)
1. Cleaning + Set up Mesin	1020	7. Projek	0	13. Break pendek	615

2. Tunggu Produk	570	8. Kualitas Bahan Baku	0	14. Istirahat Makan	1170
3. Perbaikan mandiri oleh operator	850	9. Kekurangan Operator	1185	15. Tunggu material	0
4. Perawatan pencegahan oleh tim teknisi	60	10. Pelatihan	60	16. Salah supply material	0
5. Perbaikan oleh tim teknisi	180	11. Meeting	510	17. Lainnya	0
6. Masalah Utility	0	12. 5S	295		

Berdasarkan data yang sudah diperoleh maka kita dapat mengetahui nilai besaran OEE mesin *filling* putty kemasan tube Menggunakan rumus OEE (*Overall Equipment Effectiveness*) yakni :

$$OEE (\%) = Availability\ rate (\%) \times$$

$$Performance\ rate (\%) \times Quality\ rate (\%)$$

**Contoh perhitungan :**

#### Batch Produksi 1

Diketahui :

- *Availability* = 67%
- *Performance* = 84%
- *Quality* = 100%

Besaran OEE untuk *Batch* produksi 1 adalah

$$OEE = Availability \times Performance \times Quality$$

$$OEE = 67\% \times 84\% \times 100\%$$

$$OEE = 56\%$$

Sehingga diperoleh bahwa besaran OEE untuk *Batch* Produksi 1 adalah sebesar **56%**

Berikut Tabel 3. merupakan Tabel Besaran OEE pada masing-masing *Batch* produksinya:

**Tabel 3. Besaran OEE pada masing-masing *Batch* Produksi**

Batch Produksi	OEE	Batch Produksi	OEE
1	56%	17	42%
2	83%	18	58%
3	79%	19	89%
4	55%	20	89%
5	52%	21	11%

6	71%	22	56%
7	87%	23	46%
8	72%	24	46%
9	40%	25	53%
10	98%	26	75%
11	29%	27	68%
12	40%	28	53%
13	60%	29	75%
14	46%	30	77%
15	43%	31	57%
16	61%		
Rata - rata			60%

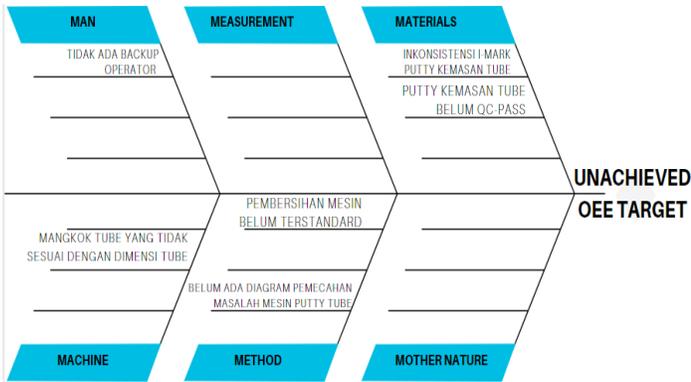
Simulasi dilakukan pada waktu *downtime* yang timbul selama proses *filling* putty kemasan tube berjalan, sehingga dilakukan pengolahan data ulang dan didapatkan besaran OEE *filling* putty kemasan tube meningkat 16% menjadi 76% dengan rincian yang tertera pada Tabel 4.

Tabel 4. merupakan besaran OEE setelah simulasi pada waktu *downtime* dilakukan

**Tabel 4. Nilai OEE baru setelah simulasi**

Batch Produksi	OEE	Batch Produksi	OEE	Batch Produksi	OEE	Batch Produksi	OEE
1	62%	9	40%	17	71%	25	59%
2	85%	10	110%	18	61%	26	75%
3	86%	11	31%	19	119%	27	79%
4	61%	12	40%	20	114%	28	59%
5	61%	13	73%	21	62%	29	75%
6	79%	14	146%	22	69%	30	80%
7	87%	15	69%	23	50%	31	74%
8	78%	16	153%	24	50%		
Rata-Rata							76%

Berikut Gambar 4. menunjukkan Analisis Permasalahan yang terjadi pada perusahaan PT. Akzo Nobel Car Refinishes dan disajikan dalam bentuk *Fishbone Diagram*:



Gambar 4. *Fishbone Diagram*

Terdapat 6 (enam) aspek yang penulis gunakan dalam tools fishbone diagram untuk meninjau akar permasalahan mengapa target OEE dari perusahaan untuk mesin *filling* putty kemasan tube tidak tercapai, yaitu:

1. *Man*
2. *Machine*
3. *Measurement*
4. *Method*
5. *Materials*
6. *Mother Nature / Environment*

1. *Man*

Komponen ini menjadi salah satu penyumbang terbesar downtime pada OEE *filling* putty kemasan tube. Hal ini disebabkan karena adanya pengaturan berupa pengalokasian operator (*manpower allocation*) sesuai dengan *order demand* apa yang harus segera diselesaikan untuk dikirim kepada customer, sehingga mengakibatkan *line filling* putty kemasan tube sengaja di offlinekan agar operator tersebut bisa membantu *line filling* lain agar dapat menyelesaikan *order demand* produk lain

yang harus segera selesai pada saat itu. Sehingga tidak adanya backup operator mengakibatkan mesin *filling* putty kemasan tube tidak dapat beroperasi. Sementara operator yang dapat mengoperasikan mesin ini hanya 1 orang saja per-shiftnya.

2. *Machine*

Mesin *filling* putty kemasan tube memiliki suatu wadah berupa mangkok untuk menjadi tempat putty kemasan tube pada saat proses *filling* berlangsung. Namun, dikarenakan mesin *filling* ini memiliki ukuran mangkok yang tidak sesuai dengan produk sehingga menyebabkan stabilitas dari mesin tersebut menjadi terganggu dan menghambat keberjalanan produksi.

3. *Method*

Dikarenakan mesin *filling* putty kemasan tube ini masih baru dan banyak sekali operator belum familiar dalam menggunakan mesin tersebut. Sehingga terdapat 2 hal yang menjadi penghambat produktivitas dari mesin ini yaitu:

1. Pembersihan mesin belum terstandard  
Belum adanya waktu baku yang menjadi standardisasi proses *Cleaning*/pembersihan sekaligus set-up mesin.
2. Belum adanya diagram penyelesaian masalah ketika mesin *breakdown*, hal tersebut berdampak pada operator butuh waktu yang lebih lama untuk memperbaiki mesin secara mandiri, atau bahkan memanggil tim teknisi untuk memperbaiki mesin yang sedang rusak tersebut.

#### 4. *Measurement*

Pada saat penulis melakukan pengambilan data dan melakukan analisis, tidak ditemukan permasalahan yang bermuara dari aspek *measurement* ini.

#### 5. *Materials*

Terdapat inkonsistensi I-mark pada produk putty kemasan putty (ada yang lebar dan ada pula yang tipis) sehingga mengakibatkan sensor mesin menjadi sulit untuk mendeteksi I-mark yang ada pada putty kemasan tube dan rentan terjadi hit & miss saat dalam proses *filling* tersebut.

#### 6. *Mother Nature*

Pada aspek *mother nature* atau lingkungan juga tidak teridentifikasi oleh penulis menjadi salah satu akar permasalahan yang menyebabkan terjadinya downtime pada proses *filling* putty kemasan tube.

### 5. Kesimpulan dan Saran

Berdasarkan data yang telah didapatkan dan diolah maka dapat ditarik kesimpulan yakni, belum optimalnya proses *filling* putty kemasan tube, kemudian terdapat ketidaktercapaian target OEE pada mesin *filling* putty kemasan tube itu disebabkan oleh tingkat *availability* yang cukup rendah yakni hanya sebesar 62% rataannya pada 31 batch produksi yang telah diamati, serta tingkat OEE *filling* mesin putty kemasan tube naik signifikan menjadi 76% setelah hasil simulasi yang dilakukan oleh penulis dengan menetapkan beberapa standardisasi baru terkait waktu proses yang menjadi downtime selama proses *filling*, seperti : perbaikan mesin secara mandiri oleh operator, kekurangan operator, tunggu produk, dan *Cleaning* + setup mesin.

Saran yang dapat diberikan oleh penulis kepada perusahaan yakni: Perlu adanya training dan transfer ilmu (agar operator dapat mengatasi *breakdown machine* yang standar secara mandiri), kemudian harus adanya diagram penyelesaian masalah secara tertulis yang dibuat oleh tim teknisi kepada operator *filling*, dan juga standardisasi untuk waktu-waktu proses yang dapat menyebabkan downtime dan menurunkan tingkat *availability* mesin, serta perlu adanya koordinasi yang intens antara operator proses dengan operator *filling* dengan memaksimalkan penggunaan kanban, agar *downtime* terkait waktu tunggu produk tidak terjadi lagi.

### Daftar Pustaka

- Agustina, F., & Riana, N. A. (2011). Analisis Produktivitas dengan Metode *Objective Matrix* (OMAX) di PT. X. *Jurnal Teknik dan Manajemen Industri*, 6(2), 150-158.
- Anwardi, & Pratama, Y. (2018). Perbaikan Efektifitas Pekerja Menggunakan *Overall Labour Effectiveness* dan *Fault Tree Analysis* Studi Kasus : PT. Riau Graindo Dumai. *Jurnal Teknik Industri*, 64-69.
- Bain. (1982). *The Productivity Perception the manager's guide to improving productivity and profits*. USA: McGraw-Hill Book Company
- Doggett, A Mark. 2005. *Root Cause Analysis: A Framework for Tool Selection*, *The Quality Management Journal*, Vol. 15
- Gaspersz, V. (1998). *Manajemen Produktivitas Total*. Jakarta: PT Gramedia Pustaka Utama.
- Gaspersz, V. (2000). *Manajemen Produktivitas Total*. Jakarta: PT Gramedia Pustaka Utama
- Gaspersz, V. (2002). *Manajemen Produktivitas Total*. Jakarta: PT Gramedia Pustaka Utama

- Gasperz, Vincent. (2007). *Lean Six sigma for Manufacturing and Service Industries*. Jakarta: PT Gramedia Pustaka Utama.
- Hansen, R.C., (2001), *Overall Equipment Effectiveness : Powerful Production / Maintenance Tool for Increased Profits, First Edition, Industrial Press Inc.*, New York.
- Heizer, J and Render, B (2001). *Operation management, sixth edition*. Pearson Prentice Hall, New Jersey.
- Lokrantz, A., Gustavsson, E., & Jirstrand, M. (2018). *Root Cause Analysis Of Failures and Quality Deviations in Manufacturing Using Machine Learning*. Elsevier, 1057-1062.
- Mali, Paul. *Improving Total Productivity*, John Wiley & Sons, 1978.
- Mansur, A., Rayendra, A., & Mastur, M. I. (2016). *Performance Acceleration on Production Machines Using the Overall Equipment Effectiveness(OEE) Approach. IOP Conference Series:Materials Science and Engineering*, 105.
- Nakajima, Siichi.(1988). “*Introduction to Total Produktive Maintenance (TPM)*”: Cambridge. Massachussets
- Nakajima, Siichi. (1989). *TPM Development Program Implementing Total Productive Maintenance. Productivity Press Inc*, Cambridge.
- Pamungkas, Ichmandira., Rachmat, Haris., & Kurniawati, Amelia. (2016). Pengembangan Program *Preventive Maintenance* Dengan Menggunakan Metode *Reliability Centered Maintenance (RCM II)* Dan Perhitungan *Overall Equipment Effectiveness (OEE)* Di Plant Ammonia PT Pupuk Kujang 1A. *Jurnal Rekayasa Sistem & Industri (JRSI)*, 1(01), 99-105.
- Riggs, L. a. (1983). *Productivity By Objective*. Prentice: Hall.
- Rooney, J. J., & Heuvel, L. N. (2004). *Root Cause Analysis For Beginners. Quality Progress*, 37(7), 45-46.
- Sinungan, Sukaria.(2012). Analisis dan Rekaya Produktivitas, medan:USU-Press
- Sumanth, D. J. (1984). *Productivity Engineering and Management*. New York: McGraw Hill Book Co.