

PENERAPAN METODE FMEA (*FAILURE MODE AND EFFECT ANALYSIS*) UNTUK KUANTIFIKASI DAN PENCEGAHAN RESIKO AKIBAT TERJADINYA *LEAN WASTE*

Surya Andiyanto¹⁾, Agung Sutrisno²⁾, Charles Punuhsingon³⁾

Jurusan Teknik Mesin Universitas Sam Ratulangi

Jln. Kampus UNSRAT, Manado

ABSTRAK

Waste (pemborosan) merupakan sebuah kegiatan yang menyerap atau memboroskan sumberdaya seperti pengeluaran biaya ataupun waktu tambah tetapi tidak menambah nilai apapun dalam kegiatan tersebut. Setiap proses produksi umumnya memiliki peluang terjadinya waste, terutama pada perusahaan restoran cepat saji. Untuk menghindari maupun meminimalisir terjadinya waste tersebut maka perlu dilakukan analisis waste. Analisis waste yang dilakukan pada penelitian ini menggunakan penerapan metode FMEA untuk mengetahui waste yang terjadi pada restoran cepat saji dan menentukan waste kritis yang terjadi pada restoran cepat saji sehingga dapat memberikan usulan tindakan penanganan waste.

Dari hasil penelitian didapatkan waste kritis yaitu lamanya proses pengiriman dengan nilai WPN 99.16,

Kata kunci: *Waste*, FMEA, WPN, Industri Makanan Cepat saji.

ABSTRACT

Waste is an activity that absorbs or wasting of resources such as time or added expenses but do not add any value in activities. Each production process generally have opportunities for waste generation, especially on fast-food restaurants. To avoid or minimize the occurrence of such *waste*, *waste* analysis is needed. Waste analysis performed in this study using the application of FMEA method to determine waste criticality.

From the result of the study, waste related to delivery process is becoming the most criticality waste with WPN at 99.16.

Keywords: Waste, FMEA, WPN (Waste Priority Number), Fast Food Industry.

1. PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Pada umumnya perusahaan menginginkan laba/keuntungan yang maksimal, laba (profit) ialah selisih antara jumlah yang diterima dari pelanggan atas barang atau jasa yang dihasilkan dengan jumlah yang dikeluarkan untuk membeli sumberdaya alam dalam menghasilkan barang atau jasa tersebut. Dengan begitu perusahaan harus memperhatikan aspek-aspek yang mempengaruhi produktifitas perusahaan, hingga terjadinya *waste* (*non value added*), sehingga perusahaan dapat meningkatkan produktifitas yang efektif dan efisien.

Waste (pemborosan) merupakan sebuah kegiatan yang menyerap atau memboroskan sumberdaya seperti pengeluaran biaya ataupun waktu tambahan tetapi tidak menambah nilai apapun dalam kegiatan tersebut.

Setiap proses produksi umumnya memiliki peluang untuk terjadinya *waste*. Salah satu cara yang dapat dilakukan adalah dengan

melakukan pendekatan FMEA untuk mengelola proses dalam sistem produksi agar lebih efektif dan efisien. Konsep FMEA mengevaluasi kemungkinan terjadinya sebuah kegagalan dari sebuah sistem, desain, proses atau servis untuk dibuat langkah penanganannya. Dalam FMEA, setiap kemungkinan kegagalan yang terjadi dikuantifikasi untuk dibuat prioritas penanganan. kuantifikasi penentuan prioritas dilakukan berdasarkan hasil perkalian antara rating frekuensi, tingkat kerusakan dan tingkat deteksi dari *waste*. Dalam pengetahuan prioritas *waste*, maka kontrol yang dibuat adalah berdasarkan proses yang paling berisiko terjadinya *waste*.

Terkait dengan kemampuan metode FMEA tersebut, maka penelitian ini diajukan untuk menerapkan metode FMEA untuk kuantifikasi dan pencegahan risiko akibat terjadinya lean *waste* pada proses produksi.

1.2 Rumusan Masalah

Permasalahan yang menjadi pokok pembahasan pada penelitian tugas akhir ini adalah sebagai berikut:

1. Seperti apa tipe-tipe *waste* yang dijumpai di dalam industri pengolahan makanan?
2. Bagaimana cara penerapan metode FMEA untuk menganalisis proses produksi pada restoran X?
3. Dari hasil penerapan FMEA, *waste* manakah yang paling kritis?

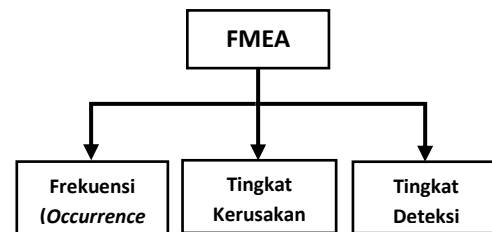
2. LANDASAN TEORI

2.1 FMEA (*Failure Mode Effect Analysis*)

FMEA adalah sebuah metode evaluasi kemungkinan terjadinya sebuah kegagalan dari sebuah sistem, desain, proses atau servis untuk dibuat langkah penanganannya (Yumaida. 2011). Dalam FMEA, setiap kemungkinan kegagalan yang terjadi dikuantifikasi untuk dibuat prioritas penanganan.

Dalam penelitian ini FMEA dilakukan untuk melihat risiko-risiko yang mungkin terjadi pada operasi

perawatan dan kegiatan operasional perusahaan. Dalam hal ini ada tiga hal yang membantu menentukan dari gangguan antara lain:



Gambar 1. Skema Parameter FMEA

- Frekuensi (*occurrence*)
Dalam menentukan *occurrence* ini dapat ditentukan seberapa banyak gangguan yang dapat menyebabkan sebuah kegagalan pada operasi perawatan dan kegiatan operasional pabrik.
- Tingkat Kerusakan (*severity*)
Dalam menentukan tingkat kerusakan (*severity*) ini dapat ditentukan seberapa serius kerusakan yang dihasilkan dengan terjadinya kegagalan proses dalam hal operasi perawatan dan kegiatan operasional pabrik.
- Tingkat Deteksi (*detection*)
Dalam menentukan tingkat deteksi ini dapat ditentukan bagaimana

kegagalan tersebut dapat diketahui sebelum terjadi. tingkat deteksi juga dapat dipengaruhi dari banyaknya kontrol yang mengatur jalanya proses. semakin banyak kontrol dan prosedur yang mengatur jalanya sistem penanganan operasional perawatan dan kegiatan operasional pabrik maka diharapkan tingkat deteksi dari kegagalan dapat semakin tinggi.

Prosedur FMEA

Bentuk kegiatan FMEA tidaklah baku. Setiap perusahaan memiliki bentuk masing-masing untuk mencerminkan kepentingan organisasi dan permasalahan pada pelanggan. Arahan kriteria nilai setiap perusahaan mencerminkan kepentingan organisasi, proses, produk dan kebutuhan pelanggan.

Menurut Robin, Raymond dan Michael (1996) langkah-langkah dalam pembuatan FMEA adalah sebagai berikut:

1. *Mereview* proses

2. Melakukan *brainstrom waste* potensial
3. Membuat daftar *waste*, penyebab dan efek potensial
4. Menentukan tingkat *severity*
5. Menentukan tingkat *occurrence*
6. Menentukan tingkat *detection*
7. Menghitung WPN

Menghitung WPN yang mana WPN merupakan hasil perkalian *severity (S)*, *occurrence (O)*, dan *detection (D)*, dimana persamaan matematisnya dapat dinyatakan sebai berikut:

$$WPN = (S) \times (O) \times (D) \dots \dots \dots (1)$$

8. Membuat prioritas *waste* untuk di tindaklanjuti
9. Mengambil tindakan untuk mengurangi atau menghilangkan *waste* tertinggi *waste* kritis.
10. Menghitung hasil WPN sebagai *waste* yang akan dikurangi atau dihilangkan. langkah ini dilakukan apabila kegiatan untuk mengurangi *waste* kritis.

2.2 WASTE

Waste atau sering disebut dengan muda dalam bahasa Jepang merupakan sebuah kegiatan yang menyerap atau memboroskan sumber daya seperti pengeluaran biaya ataupun waktu tambahan tetapi tidak menambahkan nilai apapun dalam kegiatan tersebut.

Menurut Sistem Produksi Toyota, terdapat tujuh macam kategori pemborosan antara diantaranya:

1. produksi yang berlebihan (*Waste of Overproduction*),
2. inventori (*Waste of Inventory*),
3. Cacat / Kerusakan (*Waste of Defects*),
4. Pemindahan/Transportasi (*Waste of Transportation*),
5. Gerakan (*Waste of Motion*),
6. Menunggu (*Waste of Waiting*),
7. Proses yang berlebihan (*Waste of Overprocessing*),
8. Penempatan SDM (*Under Utilization*),
9. Perilaku yang tidak produktif (*Waste of Behavioral*).

3. METODOLOGI PENELITIAN

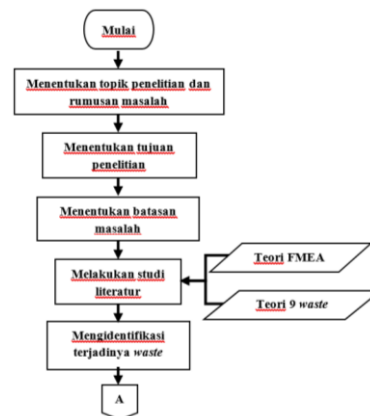
3.1 Tempat dan Waktu Penelitian

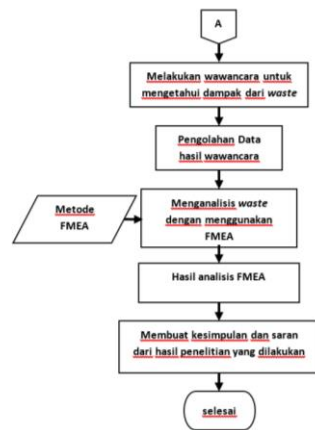
Penelitian dilaksanakan pada tanggal 18 April sampai dengan 30 Agustus 2016 di outlet restoran cepat saji di restoran X.

3.2 Prosedur Penelitian

Proses penelitian dimulai dengan studi literatur mengenai manajemen risiko, 9 (Sembilan) *waste*, dan teori FMEA. Proses selanjutnya adalah pengumpulan data. Data diperoleh melalui kuisiner. Setelah data dikumpulkan, data selanjutnya diolah untuk menentukan bobot *waste*. Tahap selanjutnya adalah pembahasan dan penarikan kesimpulan berdasarkan hasil pengolahan yang telah dilakukan.

3.3 Diagram Alir Penelitian





Gambar 2. Diagram Alir Proses Penelitian

4. HASIL DAN PEMBAHASAN

4.1 Pengumpulan Data Penelitian

Adapun data yang diperoleh dari perusahaan adalah data dari hasil wawancara. Penulis melakukan wawancara untuk mengetahui masalah-masalah *waste* (pemborosan) yang sering terjadi pada perusahaan. Dari hasil wawancara, penulis mendapatkan beberapa *item waste* yang pernah terjadi pada perusahaan, yang dikategorikan dalam macam-macam kategori *waste*:

1. *Overproduction*
 - Produk rusak
2. *Overprocessing*

- Karyawan mencoba memperbaiki mesin yang rusak

3. *Defects*

- Tertinggalnya produk
- Pelayanan tidak tepat waktu
- Sarana hiburan tidak berfungsi dengan baik

4. *Inventory*

- Habisnya bahan baku tanpa terduga
- Kelebihan bahan baku sampai mengalami *expired*

5. *Transprotation*

- Karyawan mondar-mandir dalam *delivery* produk

6. *Motion*

- Karyawan sering bolak-balik gudang

7. *Waiting*

- Menunggu bahan baku
- Menunggu teknisi & *spear part* saat mesin rusak

8. *Under Utilization*

- Kurangnya *meeting*
- Jam *meeting* tidak menentu
- Pengaturan *schedule* tidak konsisten

9. Behavioral

- karyawan terlambat masuk kerja
- karyawan tidak masuk kerja/tidak hadir

Data-data diatas dikumpulkan dari lapangan mulai dari tanggal 24 Oktober sampai 28 Oktober 2016.

4.2 Pengolahan Data Penelitian

Pengolahan data menggunakan menggunakan metode FMEA bertujuan untuk mendapatkan *waste* kritis yang merupakan risiko-risiko yang akan dianalisis lebih lanjut. Risiko kritis tersebut diperoleh setelah dilakukan perhitungan *Waste Priority Number* (WPN) untuk setiap *waste* yang telah teridentifikasi. Berikut adalah langkah menentukan *waste* kritis menggunakan metode FMEA.

4.2.1. Identifikasi Risiko

Identifikasi risiko merupakan proses dalam menentukan apa, kenapa dan bagaimana suatu risiko dapat terjadi. Tujuan dari proses ini adalah untuk mengenali risiko yang mungkin

terjadi lebih awal sehingga dapat mengurangi atau mengeliminir keterkejutan akibat dari *waste* tersebut. Output yang diharapkan dari proses identifikasi ini adalah daftar atau *list waste* yang nantinya akan masuk dalam tahap penilaian *waste*.

Identifikasi *waste* dilakukan dalam kegiatan oprasional restoran X. Penulis melakukan beberapa tahapan dalam mengidentifikasi *waste*.

- Mengumpulkan dan mempelajari kegiatan oprasional restoran X
- Melakukan wawancara dan *brainstorming* untuk mengumpulkan informasi mengenai masalah-masalah yang sering terjadi pada kegiatan oprasional.
- Menentukan standar ranting *severity*, *occurrence*, dan *detection*.
- Membuat kuesioner mengenai *waste*
- Menyebarkan kuesioner pada responden
- Pengumpulan kuesioner

Semua item kegagalan dan masalah-masalah yang sering terjadi pada saat kegiatan oprasional yang

diperoleh dari hasil wawancara, dan *brainstroming*, dapat dilihat pada tabel berikut:

Tabel Kategori *Waste*, Daftar *Waste*, Penyebab *Waste*, dan Efek *Waste*

No Waste	Kategori Waste	Daftar Waste	Penyebab Waste	Efek Waste
1	<i>Over production</i>	<ul style="list-style-type: none"> • Produk rusak 	<ul style="list-style-type: none"> • Cara penyajian kurang sempurna • Kurang konsisten dalam menjalankan prosedur FIFO • Kurang konsisten dalam menjalankan prosedur FEFO 	<ul style="list-style-type: none"> • Turunnya laba • Ketidakpuasan karyawan/menejer
2	<i>Over processing</i>	<ul style="list-style-type: none"> • Karyawan mencoba memperbaiki mesin yang rusak 	<ul style="list-style-type: none"> • Adanya target penjualan • Suhu kompor yang tidak proper 	<ul style="list-style-type: none"> • Produktivitas menurun • Konsumen kecewa • <i>Extra time</i> untuk menggoreng bahan baku
3	<i>Defects</i>	<ul style="list-style-type: none"> • Ketinggian produk • Pelayanan tidak tepat waktu • Sarana hiburan tidak berfungsi 	<ul style="list-style-type: none"> • Kurang telitinya karyawan 	<ul style="list-style-type: none"> • Waktu tunggu belayanan bertambah • Konsumen kecewa

		<ul style="list-style-type: none"> • Habisnya bahan baku tanpa terduga • Kelebihan bahan baku sampai mengalami expired 	<ul style="list-style-type: none"> • Kurangnya informasi antar karyawan • Kurang konsisten dalam menjalankan prosedur FEFO 	<ul style="list-style-type: none"> • <i>Customer</i> pindah ke pesaing • Keuntungan berkurang • Konsumen kecewa
4	<i>Inventory</i>			
5	<i>Transportation</i>	<ul style="list-style-type: none"> • Karyawan nondar-mandir dalam <i>delivery</i> produk 	<ul style="list-style-type: none"> • Kurang cermatnya karyawan • Alamat customer kurang jelas 	<ul style="list-style-type: none"> • Mengurangi produktivitas • <i>Customer complain</i> • <i>Extra transportation cost</i> • Kualitas produk menurun
6	<i>Motion</i>	<ul style="list-style-type: none"> • Karyawan sering bolak-balik gudang 	<ul style="list-style-type: none"> • Kehabisan bahan baku pada store 	<ul style="list-style-type: none"> • Megnurangi produktivitas
7	<i>Waiting</i>	<ul style="list-style-type: none"> • Menunggu bahan baku • Menunggu teknisi & <i>spear part</i> saat mesin rusak 	<ul style="list-style-type: none"> • Kurangnya tenaga ahli • Lamanya proses pengiriman • Kurang konsisten dalam menjalankan prosedur pemasakan 	<ul style="list-style-type: none"> • Produktivitas menurun

8	<i>Under Utilization</i>	<ul style="list-style-type: none"> Kurangnya <i>meeting</i> Jam <i>meeting</i> tidak menentu Pengaturan <i>schedule</i> tidak konsisten 	<ul style="list-style-type: none"> Tidak ada jadwal <i>meeting</i> yang pasti Manajer <i>schedule</i> tidak konsisten 	<ul style="list-style-type: none"> Ketidapuasan karyawan
9	<i>Behavioral Waste</i>	<ul style="list-style-type: none"> Karyawan terlambat masuk kerja Karyawan tidak masuk kerja/tidak hadir 	<ul style="list-style-type: none"> Karyawan kurang disiplin 	<ul style="list-style-type: none"> Produktivitas menurun Waktu tunggu belayanan bertambah

Penentuan Ranting *Occurrence*, *Severity*, dan *Detection*

Setelah diperoleh item *waste* maka langkah berikutnya adalah penentuan rating probabilitas terjadinya *waste* (*occurrence*), dampak akibat *waste* (*severity*), dan deteksi *waste* (*detection*). Penentuan ketiga ranting tersebut akan sangat menentukan proses memprioritaskan daftar *waste* / penentuan *waste* kritis. Penentuan rating didapat melalui proses *brainstorming* dengan para karyawan yang disesuaikan dengan kondisi perusahaan.

Tabel Probabilitas Terjadinya *Waste*

<i>Waste Skala</i>	Kejadian	Kriteria Verbal	Frekuensi Kejadian
--------------------	----------	-----------------	--------------------

1	Hampir tidak pernah	<i>Waste</i> hampir tidak pernah	Probabilitas terjadinya <i>waste</i> : < 1 X / Hari
2	Rendah	<i>Waste</i> yang terjadi pada tingkat rendah	Probabilitas terjadinya <i>waste</i> : 1 – 2 X / Hari
3	Sedang	<i>Waste</i> yang terjadi pada tingkat sedang	Probabilitas terjadinya <i>waste</i> : 2 – 3 X / Hari
4	Agak tinggi	<i>Waste</i> yang terjadi agak tinggi	Probabilitas terjadinya <i>waste</i> : 3 – 4 X / Hari
5	Tinggi	<i>Waste</i> yang terjadi Tinggi	Probabilitas terjadinya <i>waste</i> : > 5 X / Hari

Tabel Dampak Akibat Terjadinya *Waste*

<i>Waste Skala</i>	Akibat / Effect	Akibat pada Perusahaan			
		Ekonomi (E)	Customer Statisfaction (CS)	Employee Statisfaction (ES)	Servis Time (ST)
1	Tidak ada pengaruh	< Rp 50.000	Tidak ada pengaruh	Tidak ada pengaruh	< 30detik
2	Sedikit berpengaruh	Rp 50.000 – Rp 100.000	Sedikit berpengaruh	Sedikit berpengaruh	30 detik – 1 menit
3	Cukup berpengaruh	Rp 100.000 – Rp 200.000	Cukup berpengaruh	Cukup berpengaruh	1 – 3 menit
4	Berpengaruh	Rp 200.000 – Rp 300.000	Berpengaruh	Berpengaruh	3 – 10 menit
5	Sangat berpengaruh	> Rp 300.000	Sangat berpengaruh	Sangat berpengaruh	>10 menit

Tabel Deteksi Terhadap Risiko Waste

Waste Skala	Akibat	Kriteria
1	Tinggi	Pasti terdeteksi
2	Medium	Mudah terdeteksi
3	Rendah	Jarang terdeteksi
4	Sangat rendah	Sulit terdeteksi
5	Non-Detectable	Tidak dapat terdeteksi

4.3. Analisis Data FMEA

Setelah *waste* teridentifikasi maka akan ditentukan nilai *occurrence*, *severity*, dan *detection*. Untuk menentukan nilai tersebut menggunakan kuesioner yang pengisiannya dilakukan melalui *brainstorming* maka didapatkan nilai *occurrence*, *severity*, dan *detection* untuk tiap risiko dapat dilihat pada tabel Perhitungan WPN merupakan bagian penting dalam FMEA karena dari nilai WPN akan diketahui prioritas *waste* yang termasuk *waste* kritis. WPN dihitung menggunakan persamaan berikut :

Dalam menentukan WPN dapat menggunakan persamaan (1) Untuk menentukan *Occurrence* :

$$O_{Penyebab} =$$

$$\frac{O_{Efek\ 1} + O_{Efek\ 2} + O_{Efek\ 3} \dots O_{Efek\ n}}{n} \dots\dots\dots (2)$$

Untuk menentukan *Severity* :

$$S_{Penyebab} =$$

$$\frac{S_{Efek\ 1} + S_{Efek\ 2} + S_{Efek\ 3} \dots S_{Efek\ n}}{n} \dots\dots\dots (3)$$

Untuk *detection* adalah *detection* dari penyebab.

Catatan: *n* = *waste* ke 1, 2, 3.....*n*

Tabel Nilai Occurrence, Severity, Detection, dan WPN untuk Tiap Waste

No Waste	Kategori Waste	Penyebab Waste	O	S	D	WPN
1	Over Production	Cara penyajian kurang sempurna	2.81	14.73	2.23	92.26
		Kurang konsisten dalam menjalankan prosedur FIFO	2.81	9.65	2.00	54.21
		Kurang konsisten dalam menjalankan prosedur FEFO	2.81	9.65	1.85	50.04
2	Over Proccsing	Adanya target penjualan	3.21	12.67	1.54	62.46

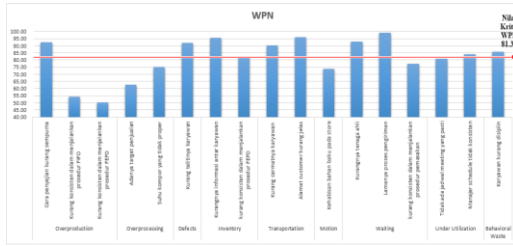
		Suhu kompor yang tidak proper	3.21	12.67	1.85	74.95			yang pasti				
3	<i>Defects</i>	Kurang telitinya karyawan	2.85	13.12	2.46	91.89			Manajer schedule tidak konsisten	3.23	11.23	2.31	83.73
		Kurangnya informasi antar karyawan	2.90	12.26	2.69	95.61			Karyawan kurang disiplin	3.00	12.81	2.23	85.71
4	<i>Inventary</i>	kurang konsisten dalam menjalankan prosedur FEFO	2.90	12.26	2.31	81.95							
5	<i>Transporation</i>	Kurang cermatnya karyawan	3.15	12.00	2.38	90.25							
		Alamat customer kurang jelas	3.15	12.00	2.54	96.07							
6	<i>Motion</i>	Kehabisan bahan baku pada store	2.77	12.38	2.15	73.87							
7	<i>Waiting</i>	Kurangnya tenaga ahli	2.85	14.15	2.31	92.96							
		Lamanya proses pengiriman	2.85	14.15	2.46	99.16							
		kurang konsisten dalam menjalankan prosedur pemasakan	2.85	14.15	1.92	77.47							
8	<i>Under Utilization</i>	Tidak ada jadwal meeting	3.23	11.23	2.23	80.94							

Berdasarkan *waste* yang telah terdaftar dan diketahui nilai WPN masing-masing, maka dapat ditentukan *waste* kritis. *waste* kritis tersebut yang akan dianalisis lebih lanjut sebagai langkah awal dari tindakan penanganan *waste* untuk mempertahankan kinerja restoran X. Suatu *waste* dikategorikan sebagai *waste* kritis jika memiliki nilai WPN di atas nilai kritis. Nilai kritis WPN ditentukan dari rata-rata nilai WPN dari seluruh *waste*.

$$\text{Nilai Kritis WPN} = \frac{\text{Total WPN}}{\text{Jumlah Risiko}}$$

$$= \frac{1383.54}{17} = 81.38$$

Berdasarkan nilai kritis WPN yang menunjukkan nilai 81.38, dapat diketahui *waste-waste* yang termasuk *waste* kritis, dapat dilihat pada diagram.



Berdasarkan diagram diatas dapat diketahui *waste* yang melebihi nilai kritis, terdapat 10 *waste* yang melebihi nilai kritis, dapat dilihat pada tabel berikut.

Tabel Daftar Waste Kritis

Waste ranking	Kategori Waste	Penyebab Waste	WPN
1	Waiting	Lamanya proses pengiriman	99.16
2	Transportation	Alamat customer kurang jelas	96.07
3	Inventory	Kurangnya informasi antar karyawan	95.61
4	Waiting	Kurangnya tenaga ahli	92.96
5	Overproduction	Cara penyajian kurang sempurna	92.26
6	Defects	Kurang telitinya karyawan	91.89
7	Transportation	Kurang cermatnya karyawan	90.25
8	Behavioral	Karyawan kurang disiplin	85.71
9	Under utilization	Manajer schedule tidak konsisten dalam hal penentuan jadwal karyawan	83.73
10	Inventory	kurang konsisten dalam menjalankan prosedur FEFO	81.95

5. Kesimpulan

Berdasarkan Hasil pengolahan data dan analisis menggunakan metode FMEA maka penulis mengambil beberapa kesimpulan sebagai berikut:

1. Terdapat 16 jenis *waste* yang terdeteksi pada restoran X dengan nilai WPN paling besar 3 diantaranya yaitu: Lamanya proses pengiriman dengan nilai WPN 99.16, Alamat customer kurang jelas dengan nilai WPN 96.07, Kurangnya informasi antar karyawan dengan nilai WPN 95.61.

DAFTAR PUSTAKA

- Anonimous. *Menu*.
<http://www.mcdonalds.co.id/menu> Diakses tanggal 28 Oktober 2016
- Anonimous. *Waste*.
https://id.wikipedia.org/wiki/7_pemborosan Diakses tanggal 11 Oktober 2016
- Yumaida. 2011. *Analisis Risiko Kegagalan Pemeliharaan Pada Pabrik Pengolahan Pupuk Npk Granular (Studi Kasus : Pt. Pupuk Kujang Cikampek)*

- (Skripsi). Depok: Universitas Indonesia.
- Adisaputra, Muhammad Fuad, dkk. 2014. *Penerapan Inovasi dan Manajemen Produk di McDonald's* (Makalah). Surabaya: Institut Teknologi Sepuluh Nopember
- American National Standard. (2004). *A Guide to the Project Management Body Of Knowledge (3rd ed.)*. Newtown Square: Project Management Institute.
- Braglia, Marcello. 2000. MAFMA : *Multi-attribute Failure Mode Analysis. International Journal Of Quality & reability Management*, Vol. 17 No. 9, 2000, pp. 1017-1033.
- Cayman Business System. 2002. *Failure Mode and Effect Analysis*. juni 11, 2012. <http://www.fmeainfocentre.com/handbooks/FMEA-N.pdf>
- Carbone, T & Tippett, D. (2004). *Project Risk Management Using the Project Risk FMEA Engineering Management Journal*. Vol 16, No.4. hal 31.
- Peter S. Pande, Robert P. Neuman, Roland R. Cavanagh, "The Six Sigma Way: How GE, Motorola, And Other Top Companies Are Honing Their Performance", McGraw-Hill, New York, Tahun 2000.
- Project Risk Management Handbook*. (2003). Sacramento: Caltrans.
- Robin E McDermott, Raymond J Mikulak, dkk. 2010. *The Basics Of Fmea, @nd Edition*.
- Sutrisno, Agung., Kwon, H. M., Gunawan. I., Steven, Eldridge., Lee. T. R. (2016) *Integrating SWOT analysis into the FMEA Methodology to improve corrective action decision making*. Int. J. of Productivity and Quality Management. Vol 17. No1 PP 104-126.