

P. ISSN : 2477-5479

E. ISSN : 2502-0501

Volume 6 Nomor 2 Oktober 2020

JURNAL OPTIMALISASI



Source of Inspiration

**PROGRAM STUDI TEKNIK INDUSTRI
FAKULTAS TEKNIK
UNIVERSITAS TEUKU UMAR**

EDITORIAL TEAM DAN REVIEWER JURNAL OPTIMALISASI

Journal Manager

T.M. Azis Pandria (Universitas Teuku Umar, Indonesia)

Editor in Chief

Iing Pamungkas (Universitas Teuku Umar, Indonesia)

Section Editor

1. Nissa Prasanti (Universitas Teuku Umar, Indonesia)
2. Gaustama Putra (Universitas Teuku Umar, Indonesia)
3. Zayyinul Hayati Zen (Universitas Muhammadiyah Riau, Indonesia)
4. Indah Rizkya Tarigan (Universitas Sumatera Utara, Indonesia)

Copy Editor

1. Cukri Rahma (Universitas Teuku Umar, Indonesia)
2. Rita Hartati (Universitas Teuku Umar, Indonesia)

Layout Editor

Khairul Hadi (Universitas Teuku Umar, Indonesia)

Proof Reader

Heri Tri Irawan (Universitas Teuku Umar, Indonesia)

Reviewer

1. Dr. Ir. Nazaruddin Matondang, MT (Departemen Teknik Industri, Fakultas Teknik, Universitas Sumatera Utara, Indonesia)
2. Dr. Ir. Eko Pujiyanto, S.Si., MT., IPM (Departemen Teknik Industri, Fakultas Teknik, Universitas Sebelas Maret, Indonesia)
3. Dyah Santhi Dewi, ST., M.Eng.Sc., Ph.D (Departemen Teknik Industri, Fakultas Teknologi Industri dan Rekayasa Sistem, Institut Teknologi Sepuluh November, Indonesia)
4. Fitriadi, ST., MT (Program Studi Teknik Industri, Fakultas Teknik, Universitas Teuku Umar, Indonesia)
5. Prima Denny Sentia, ST., MIT (Program Studi Teknik Industri, Fakultas Teknik, Universitas Syiah Kuala)
6. Andriansyah, ST., MT (Program Studi Teknik Industri, Fakultas Teknik, Universitas Syiah Kuala)

DAFTAR ISI

Jurnal Optimalisasi, Volume 6, Nomor 2, Oktober 2020

1. **Perancangan Tata Letak Parkiran Rumah Sakit XYZ Menggunakan Metode Craft Vertikal Willis**, Steven, Anita Christine Sembiring
2. **Perbaikan Aliran Proses Operasi Layanan untuk Mengurangi Pemborosan dengan Pendekatan Lean Service (Studi Kasus: Klinik Citra Medika Medan Marelan)**
Abdul Azis Syarif
3. **Perencanaan Ulang Tata Letak Fasilitas Produksi (Studi Kasus: UKM Pengolahan Ikan Asin Stefen Aluy-Meulaboh)**
Khairul Hadi, Iskandar Hasanuddin, Husni, Iing Pamungkas, Fitriadi, Heri Tri Irawan
4. **Peramalan Kebutuhan Batubara Menggunakan Metode Single Exponential Smoothing di PT. Solusi Bangun Andalas**
Gaustama Putra, Ari Rasyid Maulud
5. **Seven Tools untuk Menurunkan Kecacatan pada Produk Kopi**
Moh Ririn Rosyidi, Nailul Izzah, Thoriq Kamil Najahi
6. **Analisis Perawatan Mesin Cetak Offset Heidelberg dengan Metode Total Productive Maintenance**
Yusnia Sinambela
7. **Analisis Beban Kerja pada Proses Pengangkatan Pupuk ke Dalam Truck Menggunakan Metode Standard Nordic Quistionaire dan Niosh Lifting Equation di PT. Pupuk Iskandar Muda**
Sofiyannurriyanti, Okta Rezayansyah, Agus Ardiyansyah
8. **Penentuan Jeda Penggantian Komponen Kritis pada Alat Instrumen HPLC (High Performance Liquid Chromatography) di Laboratorium PT. RAA**
Retno Aprilia, Septian Rahmat Adnan
9. **Penentuan Kinerja Usaha Kecil Menengah (UKM) Coffee Shop dengan Metode Data Envelopment Analysis (DEA) dan Comparative Performance Index (CPI) (Studi Kasus: 8 Coffee Shop di Meulaboh, Aceh Barat)**
Arie Saputra, Muzakir, Sofiyannurriyanti, Fitriadi, Ida Nopiyanti
10. **Penggunaan Moving Average dan Exponential Smoothing untuk Memprediksi Kebutuhan Beras Raskin di Kota Banda Aceh**
Heri Tri Irawan, Iing Pamungkas, Fitriadi, Arhami, Khairul Hadi, T.M Azis Pandria
11. **Analisis Mutu Biodiesel Menggunakan Metode Quality Loss Function dan Rancangan Perbaikan di PT. XYZ**
Zaharuddin

Perancangan Tata Letak Parkiran Rumah Sakit XYZ Menggunakan Metode Craft

Vertikal Willis^{*1}, Steven^{*2}, Anita Christine Sembiring³

^{1,2,3}Jurusan Teknik Industri, Fakultas Teknologi dan Ilmu Komputer, Universitas Prima
Indonesia, Medan, Indonesia

e-mail: ^{*1}vertikalwillis@gmail.com, ^{*2}stevenqiu2302@gmail.com

Abstrak

Parkir sepeda motor merupakan salah satu fasilitas yang cukup penting khususnya didalam rumah sakit. Namun fasilitas parkir motor sering diabaikan dan cenderung dibangun seadanya, akibatnya fasilitas parkir tersebut menjadi buruk dan tidak nyaman digunakan. Penelitian ini berfokus pada sebuah rumah sakit terbesar di Medan, Parkir sepeda motor pada rumah sakit ini digunakan sebagai parkir karyawan PT.ABC dan pengunjung rumah sakit. Tempat parkir rumah sakit ini terletak di *basement* dan hanya terdiri dari 1 jalur sempit yang digunakan untuk jalur masuk dan keluar secara bersamaan. Dampak dari jalur parkir ini adalah menimbulkan antrian yang panjang khususnya pada jam-jam padat seperti pada jam pulang kantor. Masalah kedua adalah, jarak tempat parkir ini cukup jauh dari tempat masuk ke kantor PT.ABC dan pintu masuk ke rumah sakit sehingga membuat pengguna berjalan lebih jauh dari tempat parkir ke tempat tujuan. Hasil penelitian ini adalah untuk melakukan perancangan ulang tata letak parkiran sepeda motor dengan menerapkan pedoman perparkiran direktorat jendral perhubungan darat dan menggunakan metode Craft untuk meningkatkan efisiensi jarak pengguna.

Kata kunci – Perbaikan *Layout*, Tata Letak Fasilitas, Karakteristik Parkir, Metode Craft

Abstract

Motorcycle parking is an important facility, especially in hospitals. However, motorbike parking facilities are often neglected and tend to be built improperly, as a result, the parking facilities are poor and uncomfortable to use. This study focuses on the largest hospital in Medan. Motorcycle parking at this hospital is used as parking for PT.ABC employees and hospital visitors. This hospital parking lot is located in the basement and consists of only one narrow lane used for entrance and came out simultaneously. The impact of this parking lane is to cause long queues, especially during busy hours such as office hours. The second problem is, the parking lot is quite far from the entrance to the PT.ABC office and the entrance to the hospital so that it makes users walk further from the parking lot to their destination. The results of this study were to redesign the Layout of the motorcycle parking lot by applying the parking guidelines of the directorate general of land transportation and using the Craft method to increase the efficiency of the user's distance.

Keyword – *Layout Improvements, Facility Layout, Parking Characteristics, Craft Methods*

1. PENDAHULUAN

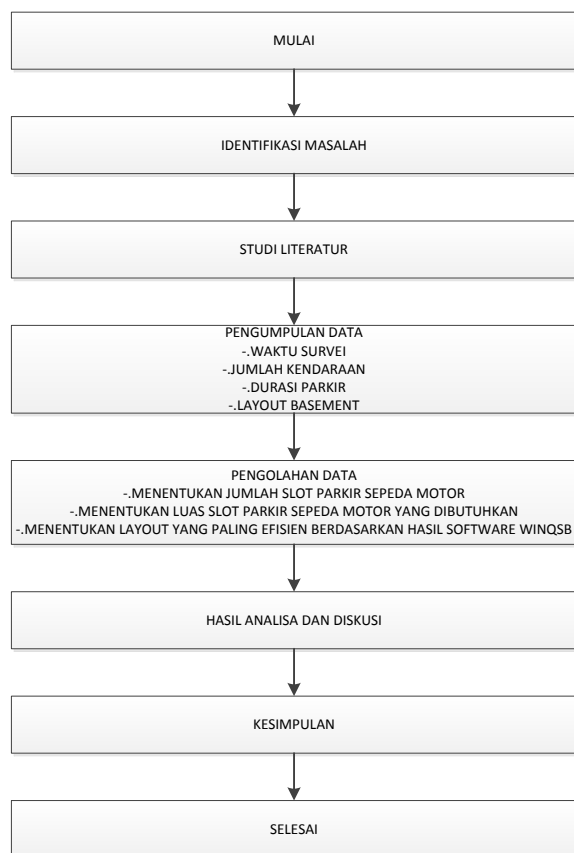
Parkir adalah salah satu fasilitas yang disediakan oleh suatu tempat/pabrik/perusahaan untuk mengakomodasi kendaraan yang dibawa oleh pengunjung dan karyawan. Parkir juga merupakan fasilitas dalam bentuk layanan yang dapat memberikan kenyamanan bagi pemilik kendaraan untuk mempercayakan kendaraan mereka dengan jaminan yang aman dan nyaman. Namun, terkadang hal ini tidak dihiraukan oleh perusahaan/tempat/pabrik, sehingga pemilik kendaraan merasa tidak nyaman untuk meninggalkan kendaraan mereka.

Penelitian ini dilakukan di salah satu rumah sakit terbesar dan terlengkap di kota Medan. Rumah sakit ini masih tergolong sangat minim dalam hal mengelola parkir. Tempat parkir yang dimiliki sekarang relatif kecil dan area yang tersedia juga terbatas, terutama area parkir untuk sepeda motor. Area parkir sepeda motor di rumah sakit ini diperuntukkan untuk parkir karyawan (rumah sakit & PT. ABC) dan pengunjung rumah sakit. Ukuran jalur/gang parkir ini sangat sempit dan area parkirnya juga tidak luas, hanya menggunakan satu jalur gang yang digunakan untuk kendaraan masuk dan keluar sehingga sering menimbulkan antrian/kemacetan yang panjang khususnya pada jam-jam padat. Parkiran ini juga sering mengalami *over capacity* sehingga banyak kendaraan yang diparkir di jalur gang yang menyebabkan sirkulasi gang terhambat. Berikutnya adalah letak tempat parkir ini cukup jauh dari pintu masuk gedung rumah sakit dan pintu masuk ke gedung PT.ABC sehingga membuat para pengguna parkir harus berjalan lebih jauh ke arah pintu masuk gedung dan menghambat kinerja karyawan dan menurunkan kenyamanan para pengunjung karena harus berjalan jauh.

Berdasarkan masalah yang ada, maka dilakukan perbaikan fasilitas parkir dari parkiran tersebut berdasarkan pedoman perparkiran direktorat jendral perhubungan darat-pedoman perencanaan dan pengoperasian fasilitas parkir tahun 1998 dan metode craft.

2. METODE PENELITIAN

Metode yang akan digunakan dalam penelitian ini adalah menerapkan pedoman perencanaan dan pengoperasian fasilitas parkir tahun 1998 (dalam hal perbaikan sirkulasi dan penentuan ukuran gang yang seharusnya) dan metode craft (untuk meningkatkan efisiensi jarak pengguna). Adapun dalam penelitian ini dibagi berbagai tahapan-tahapan seperti dengan mengumpulkan data primer (seperti data volume parkir dan durasi parkir) dan data sekunder (seperti data tata letak parkir saat ini) sesuai kebutuhan, menghitung karakteristik parkir untuk menentukan berapa jumlah slot parkir yang harus disediakan, melakukan perbaikan tata letak dengan menerapkan pedoman perparkiran direktorat jendral perhubungan darat tahun 1998 sebagai pedoman dalam menentukan untuk ukuran gang dan perbaikan sirkulasi parkir, kemudian, Mengatur ulang posisi area parkir *basement* untuk meningkatkan efisiensi jarak pengguna dari tempat parkir ke pintu masuk gedung menggunakan metode Craft.

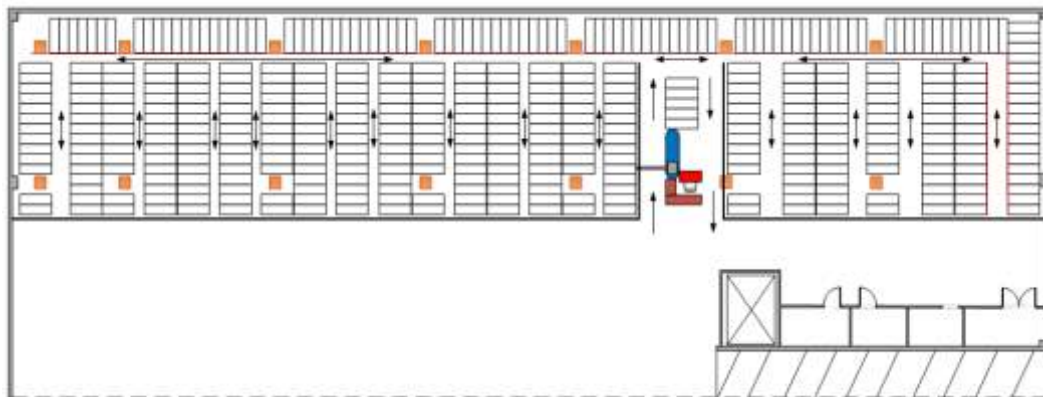


Gambar 1. Flowchart Penelitian

3. HASIL DAN PEMBAHASAN

3.1. Keadaan Parkir Sekarang

Data slot parkir yang tersedia adalah 430 SRP / tempat parkir. Jumlah baris yang terdapat pada tempat parkir adalah 30 baris (5 slot = 1 baris; 7 slot = 1 baris; 13 slot = 8 baris; 14 slot = 5 baris; 15 slot = 15 baris; 19 slot = 1 baris). ukuran gang dan jalur akses masing-masing adalah 1 meter. Tempat parkir ini hanya memiliki satu akses masuk dan satu akses keluar. Jalan menuju slot parkir juga hanya menggunakan satu jalur untuk kendaraan keluar masuk, sehingga sering terjadi kemacetan pada jam-jam tertentu. *Layout* parkiran awal dapat dilihat pada gambar 2.



Gambar 2. *Layout* parkir sepeda motor awal

3.2. Analisa Data Karakteristik Parkir.

Data karakteristik parkir terdiri dari akumulasi parkir, volume parkir, durasi parkir, dan indeks parkir. Akumulasi parkir maksimum adalah pada hari Selasa, 24 September 2019, dengan 574 kendaraan. Volume parkir rata-rata harian adalah 729,5 kendaraan/jam. Durasi parkir harian rata-rata adalah 7:23:16 atau 7,38 jam/hari.

3.3. Menghitung Satuan Ruang Parkir

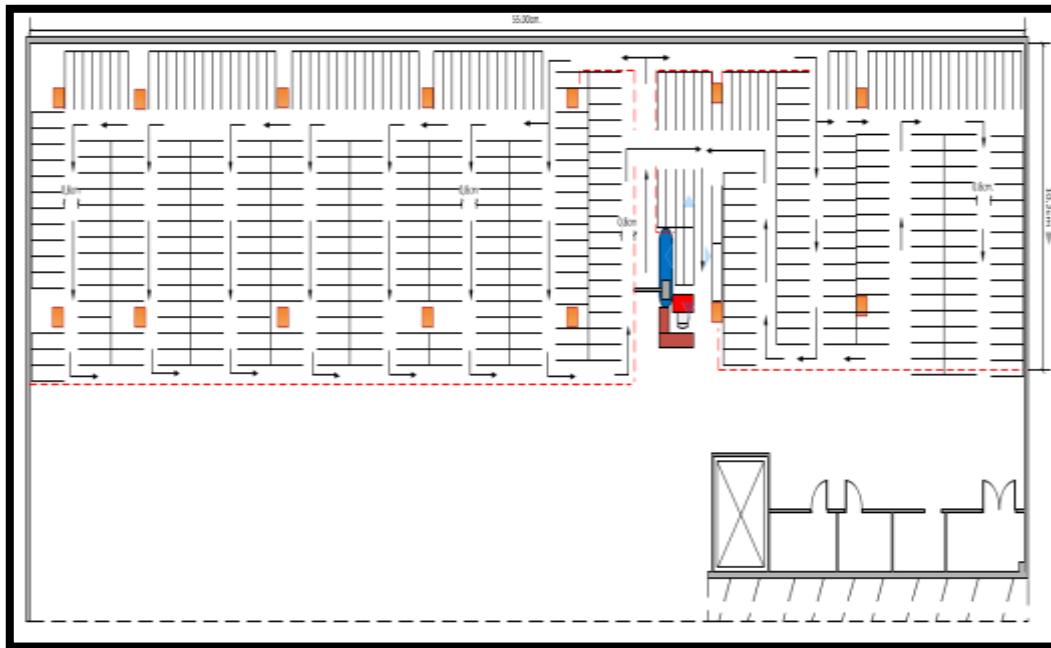
Hasil dari perhitungan satuan ruang parkir dapat dilihat pada table 1 dibawah ini.

Tabel 1. Hasil Perhitungan Kapasitas Ruang Parkir

Tanggal, Waktu	Waktu survei (hr.)	Jumlah (Vehicle)	Rata-rata durasi parkir(hr.)	Satuan Ruang Parkir (SRP)
Minggu, 22 September 2019	13	417	7,38	237
Senin, 23 September 2019	13	853	7,38	484
Selasa, 24 September 2019	13	836	7,38	475
Rabu, 25 September 2019	13	812	7,38	461
<i>Optimal parking space capacity needed</i>				484

3.4. Hasil *Layout* Akhir yang Disarankan

Gambar hasil *Layout* akhir yang disarankan dapat dilihat pada gambar 3.

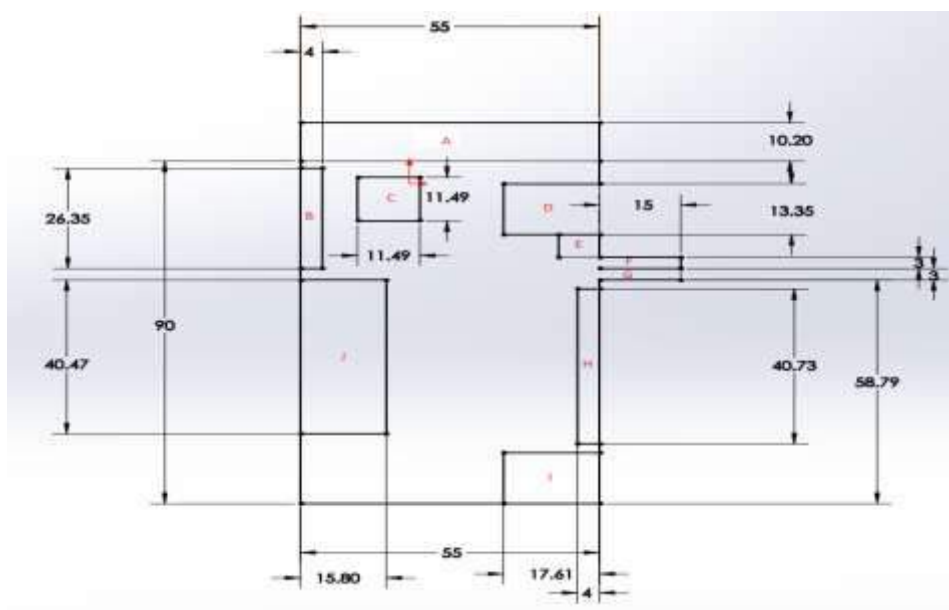


Gambar 3. Hasil *Layout* akhir yang disarankan.

Berdasarkan desain tata letak yang disesuaikan dengan pengimplementasian aturan dirjen perhubungan darat, ruang parkir yang dapat disediakan adalah 391 SRP/slot/ruang parkir. Agar dapat memenuhi jumlah kapasitas parkir yang seharusnya disediakan (484 SRP) maka harus dilakukan penambahan area parkir sebesar 132,06 m²(11,49m x 11,49m) dengan penambahan SRP sebesar 93 SRP.

3.5. *Layout/ Denah Awal Basement*

Adapun *Layout* awal *basement* dari rumah sakit adalah sebagai berikut:



Gambar 4. *Layout* saat ini

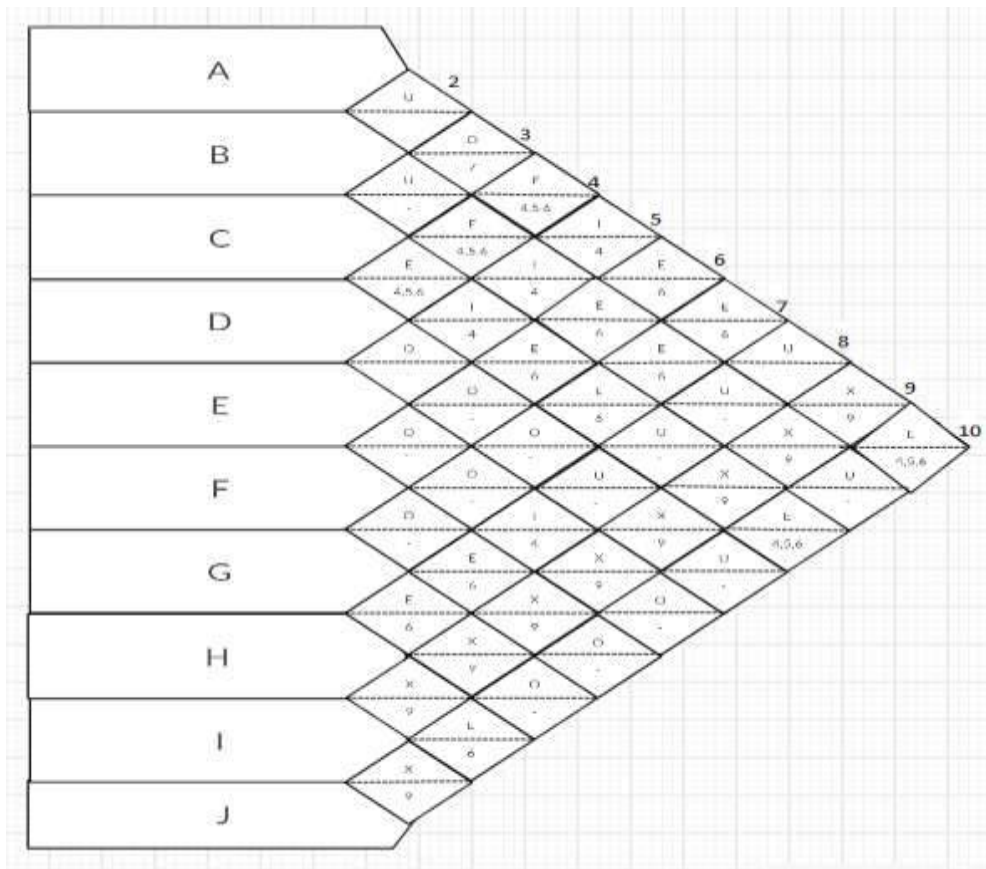
Untuk keterangan dari departemen simbol diatas dapat dilihat pada tabel 2 dibawah ini.

Tabel 2. Keterangan simbol dan departemen *Layout*

Nomor	Simbol	Keterangan
1	A	Parkiran sepeda motor
2	B	Parkiran mobil para eksekutif PT.ABC
3	C	Parkiran sepeda motor yang akan ditambahkan
4	D	Lift + tangga untuk naik ke PT.ABC
5	E	Pos satpam / keamanan
6	F	Lajur menurun untuk masuk ke basement
7	G	Lajur menaik untuk keluar dari basement
8	H	Parkiran mobil pengunjung rumah sakit XYZ
9	I	Tempat pembuangan kertas/karton/sampah
10	J	Lift + tangga untuk naik ke rumah sakit XYZ

3.6. *Activity Relationship Chart*

Activity Relationship Chart adalah peta untuk mengukur hubungan aktifitas antar departemen. Berikut adalah hasil penilaian menggunakan *Activity Relationship Chart*.



Gambar 5. Activity Relationship Chart

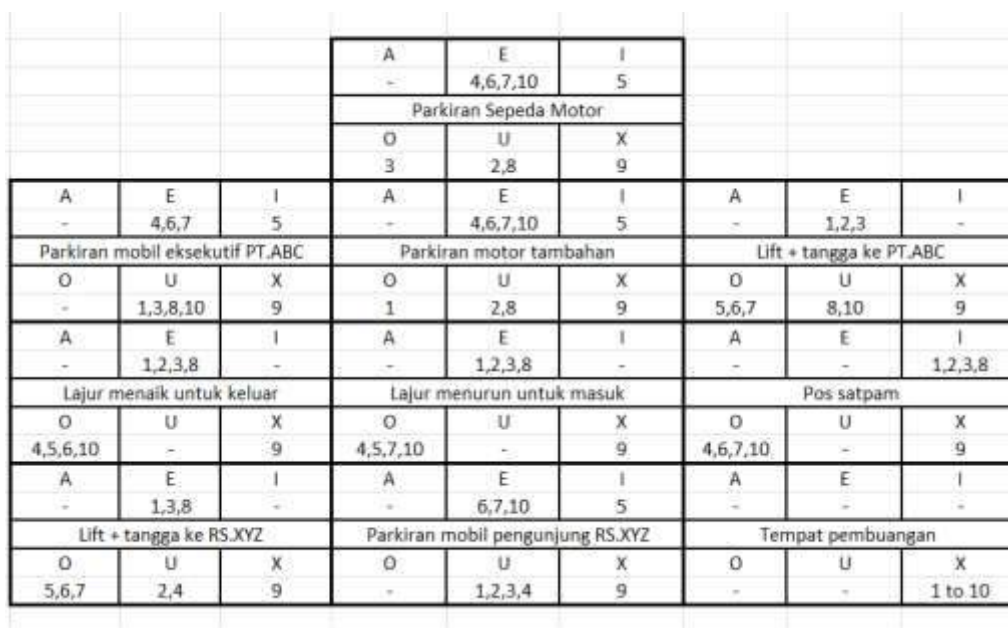
Setelah membuat ARC (Activity Relationship Chart), langkah berikutnya adalah merekapitulasi hasil penilaian ARC diatas kedalam *worksheet*. Hasil rekapitulasi *worksheet* dapat dilihat pada tabel 3 dibawah ini.

Tabel 3. Hasil Rekapitulasi Worksheet

No.	Simbol	Tingkat Hubungan					
		A	E	I	O	U	X
1	A	-	4,6,7,10	5	3	2,8	9
2	B	-	4,6,7	5	-	1,3,8,10	9
3	C	-	4,6,7,10	5	1	2,8	9
4	D	-	1,2,3	-	5,6,7	8,10	9
5	E	-	-	1,2,3,8	4,6,7,10	-	9
6	F	-	1,2,3,8	-	4,5,7,10	-	9
7	G	-	1,2,3,8	-	4,5,6,10	-	9
8	H	-	6,7,10	5	-	1,2,3,4	9
9	I	-	-	-	-	-	1 - 10
10	J	-	1,3,8	-	5,6,7	2,4	9

3.7. *Activity Relationship Diagram*

Selanjutnya setelah selesai membuat worksheet, maka dilanjutkan untuk membuat ARD (*Activity Relationship Diagram*). ARD adalah sebuah balok yang berfungsi untuk menjelaskan hubungan pola aliran serta posisi maupun lokasi dari masing-masing departemen. ARD yang sudah dibuat dapat dilihat pada gambar 6.



Gambar 6. *Activity Relationship Diagram*

3.8. Menghitung Luas dan Titik Pusat Departemen

Untuk menentukan jarak antar fasilitas maka kita perlu menentukan luas daerah dari tiap departemen dan koordinat titik pusatnya. Berikut adalah hasil ukuran dari tiap departemen dan koordinatnya.

Tabel 4. Ukuran dan Koordinat Tiap Departemen

No.	Simbol	Panjang (m)	Lebar (m)	Luas (m ²)	Titik Pusat	
					X	Y
1	A	55	10.2	561	27.5	95.1
2	B	26.35	4	105.40	2	94.96
3	C	11.49	11.49	132.02	16.23	80.02
4	D	17.61	13.35	235.09	46.19	77.44
5	E	7.5	5.9	44.25	51.25	67.74
6	F	15	3	45	62.5	63.29
7	G	15	3	45	62.5	60.29
8	H	40.73	4	192.92	53	36.05
9	I	17.61	13.34	234.92	26.19	6.67
10	J	40.47	15.8	639.43	7.9	68.56

3.9. Frekuensi aliran antar departemen

Selanjutnya, kita akan menentukan frekuensi aliran antar departemen. Tabel frekuensi dapat dilihat pada tabel 5 dibawah ini.

Tabel 5. Frekuensi Aliran Antar Departemen

No.	Sim.	A	B	C	D	E	F	G	H	I	J
1	A	0			146	2		484			339
2	B		0		152	2		15			
3	C			0	28	2		93			66
4	D	146	15	28	0						
5	E	2	2	2		0			2		
6	F	484	15	93			0		23		
7	G							0			
8	H							23	0		23
9	I									0	
10	J	339		66					23		0

3.10. Menghitung Total Jarak yang dilalui

Setelah menghitung jarak antar departemen, berikutnya adalah untuk menghitung jarak keseluruhan antar departemen. Rumusnya adalah:

$$D = \text{jarak antar departemen} * \text{frekuensi} \quad (1)$$

contoh:

untuk menghitung jarak keseluruhan A-D maka dilakukan perhitungan yaitu:

$$D = 36,35m * 146 = 5.307,10$$

Hasil jarak keseluruhan antar departemen dapat dilihat pada tabel 6.

Tabel 6. Jarak Keseluruhan Antar Departemen

No.	Dari	Ke	Jarak	Frekuensi	Jarak total
1	A	D	36.35	146	5,307.10
2	A	E	51.11	2	102.22
3	A	G	69.81	484	33,788.04
4	A	J	76.14	339	25,811.46
5	B	D	46.67	15	700.05
6	B	E	56.47	2	112.94
7	B	G	75.17	15	1,127.55
8	C	D	32.54	28	911.12
9	C	E	47.3	2	94.60
10	C	G	66	93	6,138
11	C	J	49.79	66	3,286.14
12	D	A	36.35	146	5,307.10
13	D	B	46.67	15	700.05
14	D	C	32.54	28	911.12
15	E	A	51.11	2	102.22
16	E	B	56.47	2	112.94
17	E	C	47.3	2	94.60
18	E	H	33.44	2	66.88
19	F	A	66.81	484	32,336 .04
20	F	B	72.17	15	1,082.55
21	F	C	63	93	5,859
22	F	H	36.74	23	845.02
23	H	G	33.74	23	776.02
24	H	J	47.61	23	1,905.03
25	J	A	76.14	339	25,811.46
26	J	C	49.79	66	3,286.14
27	J	H	47.61	23	1,905.03
Total Jarak yang dilalui					156,860.42

Berdasarkan tabel diatas didapat hasil akhir total jarak yang ditempuh oleh pengguna (karyawan, pengunjung, dan *security*) di denah tersebut dalam 1 hari adalah sebesar 156,860.42m.

3.11. Form to Chart

Tahap selanjutnya adalah untuk menginput data ke dalam software winQSB, data yang diinput adalah frekuensi antar departemen dan koordinat/luas departemen. Luas/koordinat yang diinput ke dalam software winQSB merupakan skala 1:5 dari luas asli. Hasil form to chart dapat dilihat pada gambar 7 dibawah ini.

Department Number	Department Name	Location Fixed	To Dep. 1 Flow/Unit Cost	To Dep. 2 Flow/Unit Cost	To Dep. 3 Flow/Unit Cost	To Dep. 4 Flow/Unit Cost	To Dep. 5 Flow/Unit Cost	To Dep. 6 Flow/Unit Cost	To Dep. 7 Flow/Unit Cost	To Dep. 8 Flow/Unit Cost	To Dep. 9 Flow/Unit Cost	To Dep. 10 Flow/Unit Cost	Initial Layout in Cell Locations [e.g., (3,5), (1,1)-(2,4)]
1	A	No				146	2	484				339	(1,19)-(11,20)
2	B	No				15	2	15					(1,13)-(1,18)
3	C	No				28	2	93					(2,15)-(4,17)
4	D	Yes	146	15	28								(8,15)-(11,17)
5	E	No	2	2	2					2			(10,14)-(11,14)
6	F	Yes	484	15	93					23			(11,13)-(14,13)
7	G	Yes											(11,12)-(14,12)
8	H	No							23			23	(10,3)-(11,11)
9	I	No											(8,1)-(11,3)
10	J	Yes	339		66					23			(1,4)-(3,12)

Gambar 7. Form to Chart

3.12. Solusi *Layout* winQSB

Setelah *form to chart* di *input* ke dalam software winQSB maka *software* akan bekerja untuk memperhitungkan jumlah perpindahan jarak yang paling minimum. Berikut dilampirkan dibawah *Layout* saat ini dan solusi *reLayout* dari software winQSB.

r	1	2	3	4	5	6	7	8	9	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	0
1				J	J	J	J	J	J	J	J	J	B	B	B	B	B	B	A	A
2				J							J				C	C	C		A	A
3				J	J	J	J	J	J	J	J	J			C		C		A	A
4															C	C	C		A	A
5																			A	A
6																			A	A
7																			A	A
8	I	I	I												D	D	D		A	A
9	I		I												D		D		A	A
0	I		I	H	H	H	H	H	H	H	H			E	D		D		A	A
1	I	I	I	H	H	H	H	H	H	H	H	G	F	E	D	D	D		A	A
2												G	F							
3												G	F							
4												G	F							
Total Cost =31167																				
(Rectilinear Distance)																				

Gambar 8. Layout awal dalam software winQSB

Dalam Layout awal maka didapat perindahan jarak total adalah 31167 meter. Berikut dilampirkan tabel hasil solusi dari software winQSB.

Tabel 7. Solusi dari Software winQSB

No.	Keterangan	Iterasi	Total jarak perpindahan
1	Initial Layout	0	31167
2	Improve by exchanging 2 departments	3	28618.09
3	Improve by exchanging 3 departments	0	31167
4	Improve by exchanging 2 then 3 departments	3	28618.09
5	Improve by exchanging 3 then 2 departments	3	28618.09

Bisa dilihat bahwa hasil terbaik adalah dengan melakukan 3 iterasi dan didapat hasil akhir yaitu 28,618.09 meter jarak . jarak yang dihasilkan sebesar 2,548,91 lebih minim dari jarak Layout sebelumnya. Hasil akhir rancangan Layout yang paling optimal dari software WinQSB dapat dilihat pada gambar dibawah ini:

r ^c	1	2	3	4	5	6	7	8	9	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	0	
1				J	J	J	J	J	J	J	J	J	A	A	A	A	A	A	A	A	B
2				J								J			A		A		A	B	
3				J	J	J	J	J	J	J	J	J			A		A		A	B	
4															A	A	A		A	B	
5																			A	B	
6																			A	C	
7																			A	C	
8	I	I	I												D	D	D		B	C	
9	I		I												D		D		C	C	
0	I		I	H	H	H	H	H	H	H	H			E	D		D		C	C	
1	I	I	I	H	H	H	H	H	H	H	H	G	F	E	D	D	D		C	C	
2												G	F								
3												G	F								
4												G	F								
Total Cost =28618.09																					
(Rectilinear Distance)																					

Gambar 9. Layout solusi paling optimal dari software winQSB

4. KESIMPULAN

Kesimpulan yang dapat kita ambil berdasarkan penelitian diatas yang pertama adalah bahwa parkir sepeda motor jika di *relayout* sesuai dengan pedoman direktorat jendral perhubungan darat maka diperlukan tambahan SRP sebanyak 93 Unit atau luas lahan dengan total 132m², yang kedua total jarak pada *Layout* awal basement sebenarnya adalah sebesar 156,860.42 meter dan pada *Layout* awal basement di software winQSB adalah 31,167 meter (skala 1:5), dan setelah dilakukan *relayout* solusi oleh software winQSB maka didapat hasil akhir yaitu menjadi 28,618.09 meter yang jika dikonversikan menjadi 143,090.45 meter pada *Layout* sebenarnya.

5. SARAN

Berdasarkan hal yang telah dibahas pada penelitian ini, penulis mengemukakan beberapa saran, yaitu:

1. Untuk mendapatkan hasil rancangan *Layout* yang baik, maka saat pengukuran *Layout* awal harus dilakukan dengan akurat dan baik khususnya pada ukuran dimensi
2. Perhitungan titik tengah tiap departemen harus dilakukan dengan hat-hati dan benar agar mendapatkan hasil jarak yang tepat dan akurat.

DAFTAR PUSTAKA

- [1] Merry, S., 2017, Rancang Ulang Tata Letak CV.Sumber Vulkanisir Super Menggunakan Metode Konvensional dan CRAFT, *Jurnal Sains, Teknologi dan Industri*, vol 14, hal 74-84.
- [2] Evi, F., Bobby, K., Bagya, A., 2017, Usulan Perancangan Layout Perkantoran Menggunakan Metode Craft di PT.XYZ, *Jurnal Teknik Industri*, hal 148-154.
- [3] Hesti, M., Achmad, D., 2015, Evaluasi Tata Letak Fasilitas Produksi Untuk Meningkatkan Efisiensi Kerja Pada PT.Nusa Multi Laksana, *Jurnal Ilmiah Manajemen dan Bisnis*, vol 1, hal 1-8.
- [4] Marni, A., Eko, P., Agus, T., 2017, Analisis Tata Letak Fasilitas Dengan Menggunakan Metode Activity Relationship Chart Pada Industri Mebel Bambu Karya Manunggal Yogyakarta, *Jurnal Teknik Industri*, vol 3, hal 2-3.
- [5] Lina, Y., Evi, F., Lely, H., 2015, Usulan Perbaikan Tata Letak Gudang dengan Menggunakan Metode CRAFT (Studi Kasus di Gudang K-Store, Krakatau Junction), *Jurnal Informasi dan Teknologi*, hal 3-5.
- [6] Theresia, S., Kristoforus, J., Dominikus, I., Suriyanto, Ivana, Z., 2020, Usulan Perbaikan Tata Letak Fasilitas Produksi Kursi Roda Dengan Craft, *Jurnal Informasi dan Teknologi*, vol 19, hal 17-20.
- [7] Rian, O., Harits, N., Chaznin, R., 2020, Perencanaan Tata Letak Fasilitas Produksi Menggunakan Pendekatan Kuantitatif Dengan Metode Algoritma Craft, *Jurnal Teknik Industri*, vol 3, hal 319-324.
- [8] Rachel, Y., Sriyanto, 2016, Usulan Perbaikan Tata Letak Lantai Produksi Departemen Upholstery Perusahaan Mebel Menggunakan Algoritma Craft dengan Minimasi Ongkos Material Handling, *Jurnal Teknik Industri*, hal 3-5.
- [9] Agung, A., Diana, A., 2019, Usulan Perancangan Tata Letak Fasilitas Lantai Produksi Menggunakan Algoritma Craft di Pabrik Aluminium Super (Cap Komodo), *Jurnal Teknik Industri*, hal 48-50.
- [10] Suharto, T., Syukriah, Sayed, B., 2015, Usulan Perbaikan Tata Letak Fasilitas Dengan Menggunakan Algoritma Craft, *Jurnal Teknik Industri*, vol 4, hal 36-41 .
- [11] Bernadus, T., Slamet, S., 2015, Perancangan Tata Letak Fasilitas Produksi PT.Mitra Presisi Plastindo, *Jurnal Teknik Industri*, hal 187-191
- [12] Angki, E., 2018, Perancangan Ulang Tata Letak Fasilitas Produksi CV. Daya Mandiri Pontianak Menggunakan Metode Systematic Layout Planning and Craft, *Jurnal Teknik Industri*, hal 30-34.

Perbaikan Aliran Proses Operasi Layanan untuk Mengurangi Pemborosan dengan Pendekatan *Lean Service* (Studi Kasus: Klinik Citra Medika Medan Marelan)

Abdul Azis Syarif *¹

¹Jurusan Teknik Industri, Fakultas Teknik, Universitas Al Azhar
E-mail: *¹abdulaziz75132@gmail.com

Abstrak

Klinik Citra Medika Medan Marelan merupakan salah satu perusahaan jasa dibidang pelayanan kesehatan. Permasalahan yang terjadi pada proses pelayanan adalah banyaknya aktivitas *non value added* yang berpengaruh terhadap aliran proses pelayanan. Perbaikan yang dilakukan untuk menyelesaikan masalah tersebut dengan menerapkan konsep *lean service* pada pelayanan. Dalam penerapan *lean service* digunakan VSM (*Value Stream Mapping*) sebagai metode untuk menjelaskan aliran proses dalam bentuk visual. Hasil identifikasi dengan VSM yaitu *process activity mapping* diperoleh 25,15% *value added activity*, 48,99% *non value added activity*, dan 25,86% merupakan *necessary but not value added activity*. Hasil identifikasi *waste* pada kuesioner didapatkan *waste* yang sering terjadi pada proses pelayanan yaitu *process of getting approvals* dengan bobot 139, *bocklog in work qeeves* dengan bobot 137, *waiting for the next step* dengan bobot 136,5, *doing unnecessary work not requested* dengan bobot 134,5, *transport of document* dengan bobot 131,5 dan *error in document* dengan bobot 129,5.

Kata kunci - Konsep Jasa, *Lean Service*, *Non Value Added Activity*, *Value Stream Mapping*

Abstract

Klinik Citra Medika Medan Marelan is one of the service companies in the field of health services. The problems that occur in the service process are the number of non-value added activities that affect the service process flow. Improvements were made to solve the problem by applying the lean service concept to service. In the application of lean service used VSM (Value Stream Mapping) as a method to explain the flow of processes in visual form. The results of identification with VSM namely process activity mapping obtained 25.15% value added activity, 48.99% non value added activity, and 25.86% is necessary but not value added activity. The results of waste identification in the questionnaire obtained waste that often occurs in the service process, namely the process of getting approvals with a weight of 139, bocklog in work qeeves with weight 137, waiting for the next step with a weight of 136.5, doing unnecessary work not requested with a weight of 134, 5, transport of document with a weight of 131.5 and an error in document with a weight of 129.5.

Keywords - *Service Concepts, Lean Service, Non Value Added Activity, Value Stream Mapping*

1. PENDAHULUAN

Rumah sakit dan klinik sebagai penyedia jasa layanan bagi masyarakat luas, dituntut untuk memberikan pelayanan secara baik dan sesuai standar yang telah ditetapkan. Upaya peningkatan mutu pelayanan kesehatan merupakan langkah terpenting untuk memberikan pelayanan yang lebih baik kepada pasien. Salah satu cara adalah dengan memperbaiki proses operasi pelayanan secara berkesinambungan. Proses operasi pelayanan yang bermutu dapat meningkatkan kinerja pekerja dan pelayanan terhadap pasien menjadi lebih baik dan mendorong pasien tersebut untuk mau datang kembali t, sehingga dapat meningkatkan kredibilitas rumah sakit dan klinik di masyarakat. Hal ini sangat penting dilakukan mengingat persaingan bisnis rumah sakit dan klinik juga semakin kompetitif.

Permasalahan yang terjadi di Klinik Citra Medika pada proses pelayanan adalah banyaknya aktivitas *non value added* yang pada akhirnya berpengaruh terhadap efisiensi waktu pelayanan, diantaranya yaitu penundaan bagi pasien untuk mendapatkan *service*, antrian, respon dan penerimaan yang tepat waktu, serta masih terdapat kegiatan administrasi pasien yang dilakukan secara berulang (*Error in Document*). Hal tersebut dapat mengakibatkan kinerja pekerja dan pelayanan terhadap pasien kurang baik, sehingga perlu adanya perbaikan secara terus menerus (*continuous improvement*) untuk memperlancar aliran proses pelayanan Klinik Citra Medika.

2. METODE PENELITIAN

Rancangan penelitian yang digunakan adalah metode deskriptif. Metode deskriptif dilakukan terhadap model aliran operasi sekarang dalam bentuk gambar, dan tingkat deskriptif dilakukan dengan menganalisa kondisi pelayanan dan memberikan saran perkembangan untuk perbaikan ke depannya. Salah satu tujuan perusahaan jasa adalah meningkatkan kualitas pelayanan. Salah satu cara untuk meningkatkan kualitas pelayanan adalah dengan memperbaiki aliran proses pelayanan sebaik mungkin dengan menjaga pelayanan tetap lancar dan meningkatkan kinerja para personel dalam melayani pasien. Untuk meningkatkan kinerja tersebut, maka semua kegiatan yang penting dan memberikan nilai tambah harus dipertahankan dan ditingkatkan sementara semua kegiatan yang tidak memberikan nilai tambah (*waste*) sebaiknya dikurangi karena hal tersebut hanya akan mengurangi pelayanan yang baik sementara nilai tambah tidak ada.

2.1 Teknik Pengumpulan Data

Pengumpulan data adalah tahapan yang dilalui sebelum penelitian dilakukan, data yang dikumpulkan tersebut akan dijadikan input dalam pengolahan data dan urutan pengumpulan data sebagai berikut :

1. Kuesioner Identifikasi Pemborosan(*Waste*)

Data yang dikumpulkan yaitu data kuesioner tertutup dengan identifikasi pemborosan (*waste*) yang berpengaruh terhadap proses pelayanan yang terdapat pada dimulainya pelayanan sampai selesai pelayanan. Kuesioner identifikasi pemborosan (*waste*) disebarikan atau dibagikan kepada 40 responden Klinik Citra Medika Medan Marelan kepada Pimpinan, Penanggung Jawab, Koordinator, Kepala Perawat, Dokter Umum, Dokter Gigi, Bidan dan Perawat. Pada kuesioner ini responden diminta untuk memberikan penilaian pada setiap atribut dari identifikasi pemborosan (*waste*) yang ada menurut skala *Likert*. Tingkat penilaian ditunjukkan dengan skala 5 sampai 1, dengan arti:

- | | |
|-----------------------------------|------------------------------|
| 1 = Sangat Jarang (< 10 %) | 4 = Sering (51 – 70 %) |
| 2 = Jarang (10 – 30 %) | 5 = Sangat Sering (> 70 %) |
| 3 = Kadang – kadang (31 – 50 %) | |

2. Atribut Kuesioner

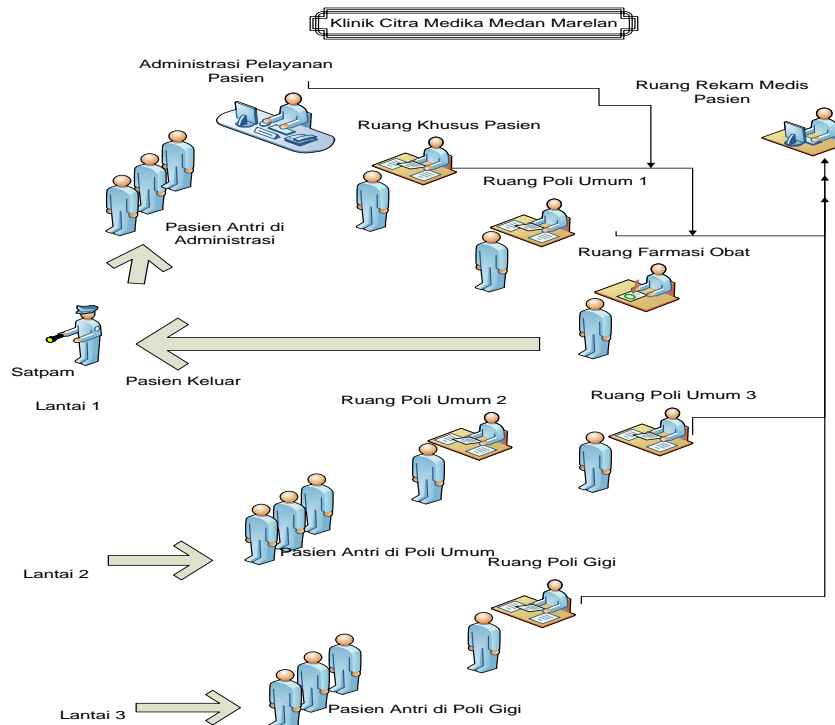
Adapun atribut-atribut yang dipertanyakan dalam kuesioner dapat ditunjukkan pada tabel 1 berikut:

Tabel 1. Pertanyaan Atribut *Seven Waste of Service*

<i>Seven Waste of service</i>	<i>Atribut Waste of Service</i>
<i>Waiting for the next process step</i>	Pasien menunggu lama pada waktu pelayanan
	Penundaan pelayanan pasien
<i>Errors in Document</i>	Kesalahan dalam pengisian data pasien
	Klarifikasi kembali data pasien
<i>Unnecessary Motion</i>	Petugas sering mondar-mandir
	Pasien sibuk mempersiapkan berkas
<i>Transport of Document</i>	Pengulangan pengimputan data pasien dari manual ke komputer
	Pengecekan kembali data pasien sebelum disimpan
<i>Doing Unnecessary Work Not Requested</i>	Tergesa-gesa dalam melayani
	Pengadaan stok obat kurang maksimal
<i>Bocklog in Work Queves</i>	Pemanfaatan fasilitas secara keseluruhan belum maksimal
<i>Process Step and Approvals</i>	Keluhan pasien terhadap kepuasan pelayanan

3. Aliran Proses Pelayanan

Data aliran proses operasi pelayanan di Klinik Citra Medika Medan Marelan berdasarkan hasil pengamatan dapat dilihat pada gambar 1.



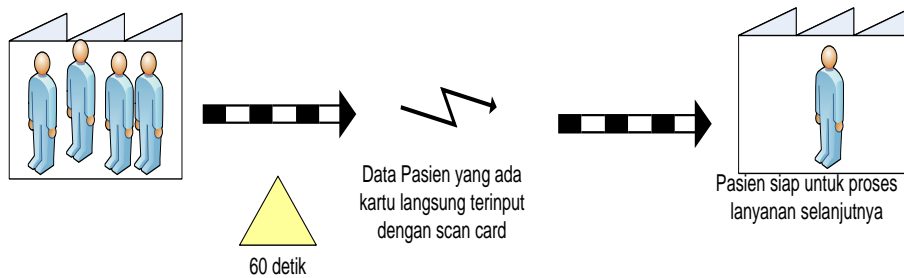
Gambar 1. Aliran Proses Operasi Pelayanan

4. Penggambaran *Service Value Stream*

Penggambaran *Service Value stream*, disetiap prosesnya digabungkan dengan aliran pelayanan pasien dan aliran data informasi pasien sehingga menjadi satu aliran dalam proses pelayanan yang ada di Klinik Citra Medika Medan Marelan. Penjelasan kedua aliran tersebut adalah sebagai berikut:

a. Pelayanan Administrasi Pasien

1. Pasien yang mempunyai Kartu Kesehatan

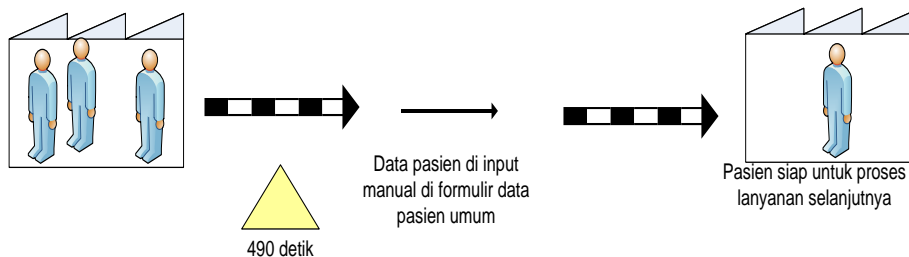


Gambar 2. Peta Kategori Pasien Kartu Kesehatan

Penjelasan aliran proses:

Pasien masuk kemudian langsung memberikan Kartu Kesehatan kepada petugas untuk di scan dan data pasien langsung terinput, kemudian kartu pasien dikembalikan dan pasien siap untuk proses pelayanan selanjutnya. Proses ini berlangsung selama 60 detik setiap pasien dengan 1 petugas pelayanan.

2. Pasien Umum

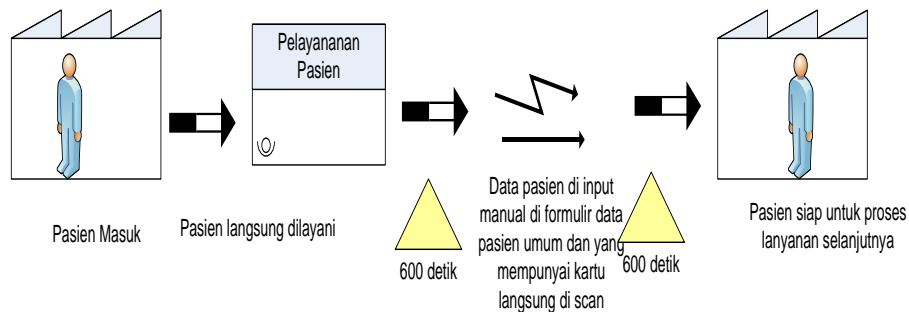


Gambar 3. Peta Kategori Pasien Umum

Penjelasan aliran proses:

Pasien masuk kemudian pasien akan mengisi data secara manual dan pasien harus menunggu petugas untuk memeriksa kembali data pasien dengan konfirmasi data oleh petugas dengan pasien dengan mengulang kembali membaca data yang sudah ditulis oleh pasien. Setelah data pasien benar semuanya pasien siap untuk proses pelayanan selanjutnya. Proses ini berlangsung selama 490 detik setiap pasien dengan 1 petugas pelayanan.

3. Pelayanan Pasien Khusus (lanjut usia, bersalin, dan pasien darurat)

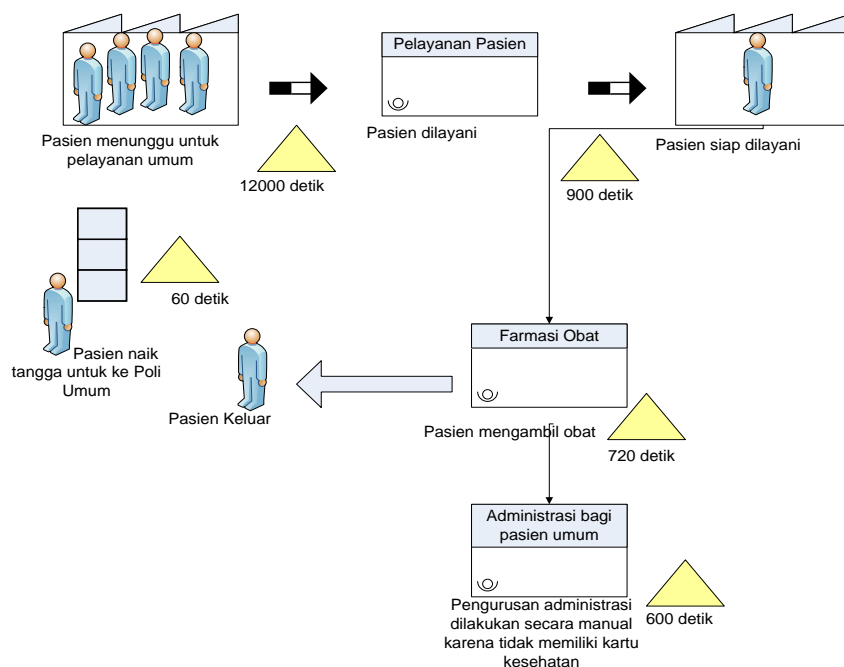


Gambar 4. Peta Kategori Pelayanan Pasien Khusus

Penjelasan aliran proses:

Pasien masuk dan langsung dituju ke ruangan untuk dilakukan pelayanan oleh dokter, diberikan penanganan dan resep obat untuk ditebus di ruang farmasi obat. Proses berlangsung selama 600 detik. Pengisian data pasien diisi oleh keluarga pasien atau yang bertanggung jawab mengisi formulir data untuk pasien umum dan bagi pasien yang mempunyai kartu kesehatan langsung terinput data pasien tersebut. Proses berlangsung selama 600 detik.

4. Pelayanan Pasien Poli Umum



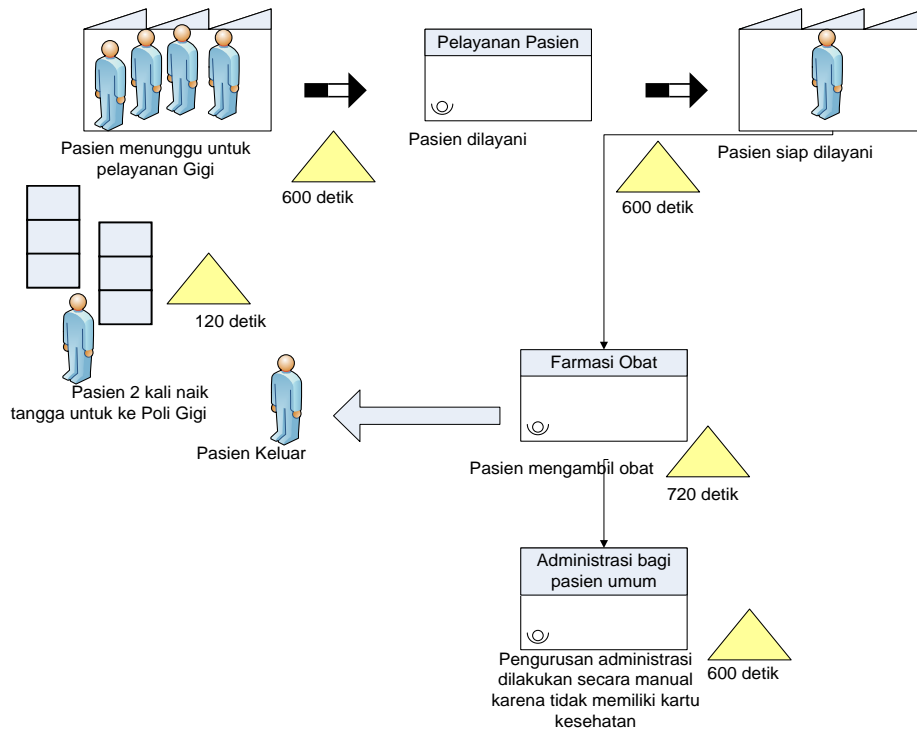
Gambar 5. Peta Kategori Pelayanan Poli Umum

Penjelasan aliran proses:

Pasien harus naik tangga untuk dapat sampai ke poli umum proses pasien naik tangga selama 60 detik. Kemudian pasien menunggu selama 600 detik untuk bisa dilayani. Pasien dilayani selama 490 detik hingga selesai. Lalu pasien mengambil obat yang diresepkan dokter ke farmasi obat dan menunggu obatnya disiapkan selama 300 detik. Setelah itu bagi pasien umum harus membayar obat di administrasi

pelayanan selama 360 detik dan bagi yang ada kartu kesehatan, pasien langsung selesai dilayani setelah pengambilan obat.

5. Pelayanan Pasien Poli Gigi

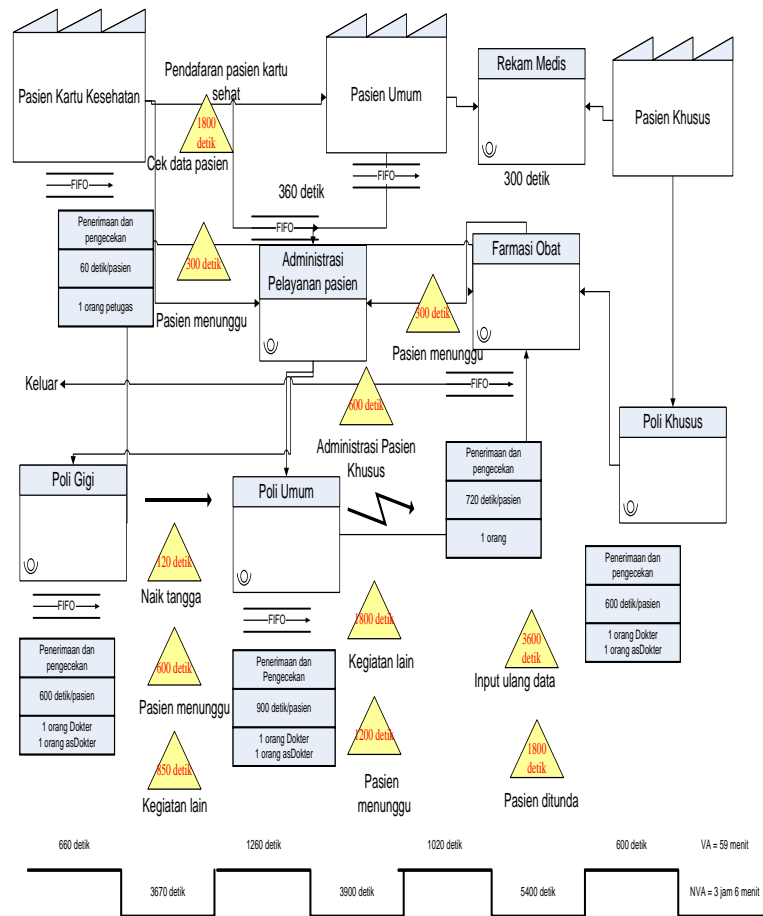


Gambar 6. Peta Kategori Pelayanan Poli Gigi

Penjelasan aliran proses:

Pasien menunggu untuk pelayanan poli gigi selama 600 detik. Pasien dilayani selama 300 detik. Kemudian pasien yang mendapatkan resep obat dari dokter gigi langsung ke farmasi obat untuk penebusan obat, proses selama 300 detik hingga obat siap untuk diberikan ke pasien. Setelah itu bagi pasien umum harus membayar obat di administrasi pelayanan selama 360 detik dan bagi yang ada kartu kesehatan, pasien langsung selesai dilayani setelah pengambilan obat.

Setelah informasi aliran proses masing-masing pelayanan diperoleh, dengan demikian *current state map* dapat dibentuk dengan menempatkan semua aliran proses pelayanan pasien dan data informasi pasien ke dalam *current state map* proses operasi pelayanan di Klinik Citra Medika Medan Marelan dapat dilihat pada Gambar 7.



Gambar 7. Current State Map

2.1 Pengolahan Data

1. Pembobotan Identifikasi Pemborosan (Waste)

Identifikasi pemborosan (*waste*) yang ada di Klinik Citra Medika Medan Marelان didapatkan dengan melakukan observasi lapangan, wawancara dengan petugas/pekerja, setelah itu dapat diidentifikasi pemborosan apa saja yang ada di Klinik Citra Medika Medan Marelان. Pemborosan (*waste*) yang sering terjadi pada aliran proses operasi pelayanan di Klinik Citra Medika Medan Marelان dapat dilihat pada tabel 2. dibawah ini:

Tabel 2. Urutan Waste Aliran Proses Operasi Klinik Citra Medika Medan Marelان

<i>Seven Waste of Service</i>	Rata-rata Bobot	Rangking
<i>Waiting for the next process step</i>	136,5	3
<i>Errors in Document</i>	129,5	7
<i>Unnecessary Motion</i>	131,5	5
<i>Transport of Document</i>	131,0	6
<i>Doing Unnecessary Work Not Requested</i>	134,5	4
<i>Bocklog in Work Queves</i>	137,0	2
<i>Transport of Document</i>	139,0	1

2. Pemilihan *Value Stream Analysis Tools (VALSAT)*

Setelah bobot dari setiap pemborosan (waste) diketahui, maka akan dilakukan pemilihan VALSAT yang sesuai untuk digunakan dalam analisis selanjutnya. Pada tabel 3. dapat dilihat hubungan antara setiap pemborosan (waste) dengan mapping tools yang digunakan dengan huruf L, M, dan H. Huruf L menunjukkan hubungan rendah yang bernilai 1, huruf M menunjukkan hubungan sedang yang bernilai 3, sedangkan H menunjukkan hubungan tinggi yang bernilai 9. Setelah itu, maka nilai tersebut akan dikalikan dengan bobot dari setiap pemborosan (waste) dan kemudian untuk setiap mapping tools akan dijumlahkan bobotnya dan dipilih yang terbesar.

Tabel 3. Hubungan *Seven Waste of Service* dengan *Value Stream Mapping*

No	Seven Waste of Service	Bobot	Detail Value Stream Mapping						
			Process Activity Mapping	Supply Chain Response Matrix	Production Variety Funnel	Quality Filter Mapping	Deman Amplification Mapping	Decision Point Analysis	Physical Structure
1	<i>Waiting for the next process step</i>	136,5	H	H	L		M	M	
2	<i>Errors in Document</i>	129,5	H			H		M	
3	<i>Unnecessary Motion</i>	131,5	M	M	L				L
4	<i>Transport of Doument</i>	131	H			M	L	L	
5	<i>Doing Work Not Requested</i>	134,5	L	M	M			M	L
6	<i>Bocklog in Work Queves</i>	137	H			H			
7	<i>Process Step and Aprovals</i>	139	L	L	M	L	H		H

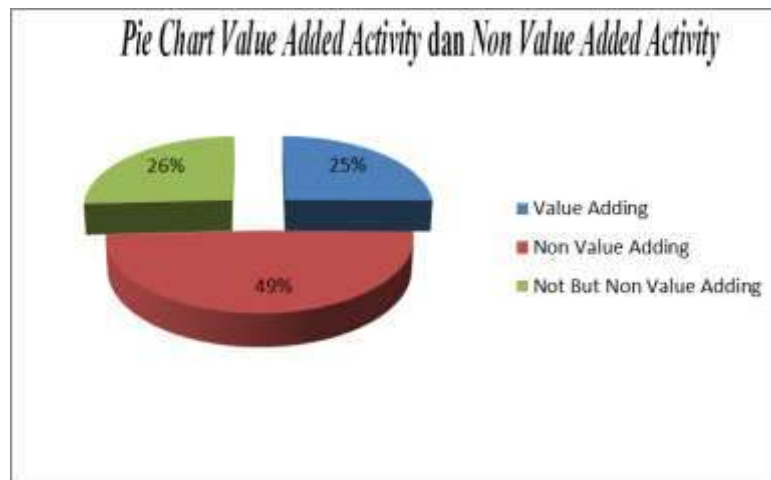
3. HASIL DAN PEMBAHASAN

3.1 Analisis *Seven Waste of Service*

Analisa *Seven Waste of Service* di Klinik Citra Medika Medan Marelan dilakukan untuk mengidentifikasi pemborosan yang terjadi disepanjang aliran proses operasi pelayanan. Langkah yang dilakukan yaitu:

- a. Rincian pembobotan urutan keseringan waste yang terjadi pada proses operasi pelayanan di Klinik Citra Medika Medan Marelan
- b. Rincian proses yang termasuk dalam *Value Added Time (VA)* dan *Non Value Added Time (NVA)*.

Perbandingan antara *Value Added Activity* dan *Non Value Added Activity* dapat dilihat pada Gambar 8. berikut ini:



Gambar 8. Perbandingan antara *Value Added Activity* dan *Non Value Added Activity*

Dari *pie chart* terlihat bahwa persentase aktivitas *Value Added Time* hanya sebesar 25,15% dari keseluruhan aktivitas proses operasi pelayanan di Klinik Citra Medika Medan Marelan dan untuk *Not But Non Value Added Activity* 25,86%.

3.2 Tindakan Perbaikan dengan *Lean Service*

Setelah memperoleh analisis 5W dan 1H pada pemborosan yang terjadi di proses operasi pelayanan di Klinik Citra Medika Medan Marelan, maka dalam melaksanakan tindakan perbaikan akan dilakukan reduksi pemborosan tersebut yaitu dengan menerapkan prinsip 5S di tempat kerja dan menerapkan konsep *lean* untuk mengurangi *non value added*.

3.3 Menerapkan Konsep *Lean* untuk Mengurangi *Non Value Added*

Tindakan perbaikan dengan menerapkan konsep *lean service* untuk mengurangi *non value added* (VA). Dalam tahap ini akan dikelompokkan aktivitas yang termasuk dalam *value added activity* (VA) dan *non value added activity* (NVA). Pengelompokan dilakukan untuk setiap aktivitas pelayanan yang ada pada aliran proses operasi pelayanan.

Tabel 4. Total *Value Added Time* (VA)

Aktivitas	Waktu (detik)
Pendaftaran Kartu Kesehatan pasien	1800
Pasien dilayani di poli umum	900
Pasien dilayani di poli gigi	600
Pasien diberikan obat	720
Pembayaran berobat bagi pasien umum	600
Total	4620

Tabel 5. Total Non Value Added Time (NVA)

Aktivitas	Waktu (detik)
Menunggu hasil Inspeksi data	1800
Pasien menunggu untuk dilayani	1200
Pasien menunggu untuk dilayani	600
Pengulangan pengimputan data ke komputer	3600
Penundaan pelayanan pasien	1800
total	9000

Maka, perhitungan Efisiensi dari siklus prosesnya adalah sebagai berikut:

- Efisiensi dari siklus proses (*Process Cycles Efficiency*)

$$PCE = \frac{\text{value added time}}{\text{Total lead time}}$$

$$PCE = \frac{4620}{9000} \text{ detik}$$

$$PCE = 0,5133 \text{ detik} \times 100\%$$

$$PCE = 51,33\%$$

Maka, efisiensi dari siklus prosesnya adalah 51,33%

- Kecepatan Proses (*Velocity Process*)

$$VP = \frac{\text{jumlah aktivitas yang terdapat didalam proses}}{\text{Process Lead Time}}$$

$$VP = \frac{19 \text{ tahap}}{1,73 \text{ jam}} = 10,98 \text{ tahap/jam}$$

Maka, kecepatan prosesnya adalah 10,98 tahap/jam

Untuk itu dilakukan perampingan aktivitas proses produksinya sebagai penerapan konsep *lean* yaitu perampingan dan meningkatkan kecepatan proses. Dengan mengeliminasi salah satu aktivitas yang tergolong kedalam aktivitas yang tidak memberikan nilai tambah (*Non Value Added*).

4. KESIMPULAN

Adapun kesimpulan yang dapat diambil berdasarkan pengolahan dan analisis yang telah dilakukan yaitu untuk mereduksi *waste*, maka berdasarkan pengolahan data dan analisis didapatkan: Identifikasi tipe aktivitas pada proses operasi pelayanan pada Klinik Citra Medika Medan Marelan menggunakan *SVSM tools* yaitu *process activity mapping* diperoleh 25,15% merupakan *value adding activity*, 48,99% merupakan *non value adding activity*, 25,86% merupakan *necessary but non value adding activity*. Berdasarkan hasil kuesioner indentifikasi *waste*, urutan keseringan *waste* yang terjadi pada proses operasi pelayanan adalah *process of getting approvals* dengan bobot 139, *backlog in work queues* 137, *Waiting for the next step* dengan bobot 136,5, *Doing unnecessary work not requested* dengan bobot 134,5, *Transport of document* dengan bobot 131,5, *Unnecessary motion* dengan bobot 131 dan *Error in Documents* dengan bobot 129,5. Untuk memperlancar aliran proses operasi di Klinik Citra Medika Medan Marelan, maka dilakukan usulan upaya perbaikan pada *waste* yang terjadi, antara lain: Melakukan peningkatan kualitas pelayanan kepada pelanggan untuk mengurangi adanya *service defect* yang terjadi pada proses operasi pelayanan Klinik Citra Medika Medan Marelan. Meningkatkan pemanfaatan fasilitas yang belum digunakan untuk ditambah proses pelayanan pasien supaya tidak terjadi penundaan dan waktu tunggu pasien semakin lama.

5. SARAN

Penelitian untuk peningkatan kualitas pelayanan kepada pelanggan sebaiknya dilakukan secara berkala. Diharapkan Klinik Citra Medika Medan Marelan dapat mengaplikasikan konsep lean service pada aliran proses pelayanan guna lebih meningkatkan kualitas pelayanan menjadi lebih baik. Memberi pelatihan ketrampilan pada semua karyawan agar dalam pelaksanaan proses operasi pelayanan tidak melakukan kesalahan serta mentaati aturan prosedur kerja yang telah diterapkan

DAFTAR PUSTAKA

- [1] Gaspersz, V. 2007. *Lean Six Sigma*. Gramedia Pustaka Utama: Jakarta.
- [2] Suzaki, K. 1987. *Tantangan Industri Manufaktur: Penerapan Perbaikan Berkesinambungan*. Penerbit PQM, Jakarta.
- [3] Osada, Takashi. 1995. *Sikap Kerja 5S*. PT. Pustaka Binaman Pressindo: Jakarta.
- [4] Umar, Husein. 2007. *Desain Penelitian*. PT. Raja Grafindo Persada: Jakarta.
- [5] Sinulingga, S. 2011, *Metode Penelitian*, USU Press: Medan.
- [6] Singh, P., & Singh, H. 2012. Application of Lean Tool (Value Stream Mapping) in Minimisation of the Non-value Added Waste (a Case Study of Tractor Industry). In *Applied Mechanics and Materials* Vol. 110, pp. 2062-2066.
- [7] Hines, P., & Rich, N. 1997. The seven value stream mapping tools. *International journal of operations & production management*.
- [8] Feld, W. M. 2001. *Lean Manufacturing: Tools, Techniques, and how to use them* (Boca Raton, London: The St. Lucie Press, 2000).

Perencanaan Ulang Tata Letak Fasilitas Produksi (Studi Kasus: UKM Pengolahan Ikan Asin Stefen Aluy-Meulaboh)

Khairul Hadi¹, Iskandar Hasanuddin², Husni³, Iing Pamungkas⁴, Fitriadi*⁵, Heri Tri Irawan⁶

^{1,4,5,6}Jurusan Teknik Industri, Fakultas Teknik, Universitas Teuku Umar

^{2,3}Jurusan Teknik Mesin dan Industri, Fakultas Teknik, Universitas Syiah Kuala

Email: *⁵fitriadi@utu.ac.id

Abstrak

Penelitian ini menggunakan metode *rectilinear* dalam melakukan rancangan perbaikan tata letak fasilitas produksi ikan asin untuk meminimasi jarak tempuh di UKM Stefen Aluy. UKM Stefen Aluy merupakan salah satu usaha ikan asin yang berkembang di Aceh Barat dan produknya terdistribusi merata di Aceh Barat dan sekitarnya. Area produksi yang luas memudahkan UKM Stefen Aluy untuk memaksimalkan produksi ikan asin. Namun luasnya area produksi yang dimiliki oleh UKM Stefen Aluy dapat mengakibatkan jarak tempuh menjadi panjang sehingga tidak efektif dan efisien. Risiko kelelahan dan cedera pekerja dapat ditimbulkan dari jarak tempuh yang panjang tersebut. Selain itu, risiko jatuhnya bahan baku saat dilakukan perpindahan juga dapat terjadi. Untuk meminimalisir potensi terjadinya hal tersebut, maka perlu dilakukan evaluasi terhadap tata letak fasilitas (*facility layout*) produksi ikan asin di UKM Stefen Aluy, yaitu dengan melakukan perbaikan tata letak fasilitas. Metode *rectilinear* dapat digunakan untuk meminimasi jarak tempuh dalam melakukan perbaikan tata letak. Adapun hasil yang diperoleh dari pemetaan *layout* berdasarkan pengukuran jarak *rectilinear*, tata letak awal memiliki jarak *rectilinear* sebesar 6.932 cm, sedangkan tata letak hasil perancangan diperoleh jarak *rectilinear* sebesar 3.409 cm. Tata letak hasil *redesign* menghasilkan pengurangan jarak sebesar 49,04% dari jarak sebelumnya.

Kata kunci - Ikan Asin, Tata Latak Fasilitas, *Rectilinear*, Jarak

Abstract

This study used a rectilinear method in redesigning the layout of the salted fish production facility to minimize the mileage of Stefen Aluy's UKM. Stefen Aluy UKM is one of the salted fish businesses that is developing in West Aceh and its products are evenly distributed in West Aceh and its surroundings. The large production area makes it easier for UKM Stefen Aluy to maximize salted fish production. However, the large production area owned by UKM Stefen Aluy can result in long distances so that it is ineffective and efficient. The risk of worker fatigue and injury can occur due to the long distance. In addition, there is a risk of raw materials falling while moving. To minimize this potential, it is necessary to evaluate the layout of the salted fish production facilities at UKM Stefen Aluy, namely by improving the layout of the facilities. The rectilinear method can be used to minimize mileage in making layout improvements. From the results of the layout mapping based on the measurement of the rectilinear distance, the initial layout has a rectilinear distance of 6.932 cm, while the layout of the design results obtained a rectilinear distance of 3.409 cm. The result of the layout redesign resulted in a distance reduction of 49.04% from the previous distance.

Keywords - Salted Fish, Facility Layout, *Rectilinear*, Distance

1. PENDAHULUAN

Sebagian besar masyarakat pesisir, baik yang secara langsung maupun tidak langsung menggantungkan keberlangsungan hidupnya dari mengelola potensi sumber daya kelautan. Seiring dengan berjalannya waktu, aktivitas nelayan mulai berkembang dengan ditandai adanya alat bantu untuk menangkap ikan. Sehingga cara penangkapannya lebih efektif dan nelayan dapat menangkap ikan dalam jumlah yang banyak. Tangkapan ikan yang banyak membuat para nelayan harus berfikir lebih kreatif agar ikan tangkapannya tidak membusuk.

Kabupaten Aceh Barat merupakan salah satu Kabupaten di Provinsi Aceh yang memiliki garis pantai yang panjang, sehingga sebagian besar penduduknya bekerja sebagai nelayan. Banyak usaha kecil menengah yang bergerak dibidang pengolahan ikan tumbuh di daerah tersebut, salah satunya usaha produksi ikan asin UKM Stefen Aluy. UKM Stefen Aluy merupakan salah satu usaha ikan asin yang berkembang di Aceh Barat dan produknya terdistribusi merata di Aceh Barat dan sekitarnya. Area produksi yang luas memudahkan UKM Stefen Aluy untuk memaksimalkan produksi ikan asin, mengingat juga hasil tangkapan ikan di daerah Aceh Barat yang cukup melimpah.

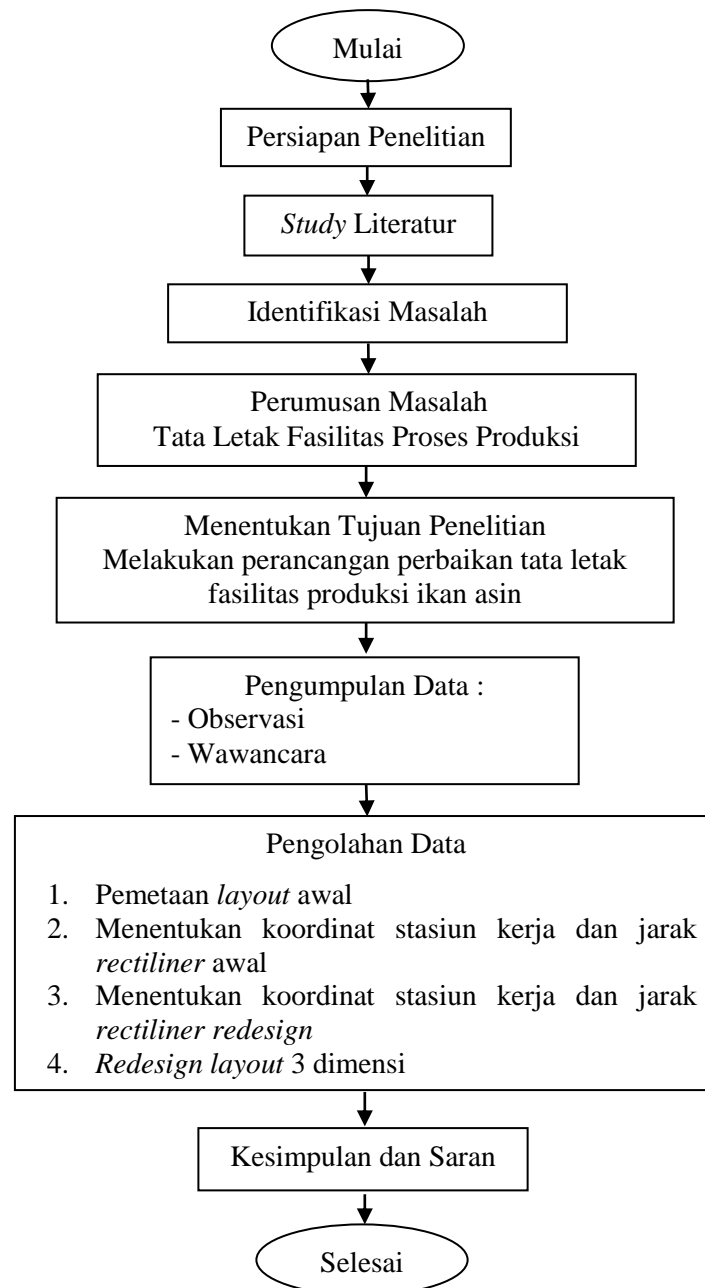
Namun luasnya area produksi yang dimiliki oleh UKM Stefen Aluy dapat mengakibatkan jarak tempuh perpindahan manusia (pekerja) dan material (bahan baku) menjadi panjang sehingga tidak efektif dan efisien. Hal ini terlihat pada luasnya area produksi yang digunakan oleh UKM Stefen Aluy. Risiko kelelahan dan cedera pekerja dapat ditimbulkan dari jarak tempuh yang panjang tersebut. Selain itu, risiko jatuhnya bahan baku saat dilakukan perpindahan juga dapat terjadi. Untuk meminimalisir potensi terjadinya hal tersebut, maka perlu dilakukan evaluasi terhadap tata letak fasilitas (*facility layout*) produksi ikan asin di UKM Stefen Aluy, yaitu dengan melakukan perbaikan tata letak fasilitas. Metode *rectilinear* dapat digunakan untuk meminimasi jarak tempuh dalam melakukan perbaikan tata letak.

Dalam metode ini, pemetaan tata letak awal akan dilakukan terlebih dahulu dan kemudian menentukan koordinat stasiun kerja yang berfungsi untuk melakukan perhitungan jarak *rectilinear* tata letak awal. Setelah itu, menentukan koordinat stasiun kerja dan jarak *rectilinear* tata letak hasil rancangan perbaikan (*redesign*). Perbandingan antara sebelum dan sesudah perbaikan tata letak kemudian dilakukan untuk melihat efektivitas perbaikan tata letak yang telah dirancang. Penelitian terdahulu yang berkenaan dengan penelitian ini antara lain yaitu pada usaha pembibitan bunga yang menggunakan pendekatan *Systematic Layout Planning* [1], pembuatan lemari besi dan produksi plastik menggunakan metode 2-Opt dan CRAFT [2-3], penempatan mesin-mesin produksi pupuk, usulan perbaikan tata letak gudang, dan rancang ulang tata letak produksi vulkanisir ban menggunakan metode CRAFT [4-6].

Tujuan dari penelitian ini adalah melakukan perencanaan ulang tata letak fasilitas produksi ikan asin untuk meminimalisir jarak tempuh pekerja dan bahan baku di UKM Stefen Aluy.

2. METODE PENELITIAN

Upaya untuk memperoleh hasil yang optimal, maka diperlukan alur struktur pemecahan masalah yang baik dan sistematis. Penelitian ini dilakukan pada usaha produksi ikan asin UKM Stefen Aluy yang terletak di Kabupaten Aceh Barat, Provinsi Aceh. Adapun langkah penyelesaian masalah dapat dilihat pada *flowchart* penelitian Gambar 1 berikut ini.



Gambar 1. Flow Chart Penelitian

Proses pengumpulan data akan dilakukan dengan survei secara langsung pada UKM Stefen Aluy dengan dua metode, yaitu:

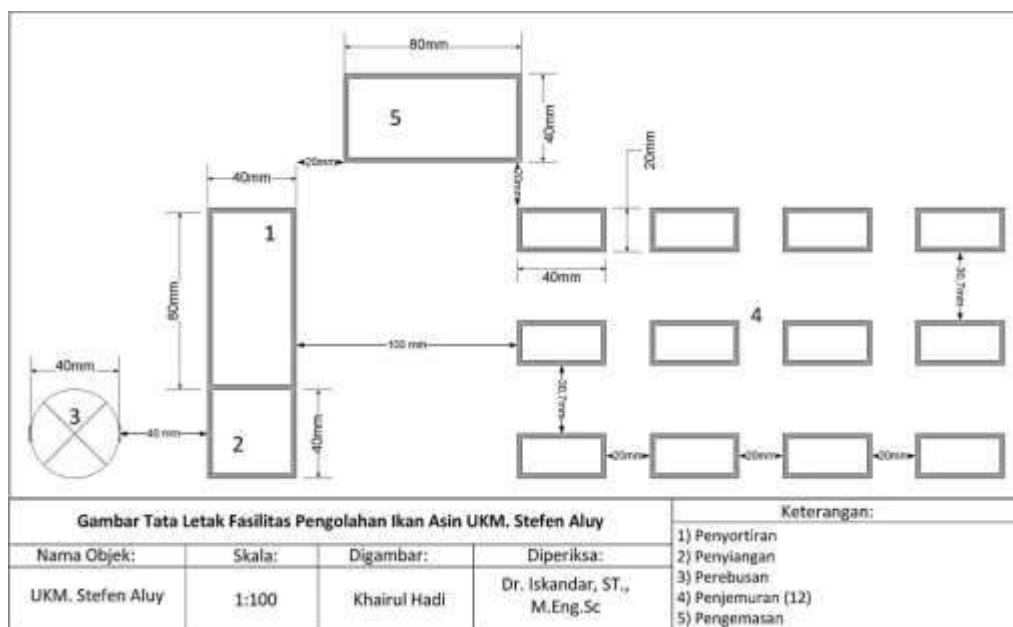
1. Metode observasi, di mana metode ini dilakukan dengan cara mengamati secara langsung subjek yang diteliti sesuai dengan data yang dibutuhkan.
2. Metode wawancara, metode yang dilakukan dengan cara mewawancarai pekerja serta karyawan yang ada mengenai data-data yang tepat sehingga didapatkan data yang sesuai dengan data yang dibutuhkan.

Adapun tahapan yang dilakukan dalam pengolahan data yang dilakukan pada penelitian ini, yaitu sebagai berikut:

1. Melakukan pemetaan *layout* awal, yaitu dengan menggambarkan *layout* awal hasil observasi yang telah dilakukan sebelumnya pada setiap stasiun kerja dalam skala 1:100.
2. Menentukan koordinat stasiun kerja dan jarak *rectilinear* awal, yaitu menggambarkan *layout* awal dengan bentuk koordinat titik tengah untuk sumbu X dan Y dalam skala 1:10. Kemudian dihitung setiap jarak antar stasiun untuk melihat sejauh mana jarak tempuh yang ada dalam keadaan awal.
3. Menentukan koordinat stasiun kerja dan jarak *rectilinear redesign*, di mana setelah dilakukan *redesign layout*, maka hasil *redesign* akan digambar dan dihitung kembali dalam bentuk koordinat titik tengah untuk sumbu X dan Y. Kemudian akan dibandingkan dengan *layout* awal, apakah terjadi penurunan jarak tempuh atau tidak.
4. *Redesign layout* dengan 3 dimensi, yaitu menggambar hasil *redesign layout* dalam bentuk 3 dimensi baik itu tampak depan, tampak belakang dan tampak samping.

3. HASIL DAN PEMBAHASAN

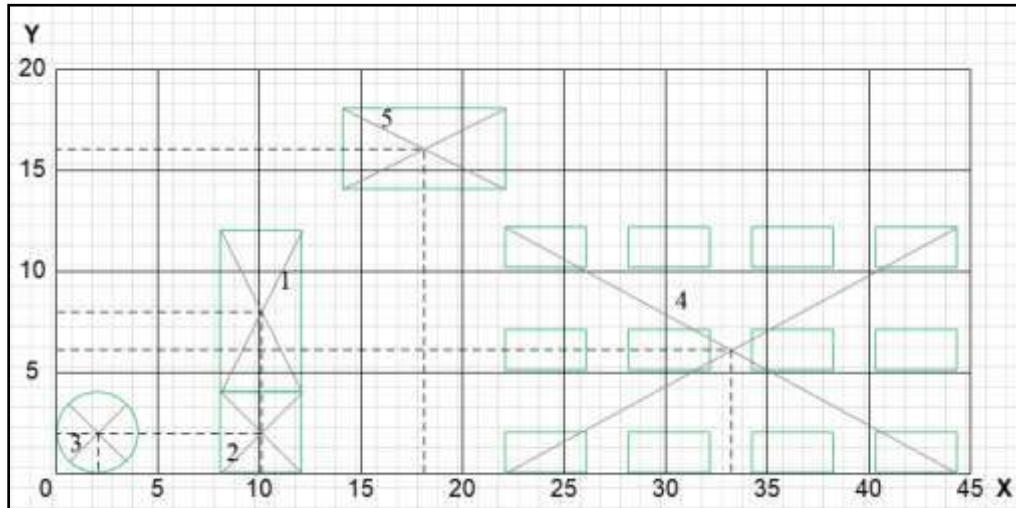
Sebelum dilakukan perancangan *layout* baru, terlebih dahulu dilakukan pemetaan *layout* awal untuk mengetahui koordinat dan jarak antar stasiun kerja. Sehingga dapat diketahui perbandingan antara *layout* awal dengan hasil *redesign layout*. UKM pengolahan ikan asin Stefen Aluy memiliki lima stasiun kerja dalam sistem produksinya, yaitu stasiun penyortiran, penyiangan, perebusan, penjemuran dan yang terakhir adalah pengemasan. Adapun *template layout* awal dapat dilihat pada Gambar 2.



Gambar 2. *Template Layout* Awal UKM Stefen Aluy

3.1. Penentuan Koordinat Stasiun Kerja dan Jarak *Rectilinear* Tata Letak Awal

Koordinat stasiun kerja tata letak awal dapat dilihat pada Gambar 3 berikut ini:



Gambar 3. Block Layout Tata Letak Awal (Skala 1:10)

Adapun rekapitulasi koordinat titik tengah terhadap sumbu X dan sumbu Y tata letak awal dapat dilihat pada Tabel 1 berikut:

Tabel 1. Rekapitulasi Koordinat Setiap Stasiun Kerja Tata Letak Awal

Stasiun Kerja	Sumbu X (cm)	Sumbu Y (cm)
1	1.008	800
2	1.004	200
3	200	200
4	1.814	1.606
5	3.322	610

Pengukuran jarak *rectilinear* tata letak awal dilakukan dengan persamaan berikut ini:

$$d_{ij} = |X_i - X_j| + |Y_i - Y_j| \quad (1)$$

$$1-2 = |1.008 - 1.004| + |800 - 200| = 604 \text{ cm}$$

Adapun rekapitulasi jarak *rectilinear* antar setiap stasiun kerja dapat dilihat pada Tabel 2 berikut ini:

Tabel 2. Jarak *Rectilinear* Antar Setiap Stasiun Kerja Tata Letak Awal (cm)

Di/j	1	2	3	4	5
1		604	1408	1612	2504
2	604		804	2216	2728
3	1408	804		3020	3532
4	1612	2216	3020		2504
5	2504	2728	3532	2504	

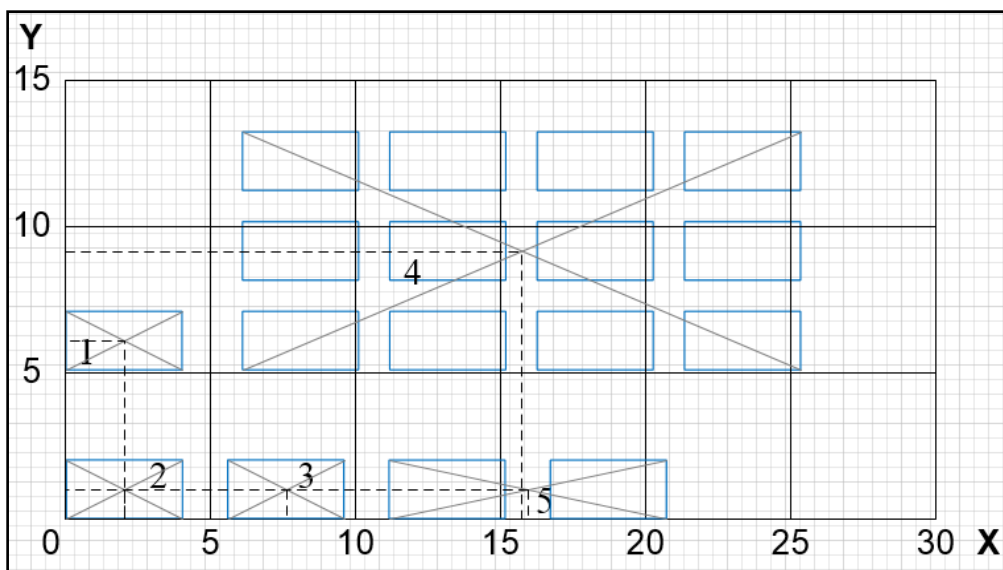
Jarak *rectilinear* antara stasiun produksi dapat dilihat pada Tabel 3 berikut ini:

Tabel 3. Jarak *Rectilinear* Antara Stasiun Produksi

No.	Stasiun Awal	Stasiun Tujuan	Dij (cm)
1	1	2	604
2	2	3	804
3	3	4	3.020
4	4	5	2.504
Total			6.932

3.2. Penentuan Koordinat Stasiun Kerja dan Jarak *Rectilinear* Tata Letak *Redesign*

Koordinat stasiun kerja tata letak *redesign* dapat dilihat pada Gambar 4 berikut ini:



Gambar 4. Block Layout Tata Letak *Redesign* (Skala 1:10)

Adapun rekapitulasi koordinat titik tengah terhadap sumbu X dan sumbu Y tata letak *redesign* dapat dilihat pada Tabel 4 berikut ini:

Tabel 4. Rekapitulasi Koordinat Setiap Stasiun Kerja Tata Letak *Redesign*

Stasiun Kerja	Sumbu X (cm)	Sumbu Y (cm)
1	200	601
2	200	100
3	756	100
4	1.572	916
5	1.590	100

Pengukuran jarak *rectilinear* tata letak *redesign* dilakukan dengan persamaan berikut ini:

$$d_{ij} = |X_i - X_j| + |Y_i - Y_j| \quad (2)$$

$$1-2 = |200 - 200| + |601 - 100| = 501 \text{ cm}$$

Adapun rekapitulasi jarak *rectilinear* antar setiap stasiun kerja dapat dilihat pada Tabel 5 berikut ini:

Tabel 5. Jarak *Rectilinear* Antar Setiap Stasiun Kerja Tata Letak *Redesign*

Di/j	1	2	3	4	5
1		501	1057	1687	1891
2	501		556	2188	1390
3	1057	556		1632	834
4	1687	2188	1632		834
5	1891	1390	834	834	

Jarak *rectilinear* antara stasiun produksi hasil *redesign* dapat dilihat pada Tabel 6 berikut ini:

Tabel 6. Jarak *Rectilinear* Antara Stasiun Produksi

No.	Stasiun Awal	Stasiun Tujuan	Dij (cm)
1	1	2	501
2	2	3	556
3	3	4	1.632
4	4	5	834
Total			3.523

Dari perhitungan jarak *rectilinear* pada Tabel 6, tata letak awal memiliki jarak *rectilinear* sebesar 6.932 cm, sedangkan tata letak hasil perancangan diperoleh jarak *rectilinear* sebesar 3.409 cm. Tata letak hasil *redesign* menghasilkan pengurangan jarak sebesar 49,04 % dari jarak sebelumnya. Sehingga jarak tempuh antar stasiun kerja menjadi lebih dekat dan dapat mengurangi konsumsi energi pekerja dalam melakukan aktifitasnya. Adapun *template layout* hasil *redesign* dapat dilihat pada Gambar 5.



Gambar 5. *Template Layout* Hasil Rancangan

Adapun *layout* hasil rancangan dalam bentuk tiga dimensi dapat dilihat pada Gambar 6, 7 dan 8 berikut ini.



Gambar 6. *Layout* Hasil Rancangan Tampak Depan



Gambar 7. *Layout* Hasil Rancangan Tampak Belakang



Gambar 8. *Layout Hasil Rancangan Tampak Samping*

4. KESIMPULAN

Dari hasil penelitian yang telah dilakukan, dapat disimpulkan bahwa berdasarkan hasil yang diperoleh dari pemetaan *layout* berdasarkan pengukuran jarak *rectilinear*, tata letak awal memiliki jarak *rectilinear* sebesar 6.932 cm, sedangkan tata letak hasil perancangan diperoleh jarak *rectilinear* sebesar 3.409 cm. Tata letak hasil *redesign* menghasilkan pengurangan jarak sebesar 49,04% dari jarak sebelumnya. Sehingga jarak tempuh antar stasiun kerja menjadi lebih dekat dan dapat mengurangi konsumsi energi pekerja dalam melakukan aktifitasnya.

5. SARAN

Adapun saran yang dapat diajukan oleh peneliti yaitu untuk mendapatkan hasil perencanaan ulang tata letak fasilitas yang optimal, dapat digunakan metode atau algoritma lainnya, dan dapat pula dikembangkan dengan metode simulasi

DAFTAR PUSTAKA

- [1] Muslim, D., & Imaniati, A. (2018). Usulan Perbaikan Tata Letak Fasilitas Terhadap Optimalisasi Jarak dan Ongkos Material Handling dengan Pendekatan Systematic Layout Planning (SLP) di PT Transplant Indonesia. *jurnal media teknik dan sistem industri*, 2(1), 45-52.
- [2] Pramono, M., & Widyadana, I. G. A. (2015). Perbaikan Tata Letak Fasilitas Departemen Sheet Metal 1 PT. MCP. *Jurnal Titra*, 3(2), 347-352.
- [3] Naurasari, A. P., Sumantri, Y., & Nata Kusuma, L. (2016). Analisis Usulan Perbaikan Tata Letak Fasilitas Station Converting (Studi Kasus: PT Kencana Tiara Gemilang, Malang). *Jurnal Rekayasa dan Manajemen Sistem Industri*, 4(7).
- [4] Indrianti, D. H., Nursanti, E., & LA, S. S. (2016). Perancangan Ulang Tata Letak Mesin-Mesin Produksi Di PT. Surya Bumi Kartika. *Jurnal Teknologi dan Manajemen Industri*, 2(2), 17-22.

- [5] Yuliana, L., Febrianti, E., & Herlina, L. (2017). Usulan Perbaikan Tata Letak Gudang dengan Menggunakan Metode CRAFT (Studi Kasus di Gudang K-Store, Krakatau Junction). *Jurnal Teknik Industri Untirta*.
- [6] Siska, M. (2017). Rancang Ulang Tata Letak CV. Sumber Vulkanisir Super Menggunakan Metode Konvensional dan CRAFT. *Jurnal Sains dan Teknologi Industri*, 14(2), 225-233.

Peramalan Kebutuhan Batubara Menggunakan Metode *Single Exponential Smoothing* di PT. Solusi Bangun Andalas

Gaustama Putra*¹, Ari Rasyid Maulud²,

^{1,2}Jurusan Teknik Industri, Fakultas Teknik, Universitas Teuku Umar
e-mail: *¹gaustamaputra@utu.ac.id

Abstrak

PT. Solusi Bangun Andalas (SBA) merupakan salah satu produsen semen di Indonesia dengan kapasitas produksi saat ini 1,6 juta ton per tahun. Batubara merupakan bahan baku utama yang digunakan untuk menghasilkan energi listrik dan proses pembakaran di PT. Solusi Bangun Andalas yang diimpor melalui beberapa pemasok. Permasalahan yang terjadi adalah fluktuasi penggunaan bahan baku yang tidak teratur menjadi kendala dalam perencanaan pengadaan bahan bakar bagi perusahaan. Kesalahan dalam perencanaan pengadaan bahan baku dapat mengakibatkan persediaan berlebih atau kekurangan. Bahan baku yang berlebih menimbulkan beberapa permasalahan, seperti perusahaan harus menyediakan ruang penyimpanan yang lebih banyak dan mengeluarkan biaya tambahan untuk penyimpanan dan perawatan agar kualitas bahan baku tetap terjaga. Masalah kebutuhan bahan baku dapat diatasi dengan melakukan peramalan kebutuhan konsumsi bahan bakar untuk bulan berikutnya menggunakan metode *Single Exponential Smoothing*. Dari perhitungan menggunakan metode *Single Exponential Smoothing* dengan $\alpha = 0,1$ untuk unit kiln, *Mean Absolute Deviation* sebesar 2286,21, *Mean Squared Error* 7,850,751,46, dan *Mean Absolute Percentage Error* 26,88%. Untuk unit *power plant* $\alpha = 0,5$ *Mean Absolute Deviation* 2367,05, *Mean Squared Error* 9,001,707,06, dan *Mean Absolute Percentage Error* 18,35%. Sedangkan kebutuhan bahan baku pada periode berikutnya sebanyak 10.057,49 ton untuk unit *Kiln* dan 14.265 ton untuk unit *power plant*.

Kata kunci – Peramalan, *Single Exponential Smoothing*, Batubara, Perencanaan

Abstract

PT. Solusi Bangun Andalas (SBA) is one of the cement producers in Indonesia with a current production capacity of 1.6 million tons per year. Coal is the main raw material used to produce electrical energy and the combustion process at PT. Andalus Build Solutions which were imported through several suppliers. The problem that occurs is the fluctuation in the use of raw materials that is not regular becomes an obstacle in the planning of fuel procurement for the company. Errors in planning the procurement of raw materials can result in excess or shortage of inventory. Excess raw materials cause several problems, such as the company has to provide more storage space and incur additional costs for storage and maintenance so that the quality of raw materials is maintained. The problem of raw material needs can be overcome by forecasting fuel consumption needs for the following month using the *Single Exponential Smoothing* method. From calculations using the *Single Exponential Smoothing* method with $\alpha = 0.1$ for kiln units, the *Mean Absolute Deviation* is 2286.21, the *Mean Squared Error* is 7,850,751.46, and the *Mean Absolute Percentage Error* is 26.88%. For power plant units $\alpha = 0.5$ *Mean Absolute Deviation* is 2367.05, *Mean Squared Error* is 9,001,707,06, and *Mean Absolute Percentage Error* is 18.35%. Meanwhile, the raw material needs in the next period are 10,057.49 tons for Kiln units and 14,265 tons for power plant units.

Keywords - Forecasting, *Single Exponential Smoothing*, Coal, Planning

1. PENDAHULUAN

Pemanfaatan batu bara banyak digunakan diberbagai bidang diantaranya, sebagai sumber energi pembangkit listrik, industri semen, industri baja dan industri-industri yang membutuhkan energi panas dalam produksinya. Bahan baku utama yang digunakan untuk menghasilkan energi listrik dan proses pembakaran di PT. Solusi Bangun Andalas adalah batu bara yang didatangkan melalui beberapa *supplier*. Pengelolaan material merupakan fungsi yang penting dalam rantai proses kegiatan operasi di PT. Solusi Bangun Andalas. Permasalahan yang terjadi ialah fluktuasi pemakaian bahan bakar yang tidak beraturan menjadi kendala dalam perencanaan pengadaan bahan bakar perusahaan.

Batubara yang ditumpuk di *stockpile* tidak boleh terlalu lama disimpan karena bisa mengakibatkan swabakar (*spontaneous combustion*) pada batubara tersebut apalagi untuk batubara dengan peringkat kualitas yang rendah. Salah satu faktor yang dapat menimbulkan terjadinya swabakar yaitu dikarenakan lamanya penimbunan batubara [1]. Lamanya penimbunan lebih dari 3 bulan menjadi penyebab swabakar pada batubara [2]. Swabakar (*spontaneous combustion*) merupakan proses terbakarnya batubara dikarenakan temperatur udara yang mencapai 350°C dan batubara mencapai titik sulutnya sehingga batubara akan cepat terbakar [3]. Batubara yang menumpuk menyebabkan perusahaan harus menyediakan ruangan penyimpanan dan pemeliharaan khusus dan sudah pasti perusahaan mengeluarkan biaya tambahan untuk tempat penyimpanan guna menjaga kualitas dan keamanan bahan baku batubara. Hal lain yang bisa terjadi karena kelebihan pemesanan batubara adalah ketika dilakukan pemeriksaan berkala (*stock opname*) selalu terjadi perbedaan angka antara jumlah batubara yang ada ditempat penyimpanan dengan angka yang tercatat diawal, ini terjadi karena persediaan batubara yang terlalu lama menumpuk di tempat penyimpanan akan menyebabkan penyusutan (*losses*) yang terjadi karena faktor alam, teknis, dan manusia.

Permasalahan di atas dapat di selesaikan dengan cara peramalan kebutuhan pemakaian bahan bakar untuk bulan berikutnya menggunakan teknik peramalan metode kuantitatif deret berkala sebagai data histori. Tujuan peramalan deret berkala adalah untuk menemukan pola dalam deret data historis dan mengekstrapolasikan pola tersebut ke masa depan [4]. Model peramalan yang digunakan adalah *single exponential smoothing*. Model ini dipilih karena data yang didapat mengandung pola *stationer* yang mana pola ini cocok digunakan pada metode *Single Exponential Smoothing*.

2. METODE PENELITIAN

Metode *single exponential smoothing* adalah metode yang menunjukkan pembobotan menurun secara eksponensial terhadap nilai observasi. Nilai yang lebih baru diberikan bobot yang relatif lebih besar dibanding nilai observasi yang lebih lama. Metode ini memberikan sebuah pembobotan eksponensial rata-rata bergerak dari semua nilai observasi sebelumnya. Pada metode ini tidak dipengaruhi oleh *trend* maupun musim [5].

Rumusny adalah :

$$F_{t+1} = \alpha \cdot X_t + (1 - \alpha) \cdot F_t \quad (1)$$

Dimana :

F_{t+1} = Peramalan waktu periode berikutnya

X_t = Permintaan untuk periode t.

F_t = Nilai Peramalan untuk periode t

α = Konstanta pemulusan antara 0 dan 1

Bobot nilai α lebih tinggi diberikan kepada data yang lebih baru, sehingga nilai parameter α yang sesuai akan memberikan ramalan yang optimal dengan nilai kesalahan (*error*) terkecil. Untuk mendapatkan nilai α yang tepat pada umumnya dilakukan dengan *trial and error* untuk menentukan nilai kesalahan terendah. Nilai α dilakukan dengan membandingkan menggunakan interval pemulusan antar $0 < \alpha < 1$, yaitu α (0,1 sampai dengan 0,9). Metode ini hanya mampu memberikan ramalan satu periode ke depan dan cocok untuk data yang mengandung unsur *stationer*. Karena jika diterapkan pada serial data yang memiliki *trend* yang konsisten, ramalan yang dibuat akan selalu berada dibelakang *trend*. Selain itu, metode eksponensial ini juga memberikan bobot yang relatif lebih tinggi pada nilai pengamatan terbaru dibanding nilai-nilai periode sebelumnya.

2.1. Ukuran Akurasi Hasil Peramalan

Didalam pemilihan dan penerapan metode peramalan pada data historis yang tersedia, perlu dilakukan pengukuran kesesuaian metode tertentu untuk suatu kumpulan data yang diberikan. Dalam banyak situasi peramalan, ketepatan (*accuracy*) dipandang sebagai kriteria penolakan untuk metode peramalan. Dalam pemodelan deret berkala (*time series*), dari data masa lalu dapat diramalkan situasi yang akan terjadi pada masa yang akan datang, untuk menguji kebenaran ramalan ini digunakan akurasi ramalan. Suatu metode dapat dipih berdasarkan ukuran *error* terkecil [5].

Ukuran akurasi hasil peramalan yaitu kriteria ketepatan peramalan merupakan ukuran tentang tingkat perbedaan antara hasil peramalan dengan apa yang sebenarnya terjadi. Ada beberapa ukuran yang biasa digunakan yaitu [6].

1. Rata-rata Deviasi Mutlak (*Mean Absolute Deviation = MAD*)

MAD merupakan rata-rata kesalahan mutlak selama periode tertentu tanpa memperhatikan apakah hasil peramalan lebih besar atau lebih kecil dibandingkan kenyataannya. Secara matematis dirumuskan sebagai berikut [7].

$$MAD = \frac{\sum |ei|}{n} \quad (2)$$

Dimana:

$|ei|$ = Absolut dari *Forecast errors*

n = Jumlah data

2. Rata-rata Kuadrat Kesalahan (*Mean Square Error = MSE*)

MSE dihitung dengan menjumlahkan kuadrat semua kesalahan peramalan pada setiap periode dan membaginya dengan jumlah periode peramalan. Secara matematis dirumuskan sebagai berikut [7].

$$MSE = \frac{\sum e_i^2}{n} = \frac{\sum (X_i - F_i)^2}{n} \quad (3)$$

Dimana:

ei = *Forecast errors*

n = Jumlah data

3. Rata-rata Persentase Kesalahan *Absolute* (*Mean Absolute Percentage Error = MAPE*)

MAPE merupakan ukuran kesalahan relatif, biasanya lebih berarti bila dibandingkan dengan MAD karena MAPE menyatakan persentase kesalahan hasil peramalan terhadap hasil permintaan aktual selama periode tertentu yang akan memberikan informasi presentase

kesalahan terlalu tinggi atau terlalu rendah. Secara matematis dirumuskan sebagai berikut [7].

$$MAPE = \frac{\sum_{i=1}^n \left| \frac{(X_t - F_t)}{X_t} \right|}{n} \times 100 \quad (4)$$

Dimana :

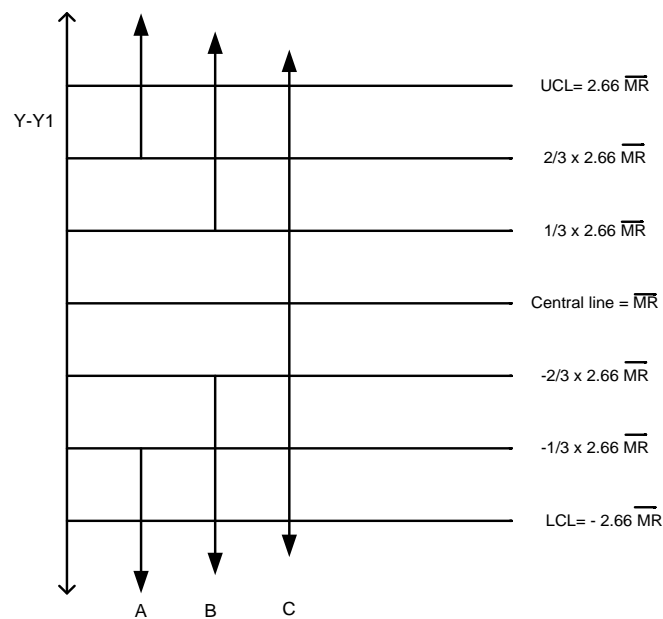
X_t = Data aktual

F_t = Data *forecast*

n = Jumlah data

2.2. Moving Range Chart

Metode *moving range chart* dilakukan berdasarkan jika metode yang terpilih dari salah satu metode *exponential smoothing* atau metode *weighted moving average* yang memiliki nilai MAD yang terkecil. Metode *moving range chart* dirancang untuk membandingkan nilai permintaan aktual dengan nilai peramalan dan digunakan untuk pengujian kestabilan sistem sebab-akibat yang mempengaruhi permintaan [8].



Gambar 1. Grafik *moving range chart*

3. HASIL DAN PEMBAHASAN

Batubara di PT. Solusi Bangun Andalas (SBA) umumnya digunakan pada *power plant* dan proses pembakaran di dalam *kiln*. Pada *kiln* digunakan batubara yang didatangkan dari Palembang (PTBA), dan pada unit *power plant* digunakan batubara dari Meulaboh (MDB). Berikut merupakan data konsumsi batubara di PT. SBA periode Januari sd Desember 2019 yang diakumulasikan ke dalam data bulanan.

Tabel 1. Konsumsi Batubara PT. SBA Periode Januari sd Desember 2019

Bulan	Tahun	Periode (t)	Pemakaian (Ton)	
			Kiln (PTBA)	Power Plant (MDB)
Januari	2019	1	9774	9321
Februari	2019	2	7832	8809
Maret	2019	3	10566	11933
April	2019	4	14432	15144
Mei	2019	5	11471	11863
Juni	2019	6	9974	11958
Juli	2019	7	13232	16664
Agustus	2019	8	12486	16457
September	2019	9	4760	9494
Oktober	2019	10	12170	14865
November	2019	11	8441	15148
Desember	2019	12	9149	14124
Total Kebutuhan Batubara			124.287 Ton	155.780 Ton

Pola historis sesuai dengan Tabel di atas menunjukkan data aktual kebutuhan batubara selama periode Januari 2019 sd Desember 2019 tidak membentuk kecenderungan (*trend line*). Dengan demikian, model-model peramalan yang mempertimbangkan kecenderungan (*trend*) tidak perlu dipertimbangkan. Karena pola data tidak membentuk kecenderungan, dapat mempertimbangkan model peramalan rata-rata bergerak (*Moving Averages*) dan model peramalan pemulusan eksponensial (*Exponential Smoothing*).

3.1 Perhitungan

3.1.1 Perhitungan *Singel Exponential Smoothing* dengan nilai $\alpha = 0,1$

Tabel 2. Peramalan Batubara Unit Kiln untuk $\alpha = 0,1$

Periode	Konsumsi		Error (e_i) ($X_t - F_t$)	$ e_i $ (MAD)	e_i^2 (MSE)	$ Pe_i $ (MAPE)
	Unit Kiln (X_t)	<i>Exponential Smoothing</i> (F_t)				
Januari	9774	-	-	-	-	-
Februari	7832	9774.00	-1942.00	1942.00	3771364.00	24.80
Maret	10566	9579.80	986.20	986.20	972590.44	9.33
April	14432	9678.42	4753.58	4753.58	22596522.82	32.94
Mei	11471	10153.78	1317.22	1317.22	1735073.80	11.48
Juni	9974	10285.50	-311.50	311.50	97032.37	3.12
Juli	13232	10254.35	2977.65	2977.65	8866398.45	22.50
Agustus	12486	10552.12	1933.88	1933.88	3739910.57	15.49
September	4760	10745.50	-5985.50	5985.50	35826253.89	125.75
Oktober	12170	10146.95	2023.05	2023.05	4092718.03	16.62
November	8441	10349.26	-1908.26	1908.26	3641448.42	22.61
Desember	9149	10158.43	-1009.43	1009.43	1018953.28	11.03
Total	124287			25148.28	86358266.06	295.67

Tabel 3. Peramalan Batubara Unit *Power Plant* untuk $\alpha = 0,1$

Periode	Konsumsi		Error (e_i) (X_t-F_t)	$ e_i $ (MAD)	e_i^2 (MSE)	$ Pe_i $ (MAPE)
	Unit <i>Powerplant</i> (X_t)	<i>Exponential Smoothing</i> (F_t)				
Januari	9321	-	-	-	-	-
Februari	8809	9321.00	-512.00	512.00	262144.00	5.81
Maret	11933	9269.80	2663.20	2663.20	7092634.24	22.32
April	15144	9536.12	5607.88	5607.88	31448318.09	37.03
Mei	11863	10096.91	1766.09	1766.09	3119080.95	14.89
Juni	11958	10273.52	1684.48	1684.48	2837482.30	14.09
Juli	16664	10441.97	6222.03	6222.03	38713713.57	37.34
Agustus	16457	11064.17	5392.83	5392.83	29082626.93	32.77
September	9494	11603.45	-2109.45	2109.45	4449787.90	22.22
Oktober	14865	11392.51	3472.49	3472.49	12058208.78	23.36
November	15148	11739.76	3408.24	3408.24	11616126.13	22.50
Desember	14124	12080.58	2043.42	2043.42	4175563.10	14.47
Total	155780			34882.13	144855686.01	246.79

3.1.2 Perhitungan *Singel Exponential Smoothing* dengan nilai $\alpha = 0,5$

Tabel 4. Peramalan Batubara Unit *Kiln* untuk $\alpha = 0,5$

Periode	Konsumsi		Error (e_i) (X_t-F_t)	$ e_i $ (MAD)	e_i^2 (MSE)	$ Pe_i $ (MAPE)
	Unit <i>Kiln</i> (X_t)	<i>Exponential Smoothing</i> (F_t)				
Januari	9774	-	-	-	-	-
Februari	7832	9774	-1942	1942	3771364	24,80
Maret	10566	8803	1763	1763	3108169	16,69
April	14432	9684,50	4747,50	4747,50	22538756,25	32,90
Mei	11471	12058,25	-587,25	587,25	344862,56	5,12
Juni	9974	11764,63	-1790,63	1790,63	3206337,89	17,95
Juli	13232	10869,31	2362,69	2362,69	5582292,22	17,86
Agustus	12486	12050,66	435,34	435,34	189524,18	3,49
September	4760	12268,33	-7508,33	7508,33	56374991,23	157,74
Oktober	12170	8514,16	3655,84	3655,84	13365136,40	30,04
November	8441	10342,08	-1901,08	1901,08	3614112,89	22,52
Desember	9149	9391,54	-242,54	242,54	58826,14	2,65
Total	124287			26936,19	112154372,77	331,74

Tabel 5. Peramalan Batubara Unit *Power Plant* untuk $\alpha = 0,5$

Periode	Konsumsi		Error (e_i) (X_t-F_t)	$ e_i $ (MAD)	e_i^2 (MSE)	$ Pe_i $ (MAPE)
	Unit <i>Powerplant</i> (X_t)	<i>Exponential Smoothing</i> (F_t)				
Januari	9321	-	-	-	-	-
Februari	8809	9321.00	-512.00	512.00	262144.00	5.81
Maret	11933	9065.00	2868.00	2868.00	8225424.00	24.03
April	15144	10499.00	4645.00	4645.00	21576025.00	30.67
Mei	11863	12821.50	-958.50	958.50	918722.25	8.08
Juni	11958	12342.25	-384.25	384.25	147648.06	3.21
Juli	16664	12150.13	4513.88	4513.88	20375067.52	27.09
Agustus	16457	14407.06	2049.94	2049.94	4202243.75	12.46
September	9494	15432.03	-5938.03	5938.03	35260215.13	62.55
Oktober	14865	12463.02	2401.98	2401.98	5769528.94	16.16
November	15148	13664.01	1483.99	1483.99	2202232.81	9.80
Desember	14124	14406.00	-282.00	282.00	79526.20	2.00
Total	155780			26037.57	99018777.66	201.85

3.2 Perbandingan MAD, MSE, dan MAPE Peramalan Unit *Kiln & Power Plant*

Berdasarkan data peramalan di atas maka dapat disimpulkan nilai MAD, MSE, dan MAPE masing-masing metode sebagai berikut :

Tabel 6. Perbandingan MAD, MSE, dan MAPE Peramalan Unit *Kiln*

Metode Peramalan	MAD	MSE	MAPE
<i>Exponential Smoothing</i> $\alpha = 0,1$	2286,21	7850751,46	26,88 %
<i>Exponential Smoothing</i> $\alpha = 0,5$	2448,74	10195852,07	30,16 %

Tabel 7. Perbandingan MAD, MSE, dan MAPE Peramalan Unit *Power Plant*

Metode Peramalan	MAD	MSE	MAPE
<i>Exponential Smoothing</i> $\alpha = 0,1$	3171,10	13168698,73	22,44 %
<i>Exponential Smoothing</i> $\alpha = 0,5$	2367,05	9001707,06	18,35 %

3.3 Uji Validasi Peramalan Single Exponential Smoothing

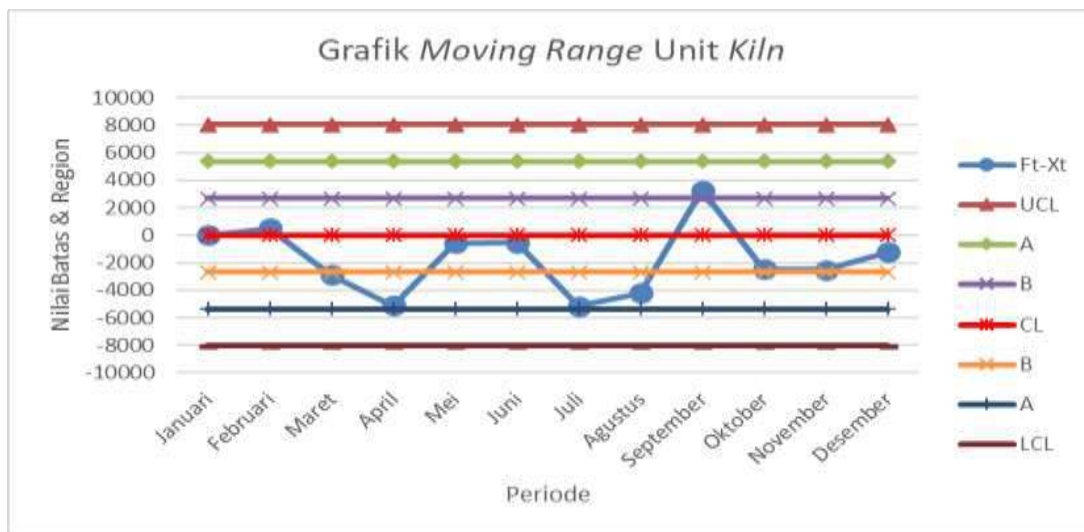
3.3.1 Uji Validasi Peramalan Unit *Kiln*

Dikarenakan *error* terkecil terdapat pada metode *single exponential smoothing* $\alpha = 0,1$, maka dilakukan perhitungan hasil validasi berdasarkan hasil metode *single exponential smoothing* $\alpha = 0,1$ dapat dilihat pada tabel 8 berikut:

Tabel 8. Hasil Uji Validasi *Moving Range* Unit Kiln

Periode	X_t	F_t	$F_t - X_t$	MR	MR
Januari	9774	-	-	-	-
Februari	7832	9774.00	1942.00	-	-
Maret	10566	9579.80	-986.20	-2928.20	2928.20
April	14432	9678.42	-4753.58	-3767.38	3767.38
Mei	11471	10153.78	-1317.22	3436.36	3436.36
Juni	9974	10285.50	311.50	1628.72	1628.72
Juli	13232	10254.35	-2977.65	-3289.15	3289.15
Agustus	12486	10552.12	-1933.88	1043.76	1043.76
Spetember	4760	10745.50	5985.50	7919.39	7919.39
Oktober	12170	10146.95	-2023.05	-8008.55	8008.55
November	8441	10349.26	1908.26	3931.30	3931.30
Desember	9149	10158.43	1009.43	-898.83	898.83
Mean					3685.16

Dibawah ini adalah Grafik *Moving Range*, UCL, LCL, Region A, Region B, dan Center Line (CL) Metode *Exponential Smoothing* $\alpha = 0,1$ untuk unit Kiln.



Gambar 2. Grafik *Moving Range* $\alpha = 0,1$ Unit Kiln

Dari grafik Gambar 2 dapat disimpulkan data dianggap valid karena berada diantara batas atas dan batas bawah. Hasil pemeriksaan dan pengendalian data peramalan Metode *Single Exponential Smoothing* $\alpha = 0,1$ sesuai dengan gambar 2, maka peramalan tersebut valid dan layak untuk digunakan, karena seluruh data hasil peramalan dapat dikontrol dalam peta kendali rentang bergerak (*Moving Range*).

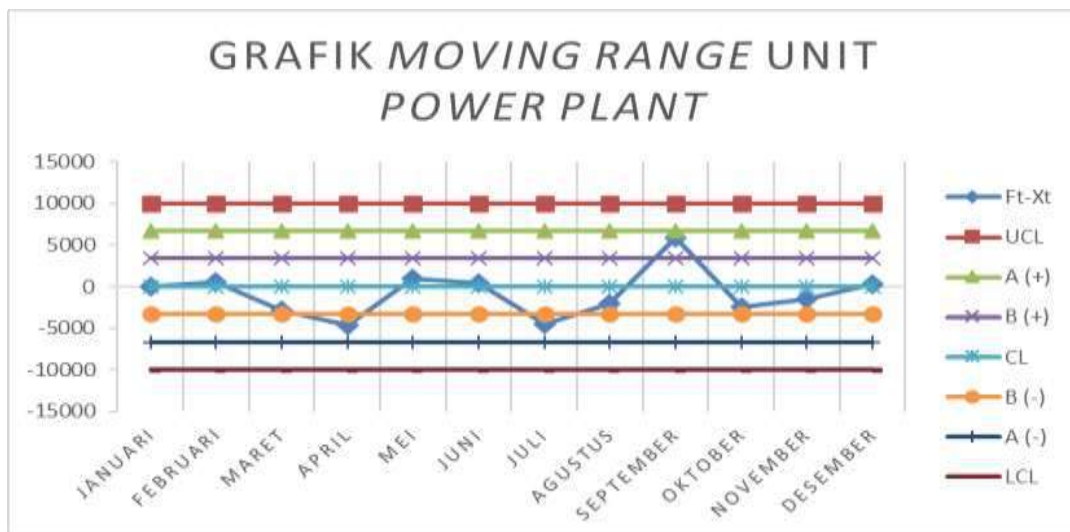
3.3.1 Uji Validasi Peramalan Unit *Power Plant*

Dikarenakan error terkecil terdapat pada metode *single exponential smoothing* $\alpha = 0,5$, maka dilakukan perhitungan hasil validasi berdasarkan hasil metode *single exponential smoothing* $\alpha = 0,5$ dapat dilihat pada tabel 9 berikut:

Tabel 9. Hasil Uji Validasi *Moving Range* Unit *Power Plant*

Periode	X_t	F_t	$F_t - X_t$	MR	MR
Januari	9321	-	-	-	-
Februari	8809	9321.00	512.00	-	-
Maret	11933	9065.00	-2868.00	-3380.00	3380.00
April	15144	10499.00	-4645.00	-1777.00	1777.00
Mei	11863	12821.50	958.50	5603.50	5603.50
Juni	11958	12342.25	384.25	-574.25	574.25
Juli	16664	12150.13	-4513.88	-4898.13	4898.13
Agustus	16457	14407.06	-2049.94	2463.94	2463.94
September	9494	15432.03	5938.03	7987.97	7987.97
Oktober	14865	12463.02	-2401.98	-8340.02	8340.02
November	15148	13664.01	-1483.99	917.99	917.99
Desember	14124	14406.00	282.00	1766.00	1766.00
Mean					3770.88

Dibawah ini adalah Grafik *Moving Range*, UCL, LCL, Region A, Region B, dan *Center Line* (CL) Metode *Exponential Smoothing* $\alpha = 0.5$ untuk unit *Power plant*.



Gambar 3. Grafik *Moving Range* $\alpha = 0,5$ Unit *Power Plant*

Dari grafik Gambar 3 dapat disimpulkan data dianggap valid karena berada diantara batas atas dan batas bawah. Hasil pemeriksaan dan pengendalian data peramalan Metode *Exponential Smoothing* $\alpha = 0,5$ sesuai dengan Gambar 3, maka peramalan tersebut valid dan layak untuk digunakan, karena seluruh data hasil peramalan dapat dikontrol dalam peta kendali rentang bergerak (*Moving Range*).

3.4 Hasil Peramalan Kebutuhan Bahan Bakar Batubara Unit *Kiln* dan *Power Plant*

3.4.1 Periode ke-13 (Januari 2020) Unit *Kiln*

$$F_{13} = 0,1 \times 9149 + (1 - 0,1) \times 10158,43 = 10057,49 \text{ Ton}$$

Dari perhitungan tersebut di dapat kebutuhan batubara periode untuk periode selanjutnya (Januari 2020) untuk unit *Kiln* adalah sebesar 10.057,49 Ton
 Jadi Hasil Peramalan untuk periode selanjutnya adalah :

Tabel 10. Hasil Peramalan Batubara Unit *Kiln* $\alpha = 0,1$

No	Periode	Konsumsi	
		Data Aktual (Ton)	Exponential Smoothing (Ton)
1	Januari 2019	9774	-
2	Februari 2019	7832	9774.00
3	Maret 2019	10566	9579.80
4	April 2019	14432	9678.42
5	Mei 2019	11471	10153.78
6	Juni 2019	9974	10285.50
7	Juli 2019	13232	10254.35
8	Agustus 2019	12486	10552.12
9	September 2019	4760	10745.50
10	Oktober 2019	12170	10146.95
11	November 2019	8441	10349.26
12	Desember 2019	9149	10158.43
13	Januari 2020	-	10057,49

3.4.2 Periode ke-13 (Januari 2020) Unit *Power Plant*

$$F_{13} = 0,5 \times 14124 + (1 - 0,5) \times 14406 = 14265 \text{ Ton}$$

Dari perhitungan tersebut di dapatkan ramalan untuk kebutuhan batubara periode ke-13 untuk unit *Power plant* adalah sebesar 14.265 Ton. Jadi Hasil Peramalan untuk periode selanjutnya adalah :

Tabel 11. Hasil Peramalan Batubara Unit *Power Plant* $\alpha = 0,5$.

No	Periode	Konsumsi	
		Data Aktual (Ton)	Exponential Smoothing (Ton)
1	Januari 2019	9321	-
2	Februari 2019	8809	9321.00
3	Maret 2019	11933	9065.00
4	April 2019	15144	10499.00
5	Mei 2019	11863	12821.50
6	Juni 2019	11958	12342.25
7	Juli 2019	16664	12150.13
8	Agustus 2019	16457	14407.06
9	September 2019	9494	15432.03
10	Oktober 2019	14865	12463.02
11	November 2019	15148	13664.01
12	Desember 2019	14124	14406.00
13	Januari (2020)	-	14265.00

4. KESIMPULAN

Dari hasil Peramalan Kebutuhan Bahan bakar batubara Menggunakan Metode *Single Exponential Smoothing* pada PT. Solusi Bangun Andalas, maka dapat disimpulkan :

1. Hasil peramalan dan tingkat kesalahan, diketahui bahwa metode yang paling sesuai digunakan dalam menganalisis data dengan memiliki tingkat kesalahan yang paling kecil yaitu metode *Single Exponential Smoothing* $\alpha = 0,1$ untuk unit *Kiln* dan $\alpha = 0,5$ untuk unit *Power plant*. Dengan tingkat kesalahan *Mean Absolute Deviation* unit *Kiln* sebesar 2286,21, *Mean Squared Error* sebesar 7.850.751,46, dan *Mean Absolute Percentage Error* sebesar 26,88 %. Sementara itu tingkat kesalahan *Mean Absolute Deviation* untuk unit *Power plant* sebesar 2367,05, *Mean Squared Error* sebesar 9.001.707,06, dan *Mean Absolute Percentage Error* sebesar 18,35 %
2. Hasil dari peramalan pada periode ke – 13 adalah 10.057,49 Ton untuk unit *Kiln* dan 14.265 Ton untuk unit *Power plant* dinyatakan valid dan layak untuk digunakan setelah melalui uji validasi rata- rata bergerak (*moving range*)

5. SARAN

1. Pengolahan data Peramalan tidak hanya dilakukan untuk bahan bakar batubara saja, tetapi juga untuk semua material baik bahan bakar maupun bahan baku agar penggunaan peramalan kebutuhan di perusahaan dapat menjadi lebih efektif dan efisien.
2. Akan lebih baik jika peramalan dapat dilakukan untuk periode – periode selanjutnya secara berkelanjutan.
3. Perlu mencoba metode yang lain sebagai pembanding agar didapat kebutuhan penggunaan bahan bakar batubara yang lebih efisien dan memilih metode mana yang baik untuk memenuhi kebutuhan bahan bakar batubara untuk periode-periode selanjutnya

DAFTAR PUSTAKA

- [1] Palox, A.V., Abdullah, R., dan Anaperta, Y.M., 2018, Kajian Teknis Penimbunan Batubara pada *ROM Stockpile* Untuk Mencegah Terjadinya Swabakar Di PT. Prima Dito Nusantara, *Job Site KBB*, Kabupaten Sarolangun, Provinsi Jambi, *Jurnal Bina Tambang*, Vol.3, No.3.
- [2] Andrawina dan Ernawati, R., 2019, Analisis Terjadinya Swabakar serta Penanganan Swabakar di *Temporary Stockpile* Pit 1 C TE-5900 HS Area Banko Barat di PT. Bukit Asam Tanjung Enim, *Seminar Nasional Sains dan Teknologi Terapan VII*, Institut Teknologi Adhi Tama Surabaya, Hal: 489-494.
- [3] Sukandarrumidi. 1995. *Batubara dan Gambut*. Yogyakarta, Gajah Mada University Press
- [4] Makridakis, S., Steven, C., Wheelwright, V. E., & Mcgee., 1991. *Metode dan Aplikasi Peramalan, Edisi Kedua*. Erlangga, Jakarta.
- [5] Makridakis, S., Steven, C., Wheelwright, V. E., & Mcgee., 1999. *Metode dan aplikasi peramalan, jilid I, edisi kedua*. Binarupa Aksara, Jakarta
- [6] Baroto, T., 2002. *Perencanaan dan pengendalian produksi*. Galia Indonesia, Jakarta.
- [7] Montgomery, D.C., 2005. *Design and analysis of experiments. 6th edition*. John Wiley & Sons, New York
- [8] Ginting, R., 2007. *Sistem produksi*. Graha Ilmu, Jakarta.

Seven Tools untuk Menurunkan Kecacatan pada Produk Kopi

Moh. Ririn Rosyidi*¹, Nailul Izzah*², Thoriq Kamil Najahi*³

^{1,2,3}Program Studi Teknik Industri, Fakultas Teknik, Universitas Qomaruddin

Email : *¹mohammadrosyidi@gmail.com, *²nailul322@gmail.com, *³torikkamil@gmail.com

Abstrak

Era industri yang semakin kompetitif untuk mempertahankan dan menambah minat jual beli produk ke konsumen sangatlah penting, setiap pelaku bisnis hendak bagaimana cara memenangkan persaingan di bisnis tersebut sehingga bisa eksis di bidang tersebut, dengan menjaga kualitas produk yang akan di pasarkan. Produk kopi di perusahaan ada tiga cacat yakni wadah kemasan rusak, berat tidak sesuai, bubuk kopi kasar. Metode *seven tools* akan di ketahui penyebab terjadinya kecacatan pada produk kopi, dari analisis tabel *Check Sheet* diketahui terdapat tiga jenis kecacatan. Dari Histogram diketahui distribusi data kecacatan yang paling banyak yakni wadah kemasan rusak sebesar 1252 pcs, peta kendali *P* diketahui nilai UCL 0,2993 dan LCL -0,1525 nilai tersebut dalam batas kendali. Diagram *pareto* diperoleh jenis cacat yang paling dominan yaitu WKR (53,97 %). Perhitungan korelasi menggunakan *Scater* diagram didapat nilai -7,380 nilai tersebut menunjukkan kedua hubungan antara cacat wadah kemasan rusak dengan bubuk kopi kasar memiliki hubungan negatif. Dari hasil analisis *Fishbone* diagram dan RCA, diketahui penyebab kecacatan yang paling tinggi WKR yaitu faktor *man, machine, method, dan material*. Tindakan perbaikan yaitu perlunya pergantian pada kemasannya, memberikan *breffing* pada operator, memberikan pelatihan, serta merawat mesin agar kondisi mesin tetap baik.

Kata Kunci – Kualitas, *Seven Tools*, *Root Causes Analysis*.

Abstract

An increasingly competitive industrial era to maintain and increase interest in buying and selling products to consumers is very important, every business actor wants to how to win the competition in the business so that they can exist in this field by maintaining the quality of the products to be marketed. The coffee products in the company have three defects, namely damaged packaging containers, inappropriate weight, and coarse coffee grounds. The seven tools method will determine the causes of defects in coffee products. From the analysis of the Check Sheet table, it is known that there are three types of defects. From the histogram, it is known that the most defect data distribution is the damaged packaging containers of 1252 pcs, P control chart, it is known that the UCL value is 0.2993 and LCL -0.1525 these values are within the control limit. Pareto diagram shows that the most dominant type of defect is WKR (53.97%). Correlation calculations using the Scatter diagram obtained a value of -7.380. This value shows that the two relationships between defective packaging containers and coarse coffee grounds have a negative relationship. From the Fishbone diagram and RCA analysis, it is known that the causes of disability with the highest WKR are man, machine, method, and material factors. Corrective action, namely the need to change the packaging, provide breeding to the operator, provide training, and maintain the machine so that the engine remains in good condition.

Keywords – Quality, *Seven Tools*, *Root Causes Analysis*

1. PENDAHULUAN

Di dalam era industri yang semakin kompetitif untuk mempertahankan dan menambah minat bual beli produk ke konsumen sangatlah penting, setiap pelaku bisnis hendak bagaimana cara memenangkan persaingan di bisnis tersebut sehingga bisa eksis di bidang tersebut. Kualitas produk bagian dari kepuasan konsumen untuk bisa menarik daya beli produk yang akan di buat,

maka dari itu sangatlah penting menjaga, meningkatkan kualitas produk dan memberikan sentuhan inovasi terhadap produk yang dibuat. Memperhatikan suatu perusahaan yang tidak terbatas pada produk atau layanan yang akan dihasilkan saja, akan tetapi melihat ke lingkup SDM, dan lingkungan [1]. Kualitas merupakan ciri khas produk/jasa bermanfaat untuk memenuhi keinginan yang telah dispesifikasikan atau ditetapkan. Menjaga/memperbaiki kualitas produk/jasa yang menghasilkan kerja berat oleh sebab itu memerlukan mengontrol agar kualitas dari produk yang didapatkan akan tetap terjaga dan sesuai ukuran yang sudah ditentukan oleh perusahaan. Produk yang bermutu baik dan sesuai standar akan tercapai apabila pengendalian kualitas tersebut juga baik [1]. Adapun maksud pengendalian kualitas yakni sesuatu sistem meverifikasi/konfirmasi untuk mengontrol dari suatu tahapan kualitas produk dan alur yang dilalui dengan cara memplanning secara bersama-sama, dan melakukan pekerjaan untuk meriview lagi bila itu diperlukan [2].

CV. Graha Rejeki Indonesia Lamongan yakni perusahaan yang berkecimpung dalam aspek proses pembuatan pengolahan biji kopi menjadi kopi bubuk yang bertempat di desa jati sari kecamatan Glagah Kabupaten Lamongan. Kopi yang diproduksi di CV. Graha Rejeki Indonesia Lamongan tersebut diantaranya yakni kopi hitam, *Green Coffee*, dan kopi giras. Dari hasil produksi dari olahan kopi tersebut di kirim ke berbagai kota di Jawa Timur khususnya kota Lamongan, Gresik, Surabaya, Jombang dan kota-kota lain di Indonesia adapun juga yang di *export* ke luar negri tergantung sesuai dengan pesanan. Pada sistem produksinya CV. Graha Rejeki Indonesia Lamongan yakni perusahaan dalam bentuk secara system menggunakan ada pesanan kemudian dibuatkan (*make to order*). Meskipun CV. Graha Rejeki Indonesia Lamongan sudah melakukan pengendalian kualitas produk, akan tetapi masih saja ditemukan di lapangan produk cacat atau tidak sesuai dengan standar pada produk kopi giras, dengan rata-rata persentase kecacatan produk 7,6 %. Produk cacat yang terjadi pada produk kopi setiap kali proses produksi menandakan bahwa pengendalian kualitas yang dilakukan di CV. Graha Rejeki Indonesia Lamongan masih belum maksimal. Kecacatan tersebut diantaranya ada 3 kriteria jenis cacat, jenis-jenis cacat kopi giras tersebut diantaranya adalah Wadah Kemasan Rusak (WKR), Berat Tidak Sesuai (BTS), dan Bubuk Kopi Kasar (BKK), sebagai berikut:



Gambar 1. Jenis Kecacatan Kopi

Sedangkan cacat yang tercantum dari bulan Januari s/d bulan Desember pada tahun 2018 dapat diamati pada gambar 2 berikut:



Gambar 2. Prosentase kecacatan kopi

Pada gambar 2, presentase kecacatan yang mengalami kenaikan paling tinggi di CV. Graha Rejeki Indonesia Lamongan pada bulan juli dengan tingkat 10,1%, dengan jumlah produksi 2.778 pcs kopi yang cacat 243 pcs. Untuk mengatasi permasalahan yang terjadi di CV. Graha Rejeki Indonesia Lamongan, maka perlunya pengendalian dan meningkatkan kualitas untuk menekan dan memperbaiki produk cacat pada kopi tersebut.

2. METODOLOGI PENELITIAN

Penelitian ini menggunakan sumber data kuantitatif yang terkait dengan data lapangan dengan cara mewawancarai orang yang berkompeten pada bidangnya dan dokumentasi terhadap masalah yang dihadapi.

2.1. Tahap Pengolahan Data menggunakan Metode *Seven Tools*

Seven tools yakni *tools* yang bisa membantu dan dapat berguna untuk mengetahui permasalahan mutu, menata bahan dalam bentuk diagram supaya lebih mudah untuk dibaca dan dimengerti [3]. *Seven tools* terdiri dari tujuh *tools* untuk mengontrol mutu yang dipakai dengan cara mengetahui dan menganalisa permasalahan berkaitan dengan mutu yang sedang dilalui dan berupaya untuk bisa mengontrolnya. Dalam penelitian ini ada 7 step untuk tahap pengolahan data, yakni:

1. Alat diagram alir (*flow chart*) adalah alat dalam implementasi metode perbaikan kualitas yang berorientasi dan memetakan proses. *Flow* merupakan *management tools* yang digunakan untuk pemetaan alur atau tahapan dari alur akan di ketahui slot mana atau proses step mulai dari suatu kegiatan. *Flow chart* secara harfiah sering diterjemahkan sebagai diagram alir yang menunjukkan alir dari sebuah proses, mekanisme, dokumentasi.
2. Alat lembar pemeriksa (*Check Sheet*) adalah *tools* yang bisa mengetahui hasil mutu dengan nyata, yakni untuk lampiran pengamatan lapangan *check sheet* dengan mendapatkan hasil secara actual dan pertama untuk tahu kondisi yang ada lapangan. Dengan membuat alat lembar periksa yaitu bisa mendapatkan hasil yang akurat dan jeli supaya dilakukan tindakan lebih lanjut untuk dilakukannya perbaikan terhadap persoalan yang dihadapi.

3. Alat diagram batang (*Histogram*) adalah *tools* yang bisa diterapkan pada mutu untuk dilakukannya pengontrolan mutu dengan jumlah hasil yang didapat pada data/bahan. Histogram merupakan instrumen penting di dalam statistik yang juga *capable* digunakan untuk alat mutu.
4. Alat Diagram Sebar (*Scatter Diagram*), menentukan suatu keterkaitan dari aspek apa saja yang bisa menyebabkan terjadinya cacat secara kontinu tentang aspek lainnya. Aspek yang bisa menjadi semacam karakter mutu didalam suatu pekerjaan [4]. Untuk menghitungnya dikalikan dengan rumus untuk mencari nilai korelasi *scatter diagram*:

$$r_{xy} = \frac{N \sum xy - \sum x \sum y}{\sqrt{[N \sum (x^2) - (\sum x)^2][N \sum (y^2) - (\sum y)^2]}} \quad (1)$$

Keterangan:

- r_{xy} : Keterkaitan hubungan dengan X&Y
- $\sum xY$: Menjumlah perkalian X&Y
- $\sum x$: Menjumlah X
- $\sum x^2$: Menumlah dari kuadrat X
- $\sum y$: Menjumlah angka Y
- $\sum y^2$: Menjumlah dari kuadrat Y
- N : Banyaknya Data

5. Alat diagram pareto (*Pareto Diagram*), sebagai pengetahuan terjadinya asal mula permasalahan yang menjadi klu untuk dilakukannya kesesuaian masalah untuk dibandingkan hasil secara menyeluruh. Step pembuatan alat pareto, yaitu:
 - a. Melakukan analisa suatu permasalahan yang akan diambil untuk mengatahui asal mula sebab terjadinya masalah yang ingin diselesaikan.
 - b. Menganalisa hasil temuan aspek apa saja yang menyebabkann permasalahan pada saat observasi lapangan guna melakukan pengumpulan data.
 - c. Membuat gelombang tinggi disetiap pemicu yang akan menimbulkan permasalahan dalam bentuk nilai dan persentase.
 - d. Lalu membuat bentuk sumbu X&Y, akan tetapi memakai kuadran2, yaitu untuk lokasi Xpositif dan Ypositif
 - e. SumbuY dipakai untuk mengetahui sebab masalah, dan sumbuX dipakai untuk aspek apa saja yang menjadikan masalah itu timbul.
 - f. Menginterpretasikan bagian dari aspek masalah untuk memakai media batang.
 - g. Mengurutkan aspek masalah dari tingkat yang tertinggi terlebih dahulu kemudian sampai yang terendah.
 - h. Menggunakan belahan sisi kanan sumbuX supaya bisa menghitung persentasenya pas di posisi angka 100% disetiap masalah dengan media batang.

Berikut ini adalah rumus untuk mencari nilai dari diagram pareto

$$\text{perhitungan \% cacat} = \frac{\text{jenis cacat}}{\text{jumlah cacat}} \times 100\% \quad (2)$$

6. Alat peta kontrol (*control chart*), untuk melakukan cara agar dapat melihat apa ada data/bahan yang jangan sampai mengalami keluar garis yang sudah ditentukan sesuai dengan yang diinginkan. Pembuatan peta kontrol dipengaruhi oleh variasi data pengamatan, variasi bahan pengamatan ada 2 tipe, yaitu data fariabel dan atribut. Tiap-tiap variable data memiliki variable peta kontrolnya. Sedangkan komponen-komponen menyusun peta kontrol terdiri dari:

- a. Baris tepi tertinggi (UCL=*Upper Central Line*)
- b. Baris sedang (CL=*Central Line*)
- c. Baris tepi paling rendah (LCL=*Lower Central Line*)
- d. Sebaran angka yang diamati.

Memakai alat kontrol, untuk bisa menyimpulkan mengenai variable mana yang bisa tetap/konsisten atau vairibel yang tidak bisa diperkirakan sehingga keluar baris yang dipengauhi oleh sebab masalah yang kompleks. Berikut ini adalah rumus dari diagram Peta kontrol *P*:

- a. Membilang perentasi cacat/masalah

$$P = \frac{np}{n} \quad (3)$$

Keterangan:

np : ukuran kegagalan suatu bagian

n : ukuran lembar periksa dari suatu bagian ke-1,2,...

- b. Membilang baris CL, baris CL untuk mengetahui ukuran rata² cacat/masalah barang/layanan (*p*),

$$CL = P = \frac{\sum np}{\sum n} \quad (4)$$

Keterangan:

$\sum np$: jumlah total yang rusak

$\sum n$: jumlah total yang diperiksa

- c. Membilang baris tertinggi UCL, sebagai perhitungan baris tertinggi jika ada variabel yang mengalami keluar dibagian baris tertinggi UCL pada rumus:

$$UCL = p + 3 \frac{\sqrt{p-(1-p)}}{n} \quad (5)$$

- d. Membilang baris tertinggi LCL, sebagai perhitungan baris tertinggi jika ada fariabel yang mengalami keluar dibagian baris tertinggi LCL pada rumus:

$$LCL = p - 3 \frac{\sqrt{p-(1-p)}}{n} \quad (6)$$

Keterangan:

p:rata² cacat barang

n:jumlah barang

7. Alat diagram sebab akibat (*Causes Effect Diagram*) yaitu alat yang mampu menunjukkan sebuah gambar yang menghubungkan sebab terjadinya masalah dikarenakan adanya hal-hal terkait apek 4M 1L sehingga memerlukan analisa sampai yang terdalam untuk bisa ditemukan solusi [3]. Terdiri dari 4M dan 1L (Mesin, Manusia, Metode, Material dan Lingkungan) untuk mengetahui sebab akibat terjadinya cacat.

2.2. Tahap Usulan Perbaikan dengan *Root Cause Analysis*(RCA)

Membentuk analisa lalu mengkoreksi bagian yang terjadinya penyebab masalah dan apa sajakah hal yang mempengaruhi masalah tersebut dengan menggunakan alat RCA sebagai alat antisipasi agar tidak mengalami masalah, kenapa bisa terjadi, dengan jalan apa itu bisa terjadi [5].

2.3. Tahap Kesimpulan dan Saran

Memberikan rangkuman dan ringkasan dari hasil dan pembahasan kemudian dilakukan saran/kiat apa yang akan dilakukan oleh perusahaan.

3. HASIL DAN PEMBAHASAN

3.1 Rangkuman Bahan Cacat Kopi

Bahan diperoleh dengan tanya jawab secara langsung yang berkompeten dibidangnya untuk memperoleh bahan cacat pada kopi yang diberikan oleh pihak perusahaan.

Tabel 1. Produksi dan Jumlah Cacat Kopi

No.	Bulan	Jumlah Produksi	Jenis Kerusakan			Total Produk Cacat (pcs)
			WKR (pcs)	BTS (pcs)	BKK (pcs)	
1	Januari	2919	92	43	50	185
2	Februari	2695	107	34	40	181
3	Maret	2731	97	45	46	188
4	April	2484	117	39	34	190
5	Mei	2757	86	41	56	183
6	Juni	2275	130	56	44	230
7	Juli	2778	133	58	52	243
8	Agustus	2481	93	37	30	160
9	September	2350	102	44	56	202
10	Oktober	2910	98	41	56	195
11	November	2850	111	27	50	188
12	Desember	2375	86	41	48	175
Total		31605	1252	506	562	2320

Sumber : CV. Graha Rejeki Indonesia Lamongan 2018

3.2 Menguji bahan yang Sudah Dikumpulkan Agar Layak Digunakan

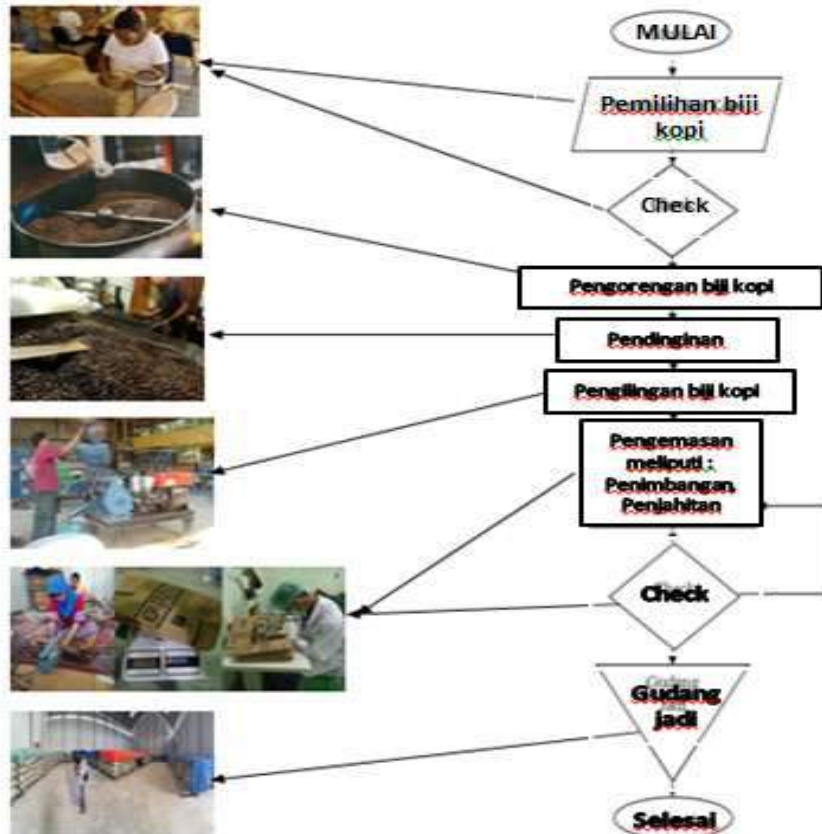
Menghitung bahan yang dikumpulkan agar layak digunakan maka diperlukan penghitungan 95%, untuk dipastikannay hasil pengumpulan data yang disajikan tersebut cukup obyektif dan angka kepercayaan lalu 5% angka ketelitiannya: Tingkat kepercayaan 95 % =2, tingkat ketelitian 5 % , = 0,05, sehingga angka k/s=2/0,05=40 Dicari N'?

$$\begin{aligned}
 N &= 12 \\
 \sum X_i &= 31605 \\
 \sum X_i^2 &= 8520561+7263025+7458361+6170256+7601049+5175625+717284+615536 \\
 &\quad 1 + 5522500 + 8468100 + 8122500 + 5640625 \\
 &= 83.815.247 \\
 (\sum X_i)_i^2 &= 31605 \times 31605 \\
 &= 998.876.025 \\
 N' &= \frac{k/s \sqrt{N \sum^2 X_i^2 - (\sum X_i^2)^2}}{\sum X_i} \\
 &= \frac{40 \sqrt{12 \times 83.815.247 - (99.876.025)}}{31605} \\
 &= \frac{312.457.080}{31605} = 11.06 \approx 11
 \end{aligned}$$

Uji kecukupan data tercantum, didapatkan dengan angka $N' < N$ maka layak dengan perhitungan hasilnya yakni $11 < 12$ berarti bahan sudah mencukupi dan layak untuk digunakan pengolahan selanjutnya di CV. Graha Rejeki Indonesia Lamongan telah mencukupi untuk diolah ke pengolahan data.

3.2.1. Flowchart

Untuk menunjukan atau memetakan alur dari proses produksi dari awal sampai produk jadi dan proses pembuatan kopi, dilihat pada gambar:



Gambar 3. Flowchart Proses Produksi kopi

3.2.2. Check Sheet

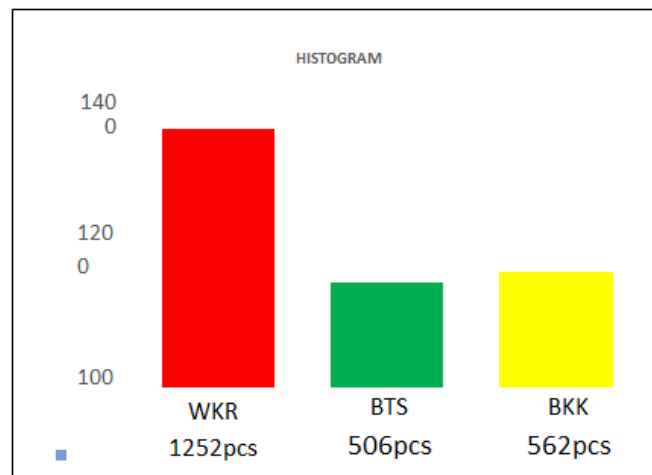
Diperoleh data hasil produksi pembuatan kopi dan data cacat untuk produk kopi yang dihasilkan oleh *check sheet* atau lembar pengamatan yang didapatkan hasil yakni:

Tabel 2. *Check Sheet* Cacat Kopi

No.	Bulan	Jumlah Produksi (pcs)	Jenis Kerusakan			Total Produk Cacat (pcs)	Presentase Kecacatan
			WKR (pcs)	BTS (pcs)	BKK (pcs)		
1	Januari	2919	92	43	50	185	6,3%
2	Februari	2695	107	34	40	181	6,7%
3	Maret	2731	97	45	46	188	6,9%
4	April	2484	117	39	34	190	7,6%
5	Mei	2757	86	41	56	183	6,6%
6	Juni	2275	130	56	44	230	10,1%
7	Juli	2778	133	58	52	243	8,7%
8	Agustus	2481	93	37	30	160	6,4%
9	September	2350	102	44	56	202	8,6%
10	Oktober	2910	98	41	56	195	6,7%
11	November	2850	111	27	50	188	6,6%
12	Desember	2375	86	41	48	175	7,4%
Total		31605	1252	506	562	2320	68,1%
Rata-rata/unit			106,3	44,1	45,3		7,6%

3.2.3. *Histogram*

Data diperoleh dari tabel *check sheet* yang terdapat tiga jenis kriteria kecacatan yang akan didistribusikan datanya. Untuk lebih jelasnya hasil dari distribusi 3 jenis kriteria kecacatan tersebut bisa dilihat pada gambar 4 berikut:



Gambar 4. Histogram Cacat Kopi

Variabel cacat yang sering kali terjadi yaitu WKR mendapatkan angka sebesar 1252pcs, BTS mendapatkan angka 506pcs, dan BKK 562pcs.

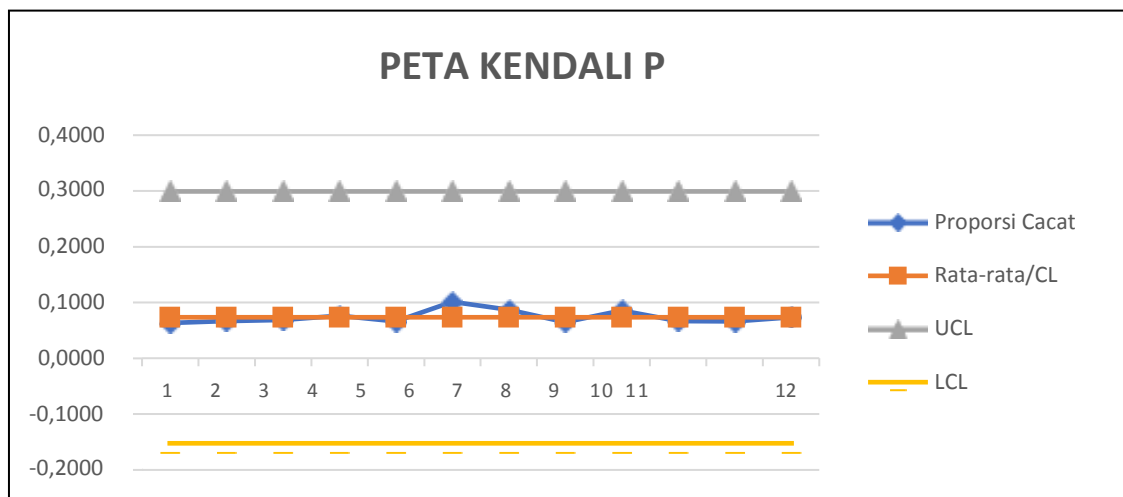
3.2.4. Peta Kontrol P

Dengan mengamati pengontrolan mutu yang akan dikerjakan pada perusahaan apakah telah terkontrol apa belum, dengan alat kontrol ini bisa mengamati variabel yang yang melampaui ULC&LCL yakni:

Tabel 3. Peta Kontrol P

No.	Bulan	Jumlah Produksi (pcs)	Data cacat	Proporsi Cacat	Rata-rata/CL	UCL	LCL
1	Januari	2919	185	0,0634	0,0734	0,2993	-0,1525
2	Februari	2695	181	0,0672	0,0734	0,2993	-0,1525
3	Maret	2731	188	0,0688	0,0734	0,2993	-0,1525
4	April	2484	190	0,0765	0,0734	0,2993	-0,1525
5	Mei	2757	183	0,0664	0,0734	0,2993	-0,1525
6	Juni	2275	230	0,1011	0,0734	0,2993	-0,1525
7	Juli	2778	243	0,0875	0,0734	0,2993	-0,1525
8	Agustus	2481	160	0,0645	0,0734	0,2993	-0,1525
9	September	2350	202	0,0860	0,0734	0,2993	-0,1525
10	Oktober	2910	195	0,0670	0,0734	0,2993	-0,1525
11	November	2850	188	0,0660	0,0734	0,2993	-0,1525
12	Desember	2375	175	0,0737	0,0734	0,2993	-0,1525
Total		31605	2320				

Langkah berikutnya dapat dibuat peta kontrol dengan dasar tabel 3 yakni bisa diamati sebagai berikut:

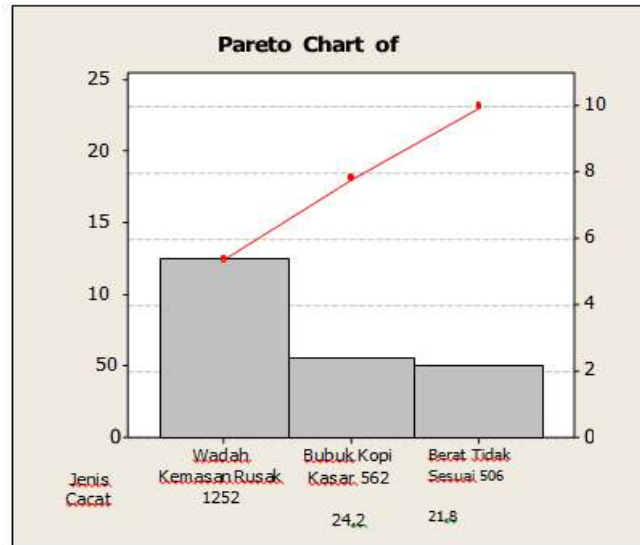


Gambar 5. Peta kendali P Cacat Kopi

Keterangan : - p : 0.073, -UCL : 0.299, LCL : -0.152, pada gambar diatas untuk proporsi cacat pada produk kopi tidak ada yang melewati garis yang sudah di tentukan yakni UCL dan LCL, tapi perlu diketahui pada bulan juni ke 6 mengalami cacat yang tinggi pada produk kopi.

3.2.5. Diagram Pareto

Hasil perhitungan presentase cacat (%) dan presentase (%) komulatif dengan software minitab diatas maka mendapatkan disusun sebuah diagram *pareto* seperti terlihat pada gambar 6 berikut:



Gambar 6. Diagram Pareto kopi

Bisa diamati aspek cacat yang paling dominan yakni cacat WKR sebanyak 1252 pcs dengan prosentase 54,0 %, diikuti oleh cacat BKK sebanyak 562 pcs dengan prosentase 24,2 %, dan cacat BTS 506 pcs dengan presentase 21,8 %.

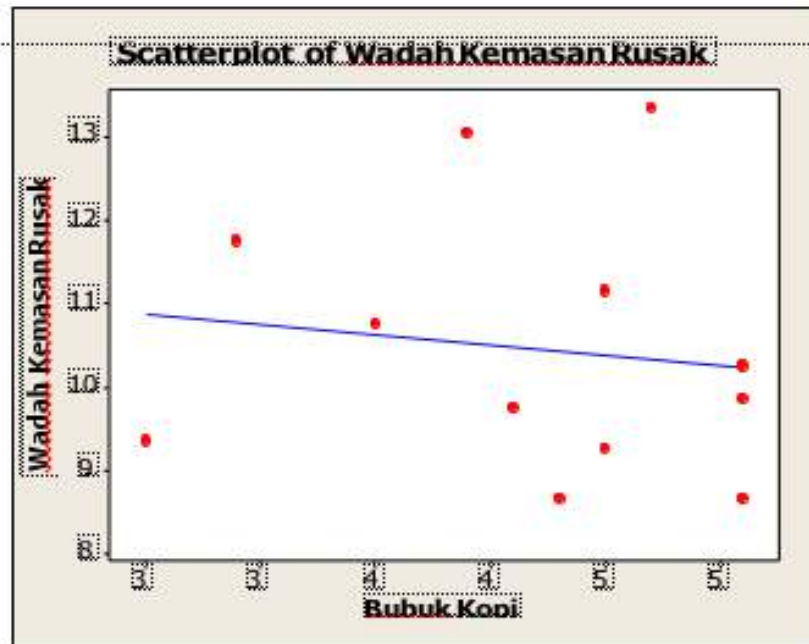
3.2.6. Scater Diagram

Untuk menentukan hubungan dari kecacatan apakah saling mempengaruhi cacat yang terjadi maka perlu dibandingkan 2 kriteria cacat yakni jenis cacat “Wadah Kemasan Rusak” dan cacat “Bubuk Kopi Kasar”, sehingga Wadah Kemasan Rusak adalah variabel X dan Bubuk Kopi Kasar adalah variabel Y, yakni pada tabel 4:

Tabel 4. Perhitungan Korelasi Diagram Scater

No.	Bulan	WKR (X)	BKK (Y)	XY	X ²	Y ²
1	Januari	92	50	4600	8464	2500
2	Februari	107	40	4280	11449	1600
3	Maret	97	46	4462	9409	2116
4	April	117	34	3978	13689	1156
5	Mei	86	56	4816	7396	3136
6	Juni	130	44	5720	16900	1936
7	Juli	133	52	6916	17689	2704
8	Agustus	93	30	2790	8649	900
9	September	102	56	5712	10404	3136
10	oktober	98	56	5488	9604	3136
11	November	111	50	5550	12321	2500
12	Desember	86	48	4128	7396	2304
Total		1252	562	58440	133370	27124

Data perhitungan diatas maka dapat disusun sebuah *diagram Scater* dengan menggunakan *software minitab* seperti terlihat pada gambar berikut:

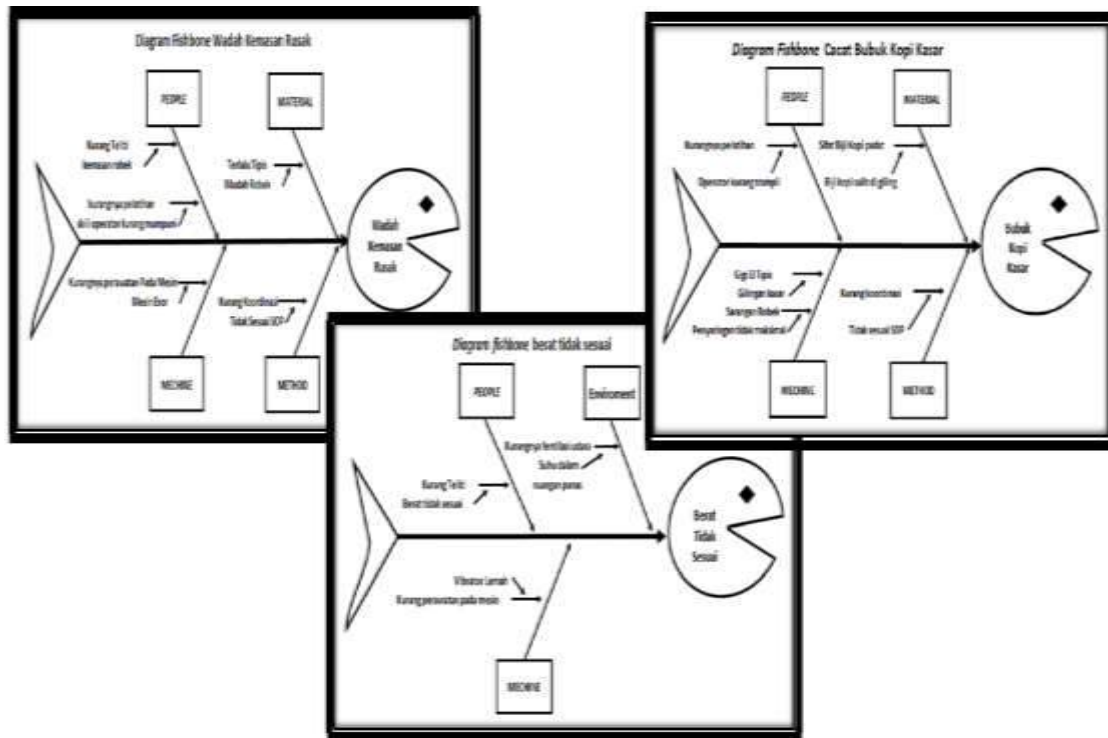


Gambar 7. Scater Diagram Kopi

Menunjukkan perbandingan kedua faktor cacat tersebut memiliki hubungan negatif dikarenakan nilai dari tebaran data tersebut tidak saling berdekatan dan juga nilai dari hasil perhitungan menunjukan bahwa $r > 0$, artinya adalah kedua variabel tersebut memiliki hubungan yang negatif atau tidak terlalu kuat.

3.2.7. Fishbone Diagram

Memahami aspek yang menyebabkan cacat pada bahan kopi untuk bisa dilakukan evaluasi langkah perbaikan secara berkala, ada 3 jenis kecacatan pada produk kopi pada gambar berikut :



Gambar 8. Fishbone Diagram Kopi

Fishbone diagram diatas dapat diketahui tentang penyebab dan akibat terjadinya cacat wadah kemasan rusak adalah sebagai berikut :

- Manusia, kurang teliti saat bekerja serta kurangnya pelatihan dari karyawan CV. Graha Rejeki Indonesia Lamongan terutama karyawan di bagian proses *finishing* sehingga mengakibatkan terjadinya cacat wadah kemasan rusak.
- Metode, kurangnya koordinasi dari pihak manajemen dengan karyawan CV. Graha Rejeki Indonesia sehingga menyebabkan tidak sesuai operasional prosedur yang di tentukan oleh perusahaan.
- Bahan Baku, wadah kemasan kopi giras yang tipis sehingga menyebabkan wadah kemasan tersebut mudah rusak .
- Mesin, faktor lain yang juga menyebabkan wadah kemasan rusak adalah faktor mesin, dimana kurangnya perawatan pada mesin sehingga pengaturan sering berubah dengan sendirinya dikarenakan proses produksi yang terlalu banyak.

3.3. Perbaikan dengan *Root Cause Analysis* (RCA)

Analisis perbaikan dilakukan pada *key performance indicator* yang masuk kategori cacat yang paling tinggi yakni wadah kemasan yang rusak karena dapat menyebabkan kecacatan pada produk kopi giras di CV. Graha Rejeki Indonesia Lamongan, dan dapat dilihat dari hasil *diagram fishbone* ada empat faktor yang mempengaruhi wadah kemasan rusak yakni manusia, mesin, metode, dan bahan baku.

Tabel 5. Root Cause Analysis (RCA) Kopi

Faktor	Permasalahan	Key Performance Indicator	Rekomendasi Perbaikan
Material (Bahan Baku)	Kemasan terlalu tipis	Perlunya pergantian untuk wadah kemasan kopi	Menganti wadah kemasan kopi dengan bahan yang lebih tebal agar tidak mudah robek
Man (Manusia)	Kurang teliti saat bekerja	Peningkatan pengawasan kepada karyawan saat bekerja	Memberikan <i>briefing</i> dan pengawasan kepada karyawan saat melakukan pekerjaan yang dilakukan oleh kepala produksi/supervisor agar operator lebih teliti saat bekerja
	Skill kurang mumpuni	Peningkatan pelatihan pada operator penjahitan	Memberikan Pelatihan kepada operator penjahitan agar lebih trampil dalam mengoperasikan mesin
Mechine (Mesin)	Mesin sering error	Peningkatan perawatan pada mesin penjahitan	Memberikan perawatan pada mesin penjahitan wadah kemasan kopi secara bertahap

Root cause analysis diatas perlunya pelatihan kepada operator agar operator lebih trampil saat bekerja, untuk berat tidak sesuai perlunya peningkatan pengawasan pada operator agar operator lebih teliti saat bekerja. Untuk bubuk kopi kasar perlunya pergantian pada mesin yang sudah tidak layak dipakai serta bekerja sesuai SOP yang telah ditentukan oleh perusahaan.

4. KESIMPULAN

Penyebab terjadinya kecacatan pada produk kopi di Perusahaan dengan menggunakan metode *seven tools* dengan alat *fishbone* diagram dipengaruhi oleh beberapa faktor yaitu manusia, lingkungan, mesin, metode, dan bahan baku, dan dilihat dari diagram *pareto* menunjukkan jenis kecacatan paling tinggi adalah wadah kemasan rusak dengan *prosentase* cacat sebesar 54,0 %, yang kedua bubuk kopi kasar dengan *prosentase* 24,2 %, dan cacat yang terendah yaitu berat tidak sesuai dengan *prosentase* sebesar 21,8 %, peningkatan kualitas produk kopi menggunakan metode *root cause analysis (RCA)* untuk cacat paling tinggi yakni wadah kemasan rusak diketahui indikator kinerja utamanya untuk memperbaiki tingkat kecacatan kopi giras yaitu dengan memberikan pelatihan, pengawasan, perawatan mesin, dan metode kerja serta memberikan *Briefing* secara berkala dan teguran atau sanksi pada operator yang melanggar SOP di CV. Graha Rejeki Indonesia Lamongan.

5. SARAN

Dilihat penyebab kecacatan kopi dengan menggunakan alat *fishbone diagram* dan untuk melakukan prioritas perbaikan pada cacat yang tertinggi yakni wadah kemasan rusak dengan menggunakan alat *diagram pareto*, melakukan peningkatan kualitas produk kopi giras dengan menggunakan metode *root cause analysis (RCA)* agar bisa diketahui indikator kinerja utamanya untuk melakukan perbaikan pada produk kopi giras tersebut.

DAFTAR PUSTAKA

- [1] Gaspers, V. (2002). *Metode Analisis untuk Peningkatan Kualitas*, Jakarta: Gramedia.
- [2] Wignjosoebroto, S. (2003). *Pengantar teknik dan manajemen industri*. Surabaya: Guna Widya.
- [3] Tannady, H. (2015). *Pengendalian Kualitas*. Yogyakarta: Graha Ilmu.

- [4] Wignjosoebroto, S. (2006, July). Aplikasi Ergonomi dalam Peningkatan Produktivitas dan Kualitas Kerja di Industri. In *Keynote Seminar Nasional Ergonomi & K3-“Peranan Ergonomi dan K3 untuk Meningkatkan Produktivitas dan Kualitas Kerja” yang diselenggarakan oleh Perhimpunan Ergonomi Indonesia dan Laboratorium Ergonomi & Perancangan Sistem Kerja Jurusan Teknik Industri FTI-ITS, tanggal* (Vol. 29).
- [5] Jucan, G. (2005). Root cause analysis for IT incidents investigation. *Toronto, Ontario*.
- [6] Ahyari, A. (1983). *Pengendalian produksi*. BPFE.
- [7] Assauri, S. (1998). Manajemen operasi dan produksi. *Jakarta: LP FE UI, 210*.
- [8] Gryna, F. M., & Juran, J. M. (2001). *Quality planning and analysis: from product development through use* (pp. 120-138). New York: McGraw-Hill.
- [9] Prawirosentono, S. (2002). Manajemen mutu terpadu. *Bumi Askara. Jakarta*.

Analisis Perawatan Mesin Cetak Offset Heidelberg dengan Metode *Total Productive Maintenance*

Yusnia Sinambela*¹

¹Program Studi Teknik Grafika, Politeknik Negeri Media Kreatif
E-mail: *¹belasinambela@gmail.com

Abstrak

PT X merupakan perusahaan bidang percetakan, tingginya order membuat perusahaan harus memelihara mesin produksi agar permintaan konsumen dapat dikirim sesuai dengan waktu yang ditentukan. Perusahaan ini tidak terlepas dari masalah efektivitas mesin cetak, karena mesin ini merupakan mesin utama perusahaan dan tidak tepatnya penanganan dan pemeliharaan mesin akan mengakibatkan kerugian. Oleh karena itu diperlukan langkah-langkah efektif dan efisien dalam pemeliharaan mesin untuk menanggulangi dan mencegah masalah tersebut. Penelitian ini membahas *performance maintenance* dengan memperhitungkan nilai *Mean Time Between Failure* (MTBF), *Mean Time To Repair* (MTTR), serta *Availability* mesin, dengan menggunakan data dari bulan Mei 2019 sampai April 2020 untuk mengetahui informasi keadaan aktual tentang sistem perawatannya, apakah baik atau buruk. Berdasarkan hasil pengolahan data MTBF diperoleh maka disimpulkan keandalan (*reliability*) pada mesin belum stabil, grafik MTTR stabil artinya kemampuan (*skill*) operator *maintenance* baik dan *availability* mesin perlu ditingkatkan.

Kata kunci – *Total Productive Maintenance, MTBF, Mean Time To Repair, Availability*

Abstract

PT. X is a company that is engaged in printing, the high order requires the company to maintain production machines so that consumer orders can be sent according to the specified time. This company is inseparable from the problem of the effectiveness of the printing machine, because this machine is the company's main machine and improper handling and maintenance of the machine will result in losses. Therefore we need effective and efficient steps in machine maintenance to overcome and prevent these problems. This study discusses maintenance performance by taking into account the value of Mean Time Between Failure (MTBF), Mean Time To Repair (MTTR), and machine availability, using data from May 2019 to April 2020 to find out information about the actual state of the maintenance system, whether good or bad. Based on the results of MTBF data processing, it is concluded that the reliability of the machine is not stable, the MTTR graph is stable, which means that the ability (skill) of the maintenance operator is good and the machine availability needs to be improved.

Keyword – *Total Productive Maintenance, Mean Time Between Failure, Mean Time To Repair, Availability*

1. PENDAHULUAN

Industri manufaktur semakin tahun mengalami perkembangan yang terus menerus, yang mengakibatkan persaingan setiap perusahaan semakin ketat. Perusahaan dituntut terus berupaya melakukan usaha perbaikan baik dari segi mesin/peralatan dengan meningkatkan efektivitas mesin yang ada seoptimal mungkin. Mesin dan peralatan harus dalam kondisi yang baik agar dapat bekerja secara optimal. Perusahaan berupaya menjaga kondisi mesin agar tidak terjadi gangguan dan kerusakan yang dapat mengakibatkan proses produksi terhenti. Perusahaan melakukan upaya pencegahan dengan melakukan perawatan berkala, sehingga hasilnya dapat meningkatkan efektivitas mesin dan kerusakan pada mesin dapat dihindari [1].

PT. X adalah suatu perusahaan yang bergerak dibidang percetakan. Pada saat melakukan proses produksi, mesin cetak merupakan mesin utama pada perusahaan ini. Apabila terjadi kerusakan pada mesin cetak, maka produksi tidak berjalan dengan normal. Berdasarkan pengamatan dan diskusi dengan bagian produksi, perusahaan beberapa tahun terakhir mengalami masalah produktivitas dan efisiensi mesin/peralatan diakibatkan oleh beberapa faktor seperti tingginya *breakdown*, jumlah produksi kurang maksimal yang mengakibatkan nilai keefektifan total mesin ini tidak menunjukkan indikasi mesin berkapasitas tinggi yang baik. Upaya yang dilakukan dalam mengatasi probelama tersebut maka diperlukan tahapan dan langkah yang tepat dalam melaksanakan *maintenance*. Metode yang digunakan salah satunya dengan menerapkan metode *Total Productive Maintenance* (TPM)[2].

Total Productive Maintenance merupakan suatu metode pendekatan yang inovatif dalam sistem perawatan mesin dan peralatan dengan mengoptimalkan efektifitas mesin tersebut. Terdapat dua belas langkah yang perlu dipahami dan dilalui perusahaan, langkah-langkah tersebut terbagi ke dalam 3 tahap, yaitu: *Preparation Phase*, *The Application stage*, *Stabilization Stage* [3].

2. METODE PENELITIAN

Metode yang digunakan dalam penelitian ini adalah penelitian kuantitatif, metode penelitian kuantitatif adalah teknik yang digunakan untuk menyelesaikan masalah penelitian yang berkaitan dengan data berupa angka [4]. Data yang digunakan dalam penelitian ini merupakan data yang berkaitan dengan mesin dan sistem perawatan mesin yang ada di mesin. Data yang diambil adalah data mesin bulan Mei 2019 –April 2020, yaitu data *breakdown time*, *operation time*, *frekwensi break down* untuk menghitung nilai *MTBF*, *MTTR*, dan *Availability*

2.1. Pengumpulan Data

Pengumpulan data diperoleh dari hasil wawancara pembimbing lapangan khususnya yang memahami tentang mesin cetak dan hal-hal yang menyebabkan *delay* pada mesin. Data yang dikumpul dipilah menjadi dua jenis yaitu :

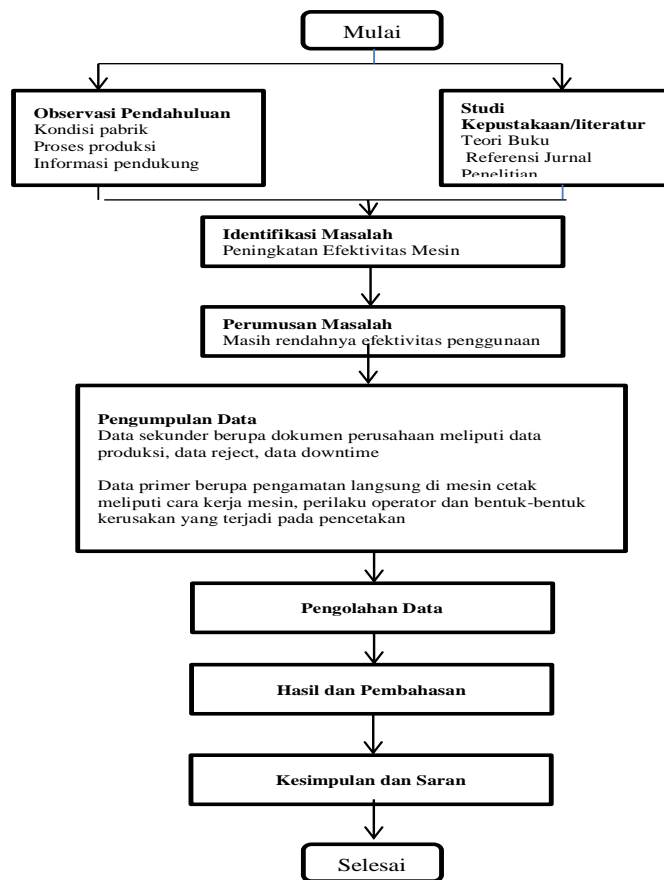
- a. Data primer berupa pengamatan langsung di mesin cetak offset yaitu dengan mengamati cara kerja mesin cetak, perilaku operator dan bentuk-bentuk kerusakan yang terjadi pada proses percetakan.
- b. Data sekunder berupa dokumen perusahaan meliputi data produksi, data jam kerja mesin, *delay* mesin, data *downtime* dan jumlah cacat produk.

2.2. Pengolahan Data

Pengolahan data dilakukan dengan menggunakan perhitungan nilai *availability rate* dan nilai *performance rate*. Melakukan perhitungan nilai *availability rate* dengan tujuan mengetahui tingkat kesediaan mesin beroperasi atau tingkat pemanfaatan peralatan produksi . Nilai ini diperoleh dari data waktu operasi dan data waktu *loading* [5]. Kemudian melakukan perhitungan nilai *performance*. Nilai *performance* adalah menghitung nilai dari *Reability*, *Maintainability*.

2.3. Teknik Analisis Data

Teknik analisis yang digunakan dalam menganalisis permasalahan perusahaan adalah dengan menggunakan metode *Total Productive Maintenance*. *Total Productive Maintenance* digunakan salah satunya dengan cara menghitung dari *performance maintenance*. *Performance* terdiri dari 3 bagian, yaitu *Reliability*, *Maintainability*, dan *Availability*. Gambar 1 berikut merupakan *flowchat* langkah-langkah dalam penelitian.



Gambar 1. Flowchart Penelitian

3. HASIL DAN PEMBAHASAN

Berdasarkan hasil wawancara dan pengamatan hasil data kerusakan mesin *cetak offset* periode tahun Mei 2019-April 2020 dan data yang kumpulkan adalah data operation time, failure time dan Repair. Berikut data kerusakan mesin dapat dilihat pada Tabel 1 dibawah ini.

Tabel 1. Data *Failure* Mesin

Bulan	Operation (Jam)	Failure (Jam)	Repair (Jam)
Mei	500	34	39
Juni	540	33	30
Juli	600	29	20
Agustus	612	30	20
September	530	20	25
Oktober	500	32	40
November	580	20	20
Desember	540	28	30
Januari	553	26	28
Februari	548	23	26
Maret	612	28	30
April	560	20	24

Berdasarkan Tabel 1 diatas, maka dihitung Performance Mesin tersebut. *Performance* terdiri dari 3 bagian yaitu *Reability*, *Maintainability* dan *Availability*. [6] *Reability* merupakan kemampuan dimana peralatan dapat beroperasi di bawah keadaan normal dengan baik. Pengukuran dari *Reability* adalah *Mean Time Between Failure (MTBF)*. Perhitungan *Performance* dengan menggunakan formula berikut.

$$MTBF = \frac{\text{Operation Time} - \text{Repair Time}}{\text{Failure Frequency}} \quad (1)$$

Maintainability merupakan suatu usaha dan biaya untuk melakukan suatu perawatan. Pengukuran dari *Maintainability* adalah *Mean Time to Repair (MTTR)*[7]. Perhitungan *Maintainability* dengan menggunakan formula berikut

$$MTTR = \frac{\text{Repair Time}}{\text{Failure Frequency}} \quad (2)$$

Availability adalah proporsi dari waktu peralatan/mesin yang sebenarnya tersedia untuk melakukan suatu pekerjaan, defenisi lain adalah pembagian dari MTBF dengan penjumlahan MTBF dan MTTR [8]. Perhitungan *Availability* dengan menggunakan formula berikut.

$$\text{Availability} = \frac{MTBF}{MTBF+MTTR} \times 100\% \quad (3)$$

Berikut perhitungan *Performance* pada Bulan Mei 2019

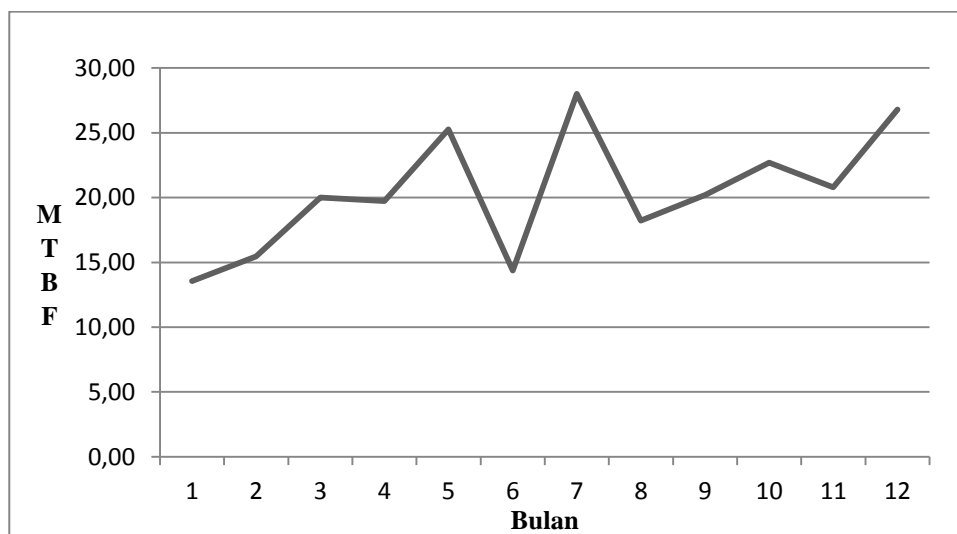
$$\begin{aligned} MTBF &= \frac{500-39}{34} = 13,55 \text{ Jam} \\ MTTR &= \frac{39}{34} = 1,14 \text{ Jam} \\ \text{Availability} &= \frac{13.55}{13.55+1.14} \times 100\% = 92.23 \% \end{aligned}$$

Rekapitulasi perhitungan *Performance* selama setahun dapat dilihat pada Tabel 2 berikut:

Tabel 2. Rekapitulasi perhitungan *Performance* selama setahun

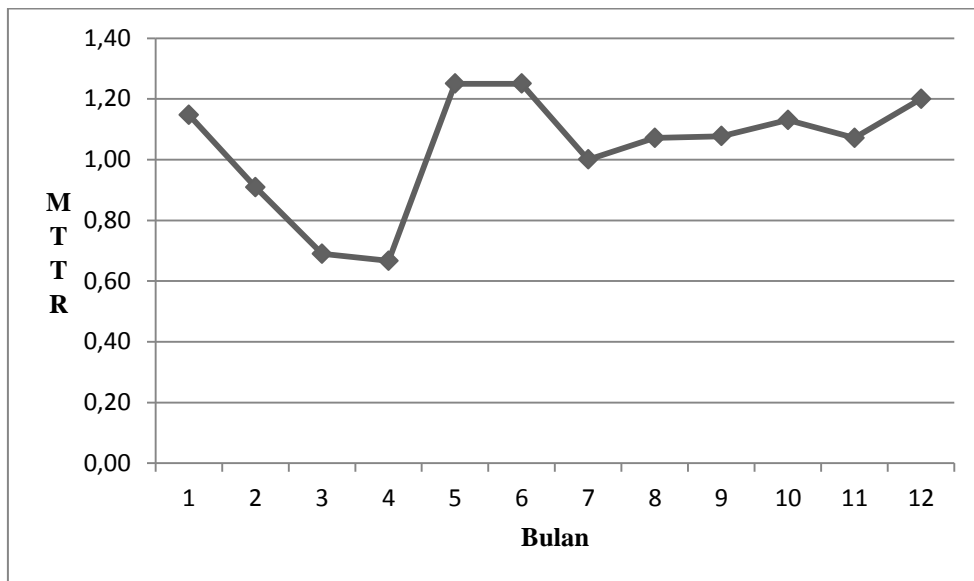
No	Bulan	Operation (Jam)	Failure (Jam)	Repair (Jam)	MTBF	MTTR	Availability
1	Mei	500	34	39	13.56	1.15	92.20
2	Juni	540	33	30	15.45	0.91	94.44
3	Juli	600	29	20	20.00	0.69	96.67
4	Agustus	612	30	20	19.73	0.67	96.73
5	September	530	20	25	25.25	1.25	95.28
6	Oktober	500	32	40	14.38	1.25	92.00
7	November	580	20	20	28.00	1.00	96.55
8	Desember	540	28	30	18.21	1.07	94.44
9	Januari	553	26	28	20.19	1.08	94.94
10	Februari	548	23	26	22.70	1.13	95.26
11	Maret	612	28	30	20.79	1.07	95.10
12	April	560	20	24	26.80	1.20	95.71

Berdasarkan Tabel 2 maka dapat dilihat kondisi dan keadaan mesin selama setahun. Kerusakan yang terjadi pada mesin cetak di bulan mei, yaitu frekwensi kerusakan dengan *break down time* sebanyak 39 jam. Terjadi 34 kali kerusakan, yang sering terjadi adalah pada saat memasukkan kertas yaitu transportasi kertas tidak lancar, kertas jalannya miring dan kertas tidak bisa masuk ke unit berikutnya. Dari Gambar Grafik 1 dibawah, berdasarkan hasil perhitungan waktu MTBF dapat disimpulkan bahwa dari bulan agustus sampai september 2020 MTBF mengalami posisi penurunan drastis pada bulan november dan Desember dapat dikatakan bahwa keandalan (*reliability*) pada mesin belum stabil. MTBF merupakan waktu rata-rata antara *break down* dengan *break down* berikutnya, selain itu MTBF dapat didefinisikan sebagai indikator keandalan (*Reliability*) sebuah mesin. [8]



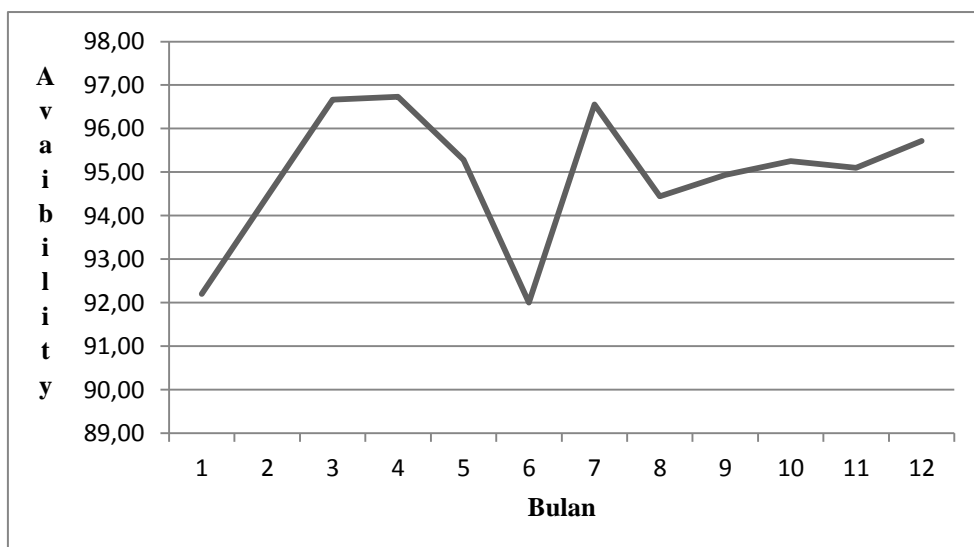
Gambar 2. Grafik Mean Time Between Failure

Mean Time to Repair (MTTR) merupakan waktu rata-rata antara yang digunakan untuk memperbaiki suatu kerusakan mesin dan dapat juga dikatakan sebagai indikator kemampuan (*skill*) dari operator *maintenance* mesin dalam menangani atau mengatasi setiap masalah *break down*. Berdasarkan gambar 3 di bawah kita dapat melihat bahwa selama setahun MTTR stabil sehingga dapat disimpulkan bahwa selama periode mei sampai april 2020 kemampuan (*skill*) operator *maintenance* baik.



Gambar 3. Grafik Mean Time to Repair

Berdasarkan Gambar 4 dibawah dapat dilihat perkembangan dari nilai *Availability*. *Availability* bertujuan untuk melihat kondisi mesin *stop* ditinjau dari aspek *break down* saja. Dari hasil perhitungan periode bulan agustus sampai juni mengalami penurunan *availability* sehingga pada periode ini keandalan mesin kurang baik. Sedangkan pada periode bulan november sampai desember mengalami peningkatan *availability* sehingga pada periode ini keandalan mesin sangat baik, dengan demikian dapat meningkatkan produktivitas tanpa adanya gangguan *break down* mesin



Gambar 4. Grafik Availability

Beberapa hal Penyebab kerusakan Mesin adalah dibagi menjadi 4 indikator, yaitu

- a. Indikator Mesin
Masalahnya adalah Register hasil cetak berubah. Penyebabnya adalah *Clamp plate* kendor saat mesin sedang proses produksi. Solusi Perbaikan adalah Penggantian *clamp plate*. Masalah lainnya adalah hasil cetak kotor karena Roll air dan roll tinta sudah aus. Solusi perbaikannya adalah dengan menggantikan roll yang baru dan *recover roll* yang lama.
- b. Indikator Material
Masalahnya adalah Roll tinta dan roll air mudah aus, disebabkan kualitas bahan roll kurang bagus dan pemilihan vendor untuk *recover roll* yang kurang tepat. Solusi perbaikan adalah menentukan vendor untuk *recover roll* yang tepat, yang memiliki reputasi yang bagus
- c. Indikator Metode
Clamp plate dan roll tinta/roll air kondisi tidak standard disebabkan pengecekan terhadap *clamp plate* dan roll tinta/roll air tidak berjalan konsisten oleh sebab itu Pembuatan jadwal *preventive maintenance* terhadap *clamp plate* dan roll tinta/roll air, dan harus konsisten dilaksanakan
- d. Indikator Manusia
Operator sering melakukan *setting register* dan *setting roll* register berubah dan cetakan menjadi kotor saat proses cetak berlangsung maka perlu dilakukan setting ulang kondisi *clamp plate* dan juga setting roll supaya kondisinya menjadi standar

Usulan dalam upaya merancang penerapan *Total Productive Maintenance* (TPM) dapat dikembangkan berdasarkan dua belas langkah- langkah penerapan TPM dari persiapan hingga stabilisasi. Penerapan TPM sebagai sistem baru bukanlah suatu hal yang bisa dilakukan dalam waktu yang singkat, tetapi memerlukan waktu yang cukup untuk persiapannya maupun untuk memulai serta melaksanakan program-programnya. [9]

Berdasarkan pengalaman beberapa perusahaan industri di Jepang yang telah berhasil menerapkan TPM. Ada dua belas langkah penerapan *Total Productive Maintenance* adalah sebagai berikut:

1. Pemberitahuan keputusan *Top Management* untuk melakukan implementasi TPM
Para *Top Management* Perusahaan X dalam menerapkan *Total Productive Maintenance* terlebih dahulu melakukan analisa dan keputusan agar penerapan TPM dapat dilaksanakan selama proses produksi.
2. Penyelenggaraan pelatihan atau pendidikan serta kampanye mengenai TPM.
Keputusan bersama dalam penerapan TPM, maka perusahaan harus bersedia mempersiapkan tim untuk mengikuti pelatihan, diharapkan tim memiliki pengetahuan yang dalam dan sebagai mentor bagi operator.
3. Membuat organisasi/divisi untuk mempromosikan TPM.
PT.X membuat dan merancang devisi khusus untuk mempersiapkan pelaksanaan *total productive maintenance*.
4. Penentuan kebijakan dasar dan target dari TPM.
Dalam menentukan kebijakan, para manager perusahaan menentukan kebijakan dan target dari pelaksanaan metode TPM dalam perawatan mesin. Lakukan analisa terhadap kondisi perusaah saat ini.
5. Penyusunan *Master Plan* untuk pengembangan TPM
Pada tahapan ini dalam menyusun master plan, perlu dilakukan pengidentifikasian sumber daya yang dibutuhkan, pelaksanaan pelatihan, latihan perbaikan terhadap mesin, dan menyusun sistem manajemen.

6. Meresmikan penerapan TPM.
Pelaksanaan TPM dimulai pada tahapan ini.
7. Dilakukannya kegiatan "*Improvement*" keefektifan dari masing-masing peralatan
Tim melakukan analisa setiap mesin dan melakukan perbaikan
8. Penerapan dan pengembangan program "*Autonomous Maintenance*"
Melakukan inspeksi rutin oleh operator
9. Pengembangan program *Preventive Maintenance* untuk divisi *maintenance*
Pada tahapan ini dibuat jadwal dalam perawatan untuk mencegah kerusakan pada mesin
10. Menyelenggarakan pelatihan untuk memperbaiki *skill* dari operator dan teknisi.
Perlu dilakukan pelatihan secara berkala dan bergantian dan bagian perawatan dapat menjadi narasumber dan pengajar yang memberik pelatihan dan informasi tentang perawatan mesin kepada operator/tim.
11. Mengembangkan tahap awal dari manajemen program tentang peralatan.
Pada langkah ini top manajemen membuat prinsip-prinsip perawatan pada proses perancangan mesin
12. Menerapkan TPM secara menyeluruh dan evaluasi.
Organisasi harus mengembangkan pola pikir *continuous improvement*.

4. KESIMPULAN

Dari hasil penelitian di PT. X ini dapat disimpulkan bahwa:

1. MTBF dapat dilihat bahwa dari bulan agustus sampai september 2020 MTBF mengalami posisi penurunan drastis pada bulan november dan Desember dapat dikatakan bahwa keandalan (*reliability*) pada mesin belum stabil
2. MTTR stabil sehingga dapat disimpulkan bahwa selama periode mei sampai april 2020 kemampuan (*skill*) operator *maintenance* baik
3. *Availability* mesin perlu ditingkatkan terus, karena meningkatnya produktivitas karena nilai *availability* yang lebih tinggi.
4. Penyebab kerusakan Mesin adalah Kegiatan *preventive maintenance* belum rutin dilaksanakan, usia pakai tinggi, kualitas roll kurang bagus, pengecekan yang tidak berjalan konsisten, roll sudah aus

5. SARAN

Adapun saran yang dapat penulis berikan setelah melakukan penelitian ini adalah sebagai berikut:

1. Perusahaan memperhatikan perawatan mesin dengan baik seperti mesin harus dioperasikan oleh operator yang handal, memperhatikan kebersihan mesin dan memeriksa sambungan listrik.
2. Pemberian training dan pengarahan kepada operator dan karyawan bertujuan agar dapat memelihara, mengoperasikan, serta melakukan perbaikan terhadap mesin-mesin secara benar dan baik
3. Perusahaan memperhatikan *Set-up* mesin, *set up* yang tidak benar dapat mempengaruhi efektifitas mesin dalam produksi karena mesin berhenti beroperasi.
4. Melaksanakan dua belas langkah penerapan TPM.

DAFTAR PUSTAKA

- [1] D. F. Rahmadhani, H. Taroepratjeka, and L. Fitria, "Usulan Peningkatan Efektivitas Mesin Cetak Manual Menggunakan Metode Overall Equipment Effectiveness (OEE) (Studi Kasus Di Perusahaan Kerupuk TTN)," *J. Online Inst. Teknol. Nas.*, vol. 2, no. 4, pp. 156–165, 2014.
- [2] Herwindo, A. Rahman, and R. Yuniarti, "Pengukuran Overall Equipment Effectiveness (OEE) Sebagai Upaya Meningkatkan Nilai Efektivitas Mesin Carding (Studi Kasus : PT. XYZ)," *Rekayasa Manaj. Sist. Ind.*, vol. 2, no. 5, pp. 919–928, 2013.
- [3] N. C. Dewi and D. I. Rinawati, "Analisis Penerapan Total Productive Maintenance (Tpm) dengan Perhitungan Overall Equipment Effectiveness (Oee) dan Six Big Losses Mesin Cavitec PT. Essentra Surabaya (Studi Kasus PT. Essentra)," *None*, vol. 4, no. 4, 2015.
- [4] M. Mulyadi, *Penelitian Kuantitatif Dan Kualitatif Serta Pemikiran Dasar Menggabungkannya*, vol. 15, no. 1. 2013.
- [5] J. M. T. Haryono, "Implementasi Total Productive Maintenance Sebagai Penunjang Produktivitas Dengan Pengukuran Overall Equipment Effectiveness Pada Mesin Rotary Kth-8 (Studi Kasus Pt . Indonesian Tobacco) The Implementation Of Total Productive Maintenancetheory To Increas," vol. 8, pp. 75–84, 2012.
- [6] J. Venkatesh, "An Introduction to Total Productive Maintenance (TPM)," *plant Maint. Resour. Cent.*, pp. 3–20, 2007.
- [7] A. Rahman, "Total Productive Maintenance pada Mesin Cetak Offset Printing SM 102 ZP (Study Kasus di PT. XYZ)," *STRING (Satuan Tulisan Ris. dan Inov. Teknol.*, vol. 4, no. 1, p. 48, 2019, doi: 10.30998/string.v4i1.3614.
- [8] T. Mesra, "Pengukuran Efektivitas Mesin Cetak Web Offset Goss Community Menggunakan Overall Equipment," vol. 3814, no. 2016, pp. 169–176, 2017.
- [9] M. Siddiq, F. T. D. Atmaji, and J. Alhilman, "Usulan Penerapan Total Productive Maintenance (TPM) untuk Meningkatkan Efektivitas Mesin dengan Menggunakan Metode Overall Equipment Effectiveness (OEE) pada Plant Large Volume Parenteral PT Sanbe Farma Cimareme Unit III," *e-Proceeding Eng.*, vol. 5, no. 2, pp. 2982–2990, 2018.

Analisis Beban Kerja pada Proses Pengangkatan Pupuk ke Dalam Truck Menggunakan Metode *Standard Nordic Quistionaire* dan *Niosh Lifting Equation* di PT. Pupuk Iskandar Muda

Sofiyannurriyanti*¹, Okta Rezayansyah², Agus Ardiyansyah³

^{1,2}Jurusan Teknik Industri, Fakultas Teknik, Universitas Teuku Umar

³BPBD Provinsi Jawa Timur

e-mail: ¹Sofiyannurriyanti@utu.ac.id, ²Okta.rz98@gmail.com, ³m_ardiyannurriyanti@yahoo.co.id

Abstrak

Penelitian ini dilakukan di PT. Pupuk Iskandar Muda pada bagian gudang lini I yang bertujuan untuk menganalisis dan mengidentifikasi tingkat keluhan *musculoskeletal disorders* yang dialami operator pada pengangkatan pupuk kedalam truck dengan menggunakan *Standard Nordic Quistionaire* (SNQ). Menentukan beban kerja dengan menggunakan metode NIOSH *Lifting Equation* dengan Alat Bantu *Software* Biomekanika dimana alat bantu tersebut bertujuan untuk menganalisa dengan cepat dan mudah dari segi postural kegiatan yang dialami oleh tubuh seseorang dan juga memberikan nilai dari beberapa tingkatan risiko pada saat bekerja. Kategori tindakan dengan penilaian *software* biomekanika bahwa nilai RWL didapat *Recommended Weight Limit* (RWL) = 13,174 dan *Lifting Index* = 3,7951 Karena LI > 1, maka aktivitas tersebut mengandung resiko cedera tulang belakang bagi pekerja dan sebabnya metode kerja tersebut tidak di pertahankan. Karena pekerjaan tersebut dapat dikategorikan membahayakan bagi pekerja maka peneliti merekomendasikan alat bantu untuk memudahkan pengangkutan dan penyusunan pupuk kedalam truck berupa *trolley* yang dapat bergerak fleksibel maju dan mundur dan dapat ditempatkan didalam truck yang melakukan bongkar muat.

Kata kunci - Ergonomi, Biomekanika, *Musculoskeletal Disorders*, NIOSH *Lifting Equation*

Abstract

This research was conducted at PT. Pupuk Iskandar Muda in the warehouse section I, which aims to analyze and identify the level of *musculoskeletal disorders* experienced by operators when lifting fertilizers into trucks using *Standard Nordic Quistionaire* (SNQ). Determining workload using the NIOSH *Lifting Equation* method with the *Biomechanics Software Tool* where the tool aims to analyze quickly and easily in terms of postural activities experienced by a person's body and also provide a value of several levels of risk at work. The category of action with the assessment of biomechanical software is that the RWL value is obtained *Recommended Weight Limit* (RWL) = 13.174 and *Lifting Index* = 3,7951 Because LI > 1, this activity contains a risk of spinal injury for workers and the work method should not be maintained. Because this work can be categorized as dangerous for workers, the researchers recommend a tool to facilitate loading and compiling fertilizer into the truck in the form of a *trolley* that can move flexibly back and forth and can be placed in a truck carrying out loading and unloading.

Keywords - Ergonomics, Biomechanics, *Musculoskeletal Disorders*, NIOSH *Lifting Equation*

1. PENDAHULUAN

Ergonomi merupakan ilmu mempelajari tentang anatomi, fisiologi, *engineering*, manajemen dan perancangan desain [1]. *Manual material handling* atau pemindahan material merupakan semua pekerjaan pengangkatan beban material yang meliputi aktivitas kegiatan mengangkat, meraih, menurunkan mendorong, menarik, membawa, menahan dan memindahkan. Aktivitas *manual material handling* ini seringkali mengalami gangguan kesehatan sehingga harus dikurangi agar tidak menimbulkan gangguan pada sistem

musculoskeletal, Keluhan *musculoskeletal* adalah keluhan pada bagian-bagian otot rangka yang dirasakan oleh seseorang mulai dari keluhan sangat ringan sampai sangat sakit yang dialami pekerja pada saat bekerja [2]

PT. Pupuk Iskandar Muda merupakan perusahaan yang bergerak dibidang pengolahan pupuk dimana pada bagian pengangkutan dan penyusunan pupuk kedalam truck dilakukan secara manual dan berulang-ulang dalam kurun waktu 7-8 Jam dimana aktivitas pengangkutan dan penyusunan pupuk kedalam *truck* melibatkan 56 orang pekerja, mereka dibagi menjadi beberapa kelompok dengan masing-masing kelompok sebanyak 4 orang pada satu unit truck dimana setiap satu kantong pupuk dengan bobot seberat 50 kg/karung diangkat oleh dua orang pekerja, dengan rata-rata pupuk yang sanggup diangkat oleh dua orang pekerja sebanyak lebih kurang sebesar 20 ton atau berjumlah sekitar 400 kantong keadaan seperti ini akan menimbulkan cedera pada otot, saraf, tendon, ligamen, sendi, tulang rawan dan tulang belakang (*Musculoskeletal*) yang akan berdampak pada lumbar lordosis atau perlawanan terhadap suatu beban momen tubuh yang dapat mengakibatkan otot rangka tulang belakang mengalami kontraksi yang berlebihan dalam waktu yang lama.

Upaya untuk mengurangi keluhan yang dialami operator pengangkutan dan penyusunan pupuk kedalam *truck* salah satu metode yang dapat digunakan yaitu metode *Standard Nordic Questionnaire* (SNQ) dimana metode ini digunakan untuk mengenali sumber penyebab keluhan-kelelahan otot pada saat bekerja [3]. Sedangkan metode NIOSH *Lifting Equation* digunakan untuk mengetahui faktor risiko yang terkait dengan postur tubuh pada saat melakukan aktivitas memegang, memindahkan objek, mendorong dengan menggunakan 2 *Lifting Task Indicator* [4]. Adapun untuk menilai postur kerja manusia yaitu *Recommended Weight Limit* (RWL) dan *Lifting Index* (LI) pada saat bekerja dengan menggunakan alat bantu *software* Biomekanika dimana alat bantu tersebut bertujuan untuk menganalisa dengan cepat dan mudah dari segi postural kegiatan yang dialami oleh tubuh seseorang dan juga memberikan nilai dari beberapa tingkatan risiko pada saat bekerja [5].

2. METODE PENELITIAN

2.1. Pengumpulan Data

2.1.1 Data Keluhan Operator Berdasarkan Penyebaran Kuisisioner SNQ

Pengambilan data keluhan operator berdasarkan penyebaran kuisisioner *Standard Nordic Questionnaire* (SNQ) pada operator pengangkutan dan penyusunan pupuk kedalam truk, Penyebaran kuisisioner SNQ diberikan kepada 4 orang operator dari total 56 operator pada PT. Pupuk Iskandar Muda, dengan memiliki waktu kerja yang sama. Pengambilan data SNQ hanya dilakukan sebanyak satu kali.

Tabel 1. Data Keluhan Hasil Rekapitulasi *Standard Nordic Questionnaire* (SNQ) Operator Pembuatan *Dump Truck*

No	Operator	Dimensi																											
		0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27
1	Junaidi	3	2	3	3	3	4	2	4	1	3	3	2	2	2	1	4	2	3	2	3	1	2	1	3	2	3	2	4
2	Irfan Yasir	2	3	3	3	4	4	2	4	3	2	2	3	2	4	3	3	2	2	2	3	3	1	2	2	2	4	3	3
3	Samsul Ibram	3	3	3	3	3	4	3	3	4	2	1	2	3	3	1	2	2	3	3	4	1	3	2	3	2	2	4	4
4	Mawardi	2	2	2	2	1	4	2	4	3	3	3	2	2	3	1	3	2	2	2	3	1	3	2	2	3	3	2	3

Sumber: Data Pengolahan Primer 2020

2.1.2 Data Fisik Operator Pengangkutan Pupuk kedalam Truk

Proses pengangkutan pupuk dilakukan secara berulang-ulang, untuk 1 truk proses pengangkutan berkisaran 60 menit. Sampel data operator fisik yang diambil adalah 4 orang, data-data yang diambil berupa (Berat Badan, Tinggi Badan dan Umur Para Operator).

Tabel 2. Data Fisik Operator Pengangkutan Pupuk kedalam Truk

No.	Operator	Berat Badan (kg)	Tinggi Badan	Umur
1.	Junaidi	65	159	34
2.	Irfan Yasir	62	160	44
3.	Samsul Ibram	64	158	56
4.	Mawardi	70	162	40

Sumber : Hasil Pengamatan

2.1.3 Data Postur Kerja Operator Pengangkutan Pupuk

Secara detail sikap kerja dari para operator yang akan diteliti berdasarkan uraian proses dalam pengangkutan pupuk dari atas pallet kedalam truk terdiri dari 3 kegiatan yang secara berurutan dapat dilihat pada Tabel 3 berikut:

Tabel 3. Data Uraian Kegiatan Kerja Pengangkutan Pupuk

No	Kegiatan	Sikap Kerja
1.	Pengangkutan pupuk dari atas pallet	Berdiri membungkuk sambil memegang dan mengangkat kantung yang berisikan pupuk.
2	Membawa pupuk untuk disusun	Berdiri mengangkat berjalan membawa pupuk untuk disusun kedalam truk.
3	Menyusun Pupuk kedalam Truk	Berdiri membungkuk meletakkan dan mengatur pupuk didalam truk.

Sumber : Hasil Pengamatan

2.1.4 Beban Kerja

Beban kerja yang menjadi objek pengamatan adalah pupuk urea yang telah dikantongi dengan berat 50 Kg dan diletakkan di atas *pallet*, selanjutnya dibawa oleh *forklift* dan diletakkan diatas bak truk. Kemudian 4 operator berada diatas bak truk mengangkat dan mengatur ke dalamnya. Pupuk yang akan dimuat ke dalam truk rata-rata sebanyak 20 ton atau 400 karung. Beban diangkat secara bersama-sama, setiap satu kantong pupuk diangkat oleh dua orang sehingga beban yang dipikul oleh setiap orang adalah 50 Kg. Kegiatan muat pupuk dari pallet kedalam truk dilakukan secara terus menerus dengan rata-rata truk yang dimuat berjumlah 20 ton jadwal kerja senin sampai sabtu dan jam kerja berjumlah 8 jam dan waktu istirahat yang diberikan adalah 60 menit.

2.1.5 Data Biomekanika Aktivitas Mengangkat Pupuk dari atas Pallet untuk disusun kedalam Truk

Data pengukuran variable pekerjaan diambil dari operator bagian pengangkutan pupuk yang bertugas memindahkan dan penyusun pupuk dari atas Pallet kedalam truk. Data pengukuran *Recommended Weigth Limit* (RWL) dan *Maximum Permissible Limit* (MPL) yang diperoleh pada saat melakukan pengamatan seperti yang terlihat pada Tabel 4. dan Tabel 5. berikut:

Tabel 4. Data MPL (Biomekanika) Pada Aktivitas Mengangkat Pupuk dari Atas Pallet untuk disusun ke dalam Bak Truk pada Junaidi (Operator 1)

No.	Segmentasi Tubuh	Panjang (m)	Sudut (Derajat)
1.	Telapak Tangan	SL 1 = 12	20
2.	Lengan Bawah	SL 2 = 32	20
3.	Lengan Atas	SL 3 = 37	80
4.	Punggung	SL 4 = 42	40
5.	Inklinasi Perut (Θ_H)	-	45
6.	Inklasi Paha (Θ_T)	-	50

Sumber: Hasil Pengamatan

Tabel 5. Data RWL (Biomekanika) pada Aktivitas Mengangkat Pupuk dari Atas Pallet untuk di Susun ke Dalam Bak Truk.

No.	Segmentasi Uraian Data RWL
1.	Jarak Pupuk dengan Pekerja 900 Cm
2.	Tinggi Peletakan Pupuk 200 Cm
3.	Berat Pupuk yang Diangkat 50 Kg
4.	Tinggi Pupuk dari Lantai 200 Cm
5.	Sudut Simetri Perputaran Tubuh 90^0
6.	Waktu Pengamatan 80 Menit
7.	Jumlah Banyaknya Pengangkatan 20 Ton/400 karung yang diangkut

Sumber : Hasil Pengamatan

3. HASIL DAN PEMBAHASAN

3.1.1 Perhitungan Persentase Keluhan Bagian Tubuh operator Berdasarkan Kuisisioner SNQ pada proses pengangkutan pupuk kedalam truk.

Keluhan yang dirasakan oleh operator pengangkutan pupuk didapatkan dari pengolahan kuisisioner SNQ. Masing-masing operator mengalami keluhan yang berbeda-beda. Setelah dilakukan rekapitulasi maka selanjutnya dilakukan perhitungan persentase dari skor hitung berdasarkan masing-masing pertanyaan kuisisioner, untuk mendapatkan *persentasi*. didapat skor total dari pertanyaan kuisisioner SNQ pada dimensi sakit kaku di leher bagian atas yaitu sebesar 10 dan 16 yaitu dari hasil perkalian total bobot kuisisioner SNQ yaitu 4 dikalikan dengan total jumlah pekerja yaitu 4 orang pekerja.

Tabel 6. Rekapitulasi Persentase Skor Hitung Berdasarkan Kuisisioner *Standard Nordic Questionnaire* (SNQ) pada Aktivitas Operator pengangkutan pupuk

No	Jenis Keluhan	Persentase (%)
0	Sakit kaku di leher bagian atas	62,50
1	Sakit kaku di bagian leher bagian bawah	62,50
2	Sakit di bahu kiri	68,75
3	Sakit di bahu kanan	68,75
4	Sakit lengan atas kiri	68,75
5	Sakit di punggung	100
6	Sakit lengan atas kanan	56,25
7	Sakit pada pinggang	93,75
8	Sakit pada bokong	68,75
9	Sakit pada pantat	62,50
10	Sakit pada siku kiri	56,25
11	Sakit pada siku kanan	56,25
12	Sakit pada lengan bawah kiri	56,25
13	Sakit pada lengan bawah kanan	75,00
14	Sakit pada pergelangan tangan kiri	37,50
15	Sakit pada pergelangan tangan kanan	75,00
16	Sakit pada tangan kiri	50,00
17	Sakit pada tangan kanan	62,50
18	Sakit pada paha kiri	56,25
19	Sakit pada paha kanan	81,25
20	Sakit pada lutut kiri	73,50
21	Sakit pada lutut kanan	56,25
22	Sakit pada betis kiri	43,75
23	Sakit pada betis kanan	62,50
24	Sakit pada pergelangan kaki kiri	56,25
25	Sakit pada pergelangan kaki kanan	75,00
26	Sakit pada kaki kiri	68,75
27	Sakit pada kaki kanan	87,50

Sumber: Hasil Perhitungan *Persentasi* Keluhan Operator Berdasarkan Kuisisioner SNQ, 2020

Selanjutnya dilakukan perhitungan keluhan yang dirasakan dari masing-masing operator dengan menggunakan persamaan 3.2. pada Bab 3 halaman 37 sebelumnya. Berdasarkan pada Tabel 4.3. kuisisioner SNQ didapat total skor keseluruhan yang dialami operator Irfan Yasir dari pertanyaan kuisisioner SNQ yaitu sebesar 76 dan 112 yaitu dari hasil perkalian total bobot kuisisioner SNQ yaitu sebesar 4 dikalikan dengan total jumlah pertanyaan kuisisioner yaitu 28 dimensi pertanyaan dari kuisisioner SNQ.

Tabel 7. Persentase Keluhan Operator Pengangkutan Pupuk kedalam *Truck*

No	Operator	Persentase (%)
1	Junaidi	62,50
2	Irfan Yasir	67,86
3	Samsul Ibram	67,86
4	Mawardi	59,82

Sumber: Hasil Perhitungan *Persentasi* Keluhan Operator Berdasarkan Kuisisioner SNQ, 2020

3.1.2 Perhitungan MPL dengan alat Bantuan *Software* Biomekanika

Hasil dari *output* perhitungan *Maximum Permissible Limit* (MPL) dapat dilihat sebagai berikut:

Tabel 8. Hasil *Output* Perhitungan MPL

No.	Keterangan	Nilai
1.	W.h	3,9 Newton
2.	W.la	11,05 Newton
3.	W.ua	18,2 Newton
4.	W.t	325 Newton
5.	W.total	891,3 Newton
6.	L.2.la	43%;
7.	L.3.ua	43.6%;
8.	L.4	67%
9.	Rata-rata Lebar Diafragma orang Indonesia	465 cm ²
10.	Berat Badan	650 Newton
11.	Berat Benda	500 Newton

No.	Gaya & Moment pada Telapak Tangan	Nilai
1.	yw	253,9 Newton
2.	M.w	28,632398379257 N/m

No.	Gaya & Moment Pada Segmen Lengan Bawah:	Nilai
1.	F.ye	264,95 Newton
2.	M.e	106,414336563764 N/m

No.	Gaya & Moment Pada Segmen Lengan Atas:	Nilai
1.	F.ys	283,15 Newton
2.	M.s	124,017542391956 N/m

No.	Gaya & Moment Pada Segmen Tulang Punggung:	Nilai
1.	F.yt	891,3 Newton
2.	M.t	555,9604807096 N/m

No.	Keterangan	Nilai
1.	Gaya Perut = $1,02447288412854 \text{ N/cm}^2$	$1,02447288412854 \text{ N/cm}^2$
2.	Gaya Tekan Perut	476,37989111977 Newton
3.	Gaya Otot pada Spinal Erektor	10071,1738537285 Newton
4.	Gaya Tekan/Kompresi pada L5/S1	10277,7721003657 Newton

Maka dapat ditarik kesimpulan bahwa pekerjaan tersebut membahayakan bagi pekerja dan sebaiknya dilakukan perbaikan secara administrasi dan teknis sehingga pekerja dapat bekerja dengan sehat tanpa mengalami cedera pada L5/S1 serta tujuan dan target perusahaan dapat tercapai.

3.1.3 Perhitungan RWL dengan alat Bantuan Software Biomekanika
 Hasil *output* perhitungan RWL dapat dilihat sebagai berikut:

Tabel 9. Hasil *Output* Perhitungan RWL

No.	Keterangan	Nilai
1.	Jarak Barang dengan Pekerja	900 cm
2.	Tinggi Penempatan Barang	200 cm
3.	Tinggi Barang Sebelum diangkat	200 cm
4.	Berat Barang sebesar	50 Kilogram
5.	Sudut Simetri Perputaran Tubuh	90°
6.	Waktu Pengamatan	80 menit
7.	Jumlah Banyaknya Pengangkatan	400 kali
8.	<i>Type Coupling</i>	Good Skor Tabel (CM) = 1
9.	Frekwensi Pengangkatan	5 Lifting/Menit

Maka :

No.	Keterangan	Nilai
1.	Faktor Pengali Horizontal (HM)	2,7777777777778E-02
2.	Faktor Pengali Vertikal (VM)	0,57294 (untuk pekerja Indonesia saja!)
3.	Skor Tabel Frekwensi Pengali	0.60
4.	Jika konstanta pembebanan (LC) yang ditetapkan NIOSH(1991	23 kg

Formula RWL = LC x HM x VM x DM x AM x FM x CM, maka:

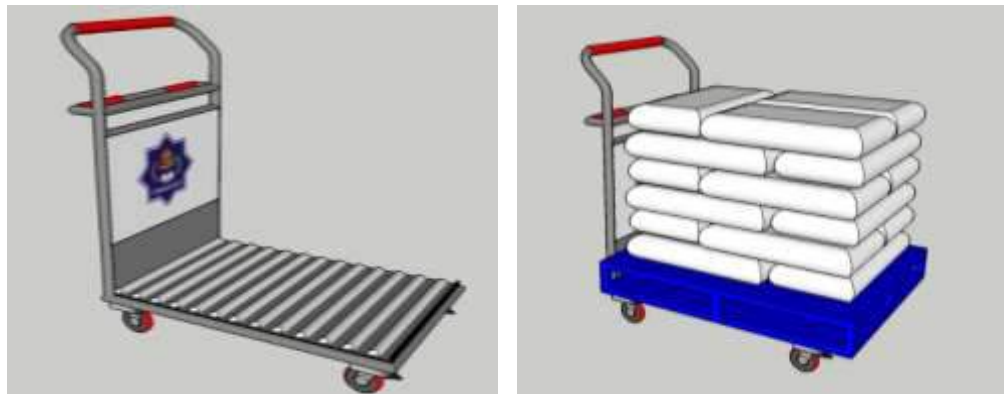
Recommended Weight Limit (RWL) = 13,174545222

Lifting Index = 3,79519741725169

Maka dapat ditarik kesimpulan, Karena LI > 1, maka aktivitas tersebut mengandung resiko cidera tulang belakang bagi pekerja dan sebaiknya metode kerja tersebut tidak di pertahankan.

3.1.4 Usulan Perancangan Alat Bantu Kerja

Hasil perhitungan NIOSH *Lifting Equation* (MPL dan RWL) bahwa Pekerjaan tersebut membahayakan bagi pekerja dan sebaiknya dilakukan perbaikan secara administrasi dan teknis sehingga pekerja dapat bekerja dengan sehat tanpa mengalami cidera pada L5/S1 serta tujuan dan target perusahaan dapat tercapai. Untuk mengurangi resiko terjadinya cedera pada tulang belakang khususnya pada bagian L5/S1 adalah dengan melakukan perbaikan kerja dan bila perlu diciptakan alat bantu untuk mencegah operator membungkuk dalam mengangkat beban. Pada studi ini akan diberikan satu alternatif rancangan alat bantu kerja kepada operator yang melaksanakan proses muat pupuk ke dalam truk yakni *trolley*. *Trolley* berfungsi untuk membantu pekerja dalam mengangkat pupuk, dengan adanya *trolley* ini, pekerja dapat memperpendek jarak dimana dalam pelaksanaan pengangkutan pupuk yang sebenarnya memiliki jarak lintasan maksimal untuk dipindahkan adalah sebesar 900 cm dengan panjang truk 9 meter. Dengan adanya *trolley* ini selanjutnya pupuk yang ada diatas pallet diletakkan diatas *trolley* selanjutnya operator menarik troli sepanjang lintasan dan kemudian langsung diangkat untuk diturunkan.



Gambar 1. Perspektif Usulan Alat Bantu (Trolley)

4. KESIMPULAN

1. Hasil pengolahan tingkat keluhan dengan *Standard Nordic Questionnaire* (SNQ) menunjukkan bahwa pekerja pada proses pengangkutan pupuk diperoleh bahwa rata-rata operator mengalami keluhan terbesar pada bagian tubuh antara lain sakit di bahu kiri dengan persentase sebesar 68,75%, Sakit di bahu kanan 68,75%, Sakit lengan atas kiri 68,75%, Sakit di 100 %, Sakit pada pinggang 68,75%, sakit pada lengan bawah kanan 75.00%, sakit pada pergelangan tangan 75,00%, sakit pada paha kanan 81.25%, Sakit pada pergelangan kaki kanan 75.00% dan sakit pada kaki kiri 68,75%, sakit pada kaki kanan 87,5%. Sedangkan keluhan yang dialami masing-masing operator pengangkutan pupuk berdasarkan kuisioner SNQ menunjukkan bahwa keluhan yang paling tinggi yaitu pada operator 2 Irfan yasir dan Operator 3 Samsul ibram dengan persentase sebesar 67,86%, dan 67,86%, sedangkan persentase terendah yaitu pada Operator 4 Mawardi dengan persentase sebesar 59.82%.
2. Dari kategori tindakan dengan penilaian *software* biomekanika bahwa nilai RWL didapat Recommended Weight Limit (RWL) = 13,174545222 dan Lifting Index = 3,79519741725169 Karena $LI > 1$, maka aktivitas tersebut mengandung resiko cedera tulang belakang bagi pekerja dan sebaiknya metode kerja tersebut tidak di pertahankan. Karena pekerjaan tersebut dapat dikategorikan membahayakan bagi pekerja.
3. Usulan Desain alat bantu dalam penelitian ini berupa *trolley* yang dapat bergerak fleksibel maju dan mundur yang dapat ditempatkan didalam truck yang melakukan bongkar muat. *Trolley* berfungsi untuk membantu pekerja dalam mengangkat pupuk, dengan adanya trolley ini, pekerja dapat memperpendek jarak dimana dalam pelaksanaan pengangkutan pupuk yang sebenarnya memiliki jarak lintasan maksimal untuk dipindahkan adalah sebesar 900 cm dengan panjang truk 9 meter, selanjutnya pupuk yang ada diatas pallet diletakkan diatas trolley selanjutnya operator menarik troli sepanjang lintasan dan kemudian langsung diangkat untuk diturunkan.

5. SARAN

1. Pihak perusahaan sebaiknya mengevaluasi pekerja dengan memberikan pemahaman terhadap pekerja tentang pentingnya postur kerja pada saat pekerja melakukan aktivitas pekerjaannya.
2. Perusahaan perlu menambah alat bantu yang dapat memudahkan pekerja dalam meletakkan alat kerjanya pada saat melakukan aktivitas kerja seperti memberikan fasilitas trolley misalnya.

3. Untuk operator disarankan memperbaiki posisi postur kerja yang kurang ergonomis saat bekerja untuk menghindari keluhan *musculoskeletal disorders* (MSDs) seperti Peregangan otot yang berlebihan, sakit pinggang dan penyakit tulang belakang yang disebabkan sikap kerja yang salah.

DAFTAR PUSTAKA

- [1] Ayoub, M. M. and Dampsey, P. G. 1999. *The Psychophysical Approach to Material Handling*. Task Design. *Ergonomic* Vol. 42. No. 1, pp: 17-31.
- [2] Gempur, Santoso. 2004. *Ergonomi Manusia, Peralatan dan Lingkungan*. Jakarta: Prestasi Pustaka.
- [3] Ginting, R. 2017. Penggunaan Kuesioner Snq Untuk Analisis Keluhan Rasa Sakit yang Dialami Pekerja pada Ukm Kerupuk Di Kota Medan. Sumatera Utara
- [4] Grandjean, 2003. *Fatigue Dalam: Parmeggiani, L.ed Encyclopedia of Occupational Health and Safety, Third (Revised) edt. International Labour Organization, Geneva.*
- [5] Hendra. 2009. Resiko Ergonomi dan Keluhan *Musculoskeletal Disorders (MSDs)* Pada Pekerja Panen Kelapa Sawit. Semarang: UNDIP.
- [6] Neville, Stanton. 2005. *Hand Book Of Human Factor and Ergonomics Methods*. NewYork: CRC Press.
- [7] National Institute Occupational Health and Safety, Calculating Recommended Weight Limit. www.ccoosh.ca/inguiris_form.html.
- [8] Peter, Vi. 2000. Musculoskeletal Disorders, {cited 2013 june 12}. Available from: <http://www.csa.org/uploadfiles/magazine/vol.11no3/musculo.ht>
- [9] Suma'mur, 2009. *Higene Perusahaan dan Kesehatan Kerja*. Gunung Agung, Jakarta.
- [10] Susan J. Hall. 2004. *Basic Biomechanics*. Fourth Edition. Newark: The McGraw – Hill Companies.
- [11] Sitalaksana, dkk. 2006. *Teknik Perancangan Sistem Kerja*. ITB. Bandung.
- [12] Sritomo, Wignjosebroto. 2004. *Ergonomi, Studi Gerak dan Waktu*. Surabaya: PT. Guna Widya
- [13] Tarwaka. 2004. *Ergonomi Untuk Keselamatan, Kesehatan Kerja dan produktivitas*. UNIBAS Press. Surakarta.
- [14] Temple, R., Adams, T. 2000. Ergonomic Analysis of Multi Task Industrial Lifting Station Using the NIOSH Method. *Journal of Industrial Technology*, vol. 16, no. 2.
- [15] Thomas, R. Waters, Vern Putz-Anderson, Arun Garg, and Lawrence J. Fine, *Revised NIOSH equation for the design and evaluation of manual lifting tasks*, *Ergonomic Journal*, 1993 vol. 36 No. 7, 749-776.
- [16] Waters, T. R., Anderson, V. P., Garg, A. 1994. *Application Manual For The Revised NIOSHLifting Equation*. US Department of Health and Human Service, Cincinnati.
- [17] Waters, T. R., Anderson, V. P., Garg, A., Fine, J. 1993. *Revised NIOSH Equation for the Design and Evaluation of Manual Lifting Task*. National Institute for Occupational Safety and Health, Cincinnati.
- [18] Water, Thomas, et.al. *Applications Manual for the Revised NIOSH Lifting Equation*. January, 1994.
- [19] Zeki, Muhammad. 2007. Penentuan Batas Angkat Pupuk yang Aman pada Bagian Pengantongan di PT.Pupuk Iskandar Muda, Universitas Malikussaleh, Lhokseumawe.

Penentuan Jeda Penggantian Komponen Kritis pada Alat Instrumen HPLC (*High Performance Liquid Chromatography*) di Laboratorium PT. RAA

Retno Aprilia*¹, Septian Rahmat Adnan*²
Jurusan Teknik Industri, Fakultas Teknik, Universitas Esa Unggul
E-mail: *¹retnoaprilial@gmail.com, *²septian.rahmat@esaunggul.ac.id

Abstrak

PT RAA merupakan salah satu perusahaan yang bergerak dibidang industri farmasi. Dalam proses pemeriksaan kualitas produk farmasi melibatkan salah satu alat instrumen yaitu HPLC (*High Performance Liquid Chromatography*). Data yang digunakan dalam penelitian ini merupakan data sekunder yang diperoleh dari *logsheet* riwayat alat HPLC dari tahun 2010 sampai dengan 2019. Metode yang digunakan untuk menentukan komponen kritis adalah Metode Klasifikasi ABC. Komponen kritis pada alat instrumen HPLC yaitu *D2 Lamp L-6585-02* dengan nilai MTTF 278 hari, komponen *Grating*, *Sample Loop Assy* dengan nilai MTTF 306 hari, dan komponen *Plunger and Peek Neddle Seal* dengan nilai MTTF 343 hari. Perhitungan nilai fungsi kerusakan pada komponen kritis menggunakan perhitungan metode distribusi terpilih yaitu distribusi *Weibull*. Pemesanan optimal pada komponen *D2 Lamp L-6585-02* yaitu 2 unit/tahun dengan titik pemesanan 1 unit, komponen *Grating*, *Sample Loop Assy* yaitu 3 unit/tahun dengan titik pemesanan 1 unit, dan komponen *Plunger and Peek Neddle Seal* yaitu 3 unit/tahun dengan titik pemesanan 1 unit.

Kata kunci – HPLC, Komponen kritis, Klasifikasi ABC, MTTF, Weibull

Abstract

PT RAA is one of company that moves in terms of pharmaceutical industry. In the process of checking the quality of pharmaceutical products involving one of the instrumentation namely HPLC (*High Performance Liquid Chromatography*). The data used in the research is secondary data obtained from the instrument *logsheet hplc* 2019 2010 than years up to. The method used to determine the critical component is the ABC Classification Method. he critical components of the HPLC instrumentation tool are *D2 Lamp L-6585-02* with MTTF value of 277 days, *Grating* component, *Sample Loop Assy* with MTTF value of 305 days, and *Plunger and Peek Neddle Seal* components with MTTF value of 342 days. Calculation of the value of function damage to critical components used the calculation of the selected distribution method, namely *Weibull* distribution. Optimal ordering for *D2 Lamp component L-6585-02* is 2 units / year with 1 unit ordering point, *Grating* component, *Sample Loop Assy* is 3 units / year with 1 unit ordering point, and *Plunger and Peek Neddle Seal* components are 3 units / year with a ordering point of 1 unit.

Keyword – HPLC, Critical component, ABC Classification, MTTF, Weibull

1. PENDAHULUAN

Dunia industri saat ini memasuki era 4.0, hal ini menuntut kita untuk terus mengikuti perkembangan bisnis dunia. Perkembangan bisnis memunculkan kompetisi global di dunia industri, termasuk industri farmasi. Industri farmasi merupakan industri yang menghasilkan produk berupa obat yang bertujuan untuk kesehatan manusia. Produk farmasi yang berada di pasaran harus melalui proses resmi dengan prosedur pemerintah yang sudah ditetapkan. Hal yang dapat kita lakukan untuk tetap bertahan di dunia industri saat ini adalah dengan melakukan peningkatan dan perbaikan dalam hal kualitas produk serta kinerja yang dilakukan secara terus menerus. Pengendalian kualitas produk dilakukan disebuah laboratorium, di dalam laboratorium

tersebut terdapat beberapa alat instrumen yang digunakan untuk menganalisa sampel seperti: pH Meter, Viscometer, Spektrofotometer, HPLC (*High Performance Liquid Chromatography*) dan alat instrumen lainnya. Alat instrumen HPLC (*High Performance Liquid Chromatograph*) merupakan alat instrumen yang paling berperan penting atas hasil analisa kadar suatu sampel. Hasil analisa kadar dalam suatu obat merupakan tolak ukur perilisan dalam suatu produk obat, jika hasil analisa dari alat HPLC tidak memenuhi syarat yang ada, maka proses produksi dapat terhambat. HPLC merupakan alat instrumen dengan menggunakan teknik pemisahan untuk menganalisis bahan obat, baik dalam bentuk bulk (bahan baku) atau bentuk sediaan farmasetik (obat jadi). *Output* yang dihasilkan dari HPLC berupa data berbentuk puncak yang kemudian puncak tersebut dapat di hitung sebagai jumlah suatu senyawa yang dianalisa.

Dalam keadaan normal alat instrumen HPLC yang berada di laboratorium PT RAA mengalami penumpukan antrian analisa dikarenakan jumlah sampel yang selalu ada setiap harinya, penumpukan antrian sampel akan semakin bertambah apabila alat instrumen HPLC mengalami *error* atau kerusakan. Alat instrumen yang *error* menyebabkan jumlah waktu penggunaan alat semakin berkurang, sehingga alat di anggap bekerja tidak optimal. HPLC mengalami kerusakan dan harus di lakukan penggantian komponen akan menyebabkan *downtime* alat yang lebih parah, hal ini akan merugikan bagi perusahaan. Hal ini lah yang mengharuskan sebuah perusahaan melakukan sebuah perawatan pada alat atau mesin yang ada di perusahaan. Pada masa lampau perawatan pada mesin menggunakan sistem yang dinamakan *breakdown maintenance*, dimana perawatan pada mesin dilakukan setelah timbul kerusakan. Seiring berjalannya waktu perawatan mesin berkembang dengan sistem *preventive maintenance* [1].

Selama ini PT RAA belum melakukan tindakan *preventive maintenance* di laboratorium. Penulis mengusulkan untuk diadakannya kegiatan *preventive maintenance* dengan mengganti komponen kritis yang sering mengalami kerusakan sebelum komponen kritis tersebut tidak berfungsi atau *error*. Penulis akan mengumpulkan data mengenai kerusakan pada alat HPLC kemudian menghitung *downtime* pada alat HPLC, dan akan menghitung jeda waktu yang optimal untuk melakukan penggantian komponen kritis pada alat instrumen HPLC. Kegiatan *preventive maintenance* bertujuan untuk mencegah terjadinya kerusakan atau *error* yang terjadi secara mendadak pada alat instrumen HPLC, kemudian dapat mengurangi masa *downtime* alat instrumen HPLC, dan mengurangi kerugian perusahaan dalam pengeluaran pembiayaan perusahaan serta meningkatkan kesadaran untuk lebih peduli terhadap perawatan alat sehingga masa hidup alat semakin lama. Kegiatan *preventive maintenance* diharapkan dapat diterapkan secara rutin oleh perusahaan terkait.

Tujuan dari penelitian ini adalah mengetahui komponen kritis pada alat instrumen HPLC, menentukan nilai fungsi laju kerusakan dari komponen kritis alat instrumen HPLC, menentukan jumlah pemesanan optimal dan menentukan titik pemesanan kembali komponen kritis alat instrumentasi HPLC serta menentukan jeda penggantian komponen kritis pada alat instrumentasi HPLC. Berikut gambar dari alat instrumen yang digunakan di labolatorium PT RAA.



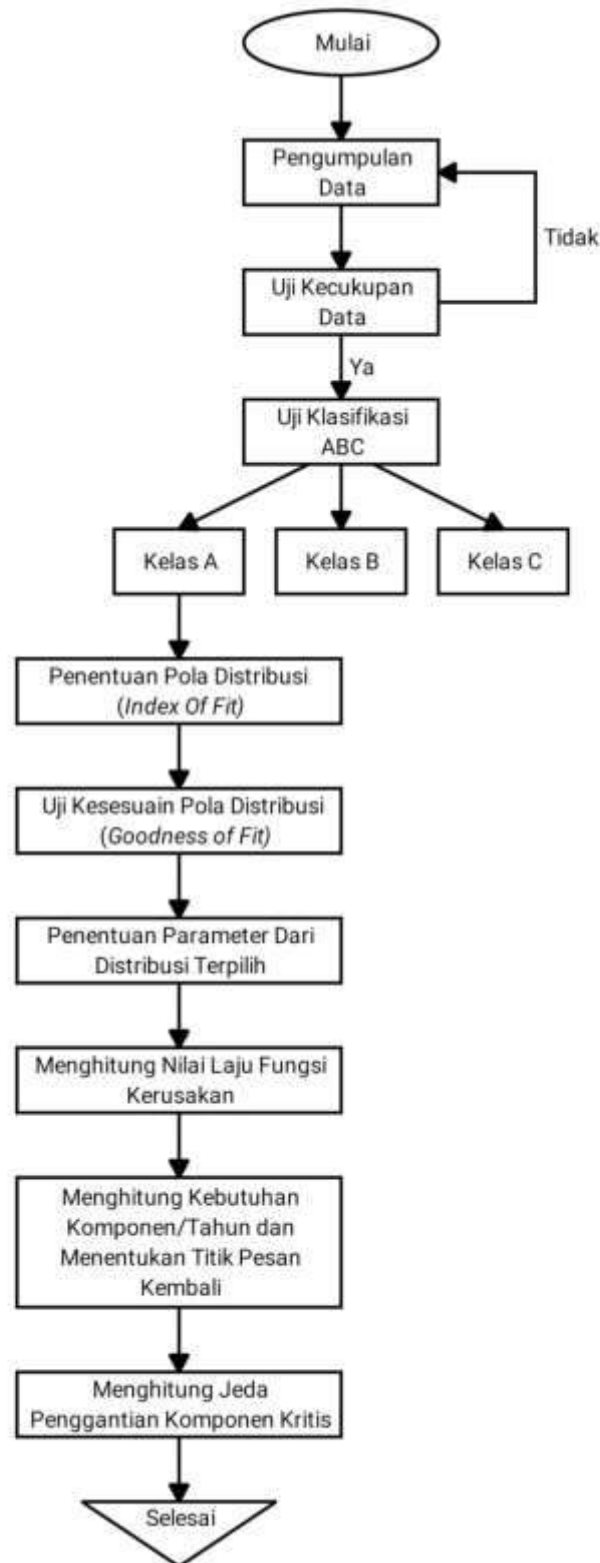
Gambar 1. Alat Instrumen HPLC

2. METODE PENELITIAN

Penelitian ini dilakukan di PT RAA yang berlokasi di Jalan Pulo Kambing dan bergerak dibidang industri farmasi. Objek dalam penelitian ini adalah komponen kritis pada alat instrumen HPLC. Data yang digunakan adalah data frekuensi kerusakan yang terjadi pada alat instrumen. Data dalam penelitian ini adalah data sekunder yang merupakan dokumentasi milik perusahaan mengenai riwayat alat instrumen dari Januari 2010 hingga Desember 2019. Pengolahan data ditahap awal adalah dengan melakukan uji kecukupan data, dengan tujuan untuk mengetahui apakah data yang digunakan sudah cukup dan valid untuk digunakan tahap selanjutnya. Tahap kedua yaitu menentukan komponen kritis pada alat instrumen HPLC dengan konsep klasifikasi ABC yaitu dengan menggunakan skala prioritas dan pertimbangan harga komponen alat instrumentasi HPLC. Tahap ketiga adalah penentuan pola distribusi kerusakan pada alat instrumen HPLC, dengan menggunakan *Least Square Curve Fitting* yaitu memilih berdasarkan nilai *Index Of Fit* terbesar. *Index Of Fit* (r) menggambarkan hubungan linier antara x_1 dan y_1 , semakin besar nilai *index of fit* menandakan hubungan linear x_1 dan y_1 semakin baik. Pola distribusi yang digunakan antara lain distribusi normal, lognormal, eksponensial dan weibull.

Tahap keempat yaitu melakukan uji kesesuaian pola distribusi yang terpilih pada tahap ketiga. Pengujian kesesuaian pola distribusi yang digunakan yaitu uji spesifik *Goodness Of Fit*. Macam-macam dari uji spesifik *Goodness Of Fit* yaitu *Chi-Square*, *Kolmogorov- Smirnov*, *Anderson-Darling* dan *Mann*. Namun pada penelitian ini hanya dibatasi 2 metode yang digunakan yaitu metode *Kolmogorov-Smirnov* dan *Mann*. Setelah pola distribusi yang terpilih telah lulus uji kesesuaian distribusi kemudian dilanjutkan dengan tahap kelima yaitu menghitung parameter-parameter dari distribusi terpilih. Parameter-parameter tersebut diolah untuk mendapatkan nilai fungsi laju kerusakan yang terjadi pada alat instrumentasi HPLC. Tahap keenam yaitu menghitung jumlah pemesanan optimal komponen kritis per tahunnya, serta menentukan pula titik kembali pemesanan komponen alat. Tahap terakhir adalah menghitung MTTF (*Mean Time To Failure*) sebagai acuan jeda dalam penggantian komponen kritis.

Metode yang digunakan pada penelitian ini dijelaskan dengan diagram alir sebagai berikut.



Gambar 2. Diagram Alir Metodologi Penelitian

3. HASIL DAN PEMBAHASAN

3.1 Pengumpulan Data

Penelitian ini dilakukan di PT RAA yang berlokasi di jalan Pulo Kambing, Jakarta Timur, dan bergerak di bidang industri farmasi. Objek dalam penelitian ini adalah komponen kritis pada alat instrumen HPLC. Terpilihnya alat instrumen HPLC sebagai objek penelitian karena alat instrumen HPLC merupakan alat ukur yang hasil analisisnya sangat mempengaruhi keputusan produk lebih lanjut. Data yang dikumpulkan adalah data frekuensi kerusakan yang terjadi pada alat instrumen HPLC disertai dengan harga dari masing-masing komponen. Data di dalam penelitian ini adalah data sekunder yang merupakan dokumentasi perusahaan mengenai riwayat alat instrumen HPLC dari Januari 2010 sampai Desember 2019. Harga pada komponen alat instrumen HPLC merupakan harga komponen pada tahun 2019.

Tabel 1. Data Frekuensi Kerusakan dan Harga Komponen Alat Instrumentasi HPLC

No.	Nama Spare Part	Frekuensi	Harga
1.	D2 Lamp L-6585-02	14	Rp 12.998.000
2.	Grating, Sample Loop Assy	5	Rp 11.402.000
3.	Plunger & Peek Neddle Seal	10	Rp 4.131.000
4.	Valve	5	Rp 7.540.000
5.	Seal 42429	13	Rp 2.175.000
6.	High & Low Pressure Valve Rotor 30A	2	Rp 11.925.000
7.	Sensor	1	Rp 13.485.000
8.	Acquity Arc	3	Rp 4.205.000
9.	Rotor Seal 7125-04	4	Rp 2.190.000
10.	CV Out	1	Rp 7.056.000
11.	M1 M2 (Mirror) Assy	1	Rp 4.147.000
12.	O Ring	4	Rp 1.015.000
13.	SUS Pipe	2	Rp 1.088.000
14.	Filter Insert	2	Rp 725.000

Sumber: PT RAA, Januari 2010 sampai Desember 2019

3.2 Uji Kecukupan Data

Seluruh data yang telah dikumpulkan diolah dan di uji kecukupan datanya untuk mengetahui apakah data yang digunakan sudah cukup dan valid untuk digunakan pada tahap selanjutnya. Hasil pengolahan uji kecukupan data menunjukkan nilai N' yaitu 65.6 dimana angka tersebut memiliki nilai lebih kecil dari nilai N yaitu 67, sehingga data dalam penelitian ini dianggap cukup dan valid dengan nilai kepercayaan 95% dan derajat ketelitian 5% untuk dilanjutkan ke tahap selanjutnya.

$$N' = \frac{k/s\sqrt{(N\sum Xi^2) - (\sum Xi)^2}}{\sum Xi} \dots\dots\dots (1)$$

- N : jumlah pengamatan (total frekuensi kerusakan)
- N' : jumlah data yang seharusnya dilakukan
- k : nilai k dari tingkat kepercayaan 95% adalah 2
- s : derajat ketelitian 5% atau 0.05

$$N' = \frac{2}{0.05} \frac{\sqrt{(67 \times 6378013) - (20261)^2}}{20261} = 65.6$$

3.3 Uji Klasifikasi ABC

Penentuan komponen kritis pada alat instrumen HPLC menggunakan konsep klasifikasi ABC yaitu dengan menggunakan skala prioritas dan pertimbangan harga komponen alat instrumen HPLC. Konsep pada metode ini membagi komponen menjadi tiga kelas, yaitu kelas A dengan kriteria 20% terbesar dari seluruh komponen, kemudian kelas B dengan kriteria 30% dari seluruh komponen dan kelas C dengan kriteria 50% dari seluruh komponen. Kelas A merupakan komponen kritis, kelas B komponen semi kritis dan kelas C komponen non kritis. Komponen kelas A yang merupakan komponen kritis kemudian diolah ke tahap selanjutnya.

Tabel 2. Data Total Harga dan Persentase Komponen Alat Instrumen HPLC

No.	Nama Spare Part	Harga	Persen	Kumulatif
1.	D2 Lamp L-6585-02	Rp 181.972.000	42.93 %	42.93 %
2.	Grating, Sample Loop Assy	Rp 11.402.000	13.45 %	56.38 %
3.	Plunger & Peek Neddle Seal	Rp 4.131.000	9.75 %	66.13 %
4.	Valve	Rp 7.540.000	8.89 %	75.02 %
5.	Seal 42429	Rp 2.175.000	6.67 %	81.69 %
6.	High & Low Pressure Valve Rotor 30A	Rp 11.925.000	5.63 %	87.32 %
7.	Sensor	Rp 13.485.000	3.18 %	90.50 %
8.	Acquity Arc	Rp 4.205.000	2.98 %	93.48 %
9.	Rotor Seal 7125-04	Rp 2.190.000	2.07 %	95.54 %
10.	CV Out	Rp 7.056.000	1.66 %	97.21 %
11.	M1 M2 (Mirror) Assy	Rp 4.147.000	0.98 %	98.19 %
12.	O Ring	Rp 1.015.000	0.96 %	99.14 %
13.	SUS Pipe	Rp 1.088.000	0.51 %	99.66 %
14.	Filter Insert	Rp 725.000	0.34 %	100.00 %

Sumber: PT RAA, data diolah

Total harga di dapatkan dari pengalihan jumlah frekuensi kerusakan dengan harga masing masing komponen, kemudian dihitung persentase dari masing masing komponen dan dihitung kumulatif persen komponen alat instrumen HPLC.

Tabel 3. Klasifikasi Spare Part Menurut Konsep ABC

No	Nama Spare Part	Persen	Persen	%Spare Part	Kategori
1.	D2 Lamp L-6585-02	42.93 %	66.13%	20 %	A
2.	Grating, Sample Loop Assy	13.45 %			
3.	Plunger & Peek Neddle Seal	9.75 %			
4.	Valve	8.89 %	24.37%	30 %	B
5.	Seal 42429	6.67 %			
6.	High & Low Pressure Valve Rotor 30A	5.63 %			
7.	Sensor	3.18 %			
8.	Acquity Arc	2.98 %	9.50%	50 %	C
9.	Rotor Seal 7125-04	2.07 %			
10.	CV Out	1.66 %			
11.	M1 M2 (Mirror) Assy	0.98 %			
12.	O Ring	0.96 %			
13.	SUS Pipe	0.51 %			
14.	Filter Insert	0.34 %			

Sumber: PT RAA, data diolah

Klasifikasi ABC yaitu membagi 14 komponen alat instrumen HPLC menjadi 3 bagian, kategori A 20% dari seluruh komponen dan dimulai dari persen yang terbesar, dilanjutkan 30% menjadi kategori B dan 50% menjadi kategori C.

3.4 Penentuan Pola Distribusi (*Index of Fit*)

Penentuan pola distribusi kerusakan pada komponen kelas A atau komponen kritis dengan menggunakan metode *Least Square Curve Fitting* yaitu memilih berdasarkan nilai *Index of Fit* terbesar. *Index of Fit* (r) menggambarkan hubungan linier antara x_1 dengan y_1 , semakin besar nilai *Index of Fit* menandakan hubungan linear x_1 dan y_1 semakin baik. Pola distribusi data bisa berupa distribusi *Normal*, *Lognormal*, *Exponential* atau *Weibull*. Berikut merupakan data interval kerusakan yang terjadi pada komponen kritis yang termasuk di dalam kelas A.

Tabel 4. Data Interval Kerusakan Spare Part Kelas A

No.	D2 Lamp L-6585-02	Grating, Sample Loop Assy	Plunger & Peek Neddle Seal
1.	329	301	288
2.	211	284	266
3.	221	321	400
4.	311	329	354
5.	201	298	311
6.	291		279
7.	212		414
8.	219		342
9.	238		308
10.	302		266
11.	287		
12.	210		
13.	299		
14.	288		

Sumber: PT RAA, data diolah

Kerusakan pada D2 Lamp L-6585 terjadi pada hari ke 329 dari awal januari 2010 periode penelitian, kemudian terjadi kembali pada kerusakan kedua yaitu 211 hari dari kerusakan yang pertama, yaitu 329 hal ini berlaku seterusnya untuk data interval kerusakan pada komponen kritis alat instrumen HPLC.

Berikut ini merupakan hasil rekapitulasi perhitungan *Index of Fit* dari masing masing komponen kritis dengan pola distribusi *Normal*, *Lognormal*, *Eksponensial*, dan *Weibull*.

Tabel 5. Data Rekapitulasi Nilai *Index of Fit* Komponen Kritis

	D2 Lamp L-6585-02	Grating, Sample Loop Assy	Plunger & Peek Neddle Seal
Distribusi Normal	0.9264	0.9741	0.9526
Distribusi Lognormal	0.9252	0.9751	0.9612
Distribusi Eksponensial	-0.8962	-0.9517	-0.9755
Distribusi Weibull	0.9165	0.9714	0.9282

Sumber: PT RAA, data diolah

3.5 Uji Kesesuaian Pola Disribusi (*Goodness of Fit*)

Uji kesesuaian pola distribusi berkaitan dengan pola disribusi yang terpilih yaitu dengan nilai *Index of Fit* terbesar. Pengujian kesesuain pola distribusi menggunakan uji spesifik *Goodness of Fit*. Macam-macam dari uji spesifik *Goodness of Fit* yaitu *Chi-Square*, *Kolmogorov – Smirnov*, *Anderson – Darling* dan *Mann*. Berdasarkan hasil *Index of Fit* pola distribusi yang terpilih adalah distribusi *Lognormal*, sehingga uji kesesuaian pola distribusi menggunakan uji *Goodness of Fit Kolmogorov-Smirnov*. Berikut hasil rekapitulasi perhitungan *Goodness of Fit Kolmogorov-Smirnov* pada komponen kritis alat instrumentasi HPLC.

H0 : Data interval waktu kerusakan berdistribusi lognormal

H1 : Data interval waktu kerusakan tidak berdistribusi lognormal

α : 5% atau 0.05

H0 diterima bila hasil perhitungan D lebih kecil dari nilai D tabel.

Tabel 6. Data Rekapitulasi Hasil Perhitungan *Goodness of Fit Kolmogorov-Smirnov*

No.	Spare Part	D Hitung	D Tabel	Keterangan
1	D2 Lamp L-6585-02	0.5764	0.349	Tolak H0
2	Grating Sample Loop Assy	0.6131	0.565	Tolak H0
3	Plunger & Peek Neddle Seal	0.4452	0.368	Tolak H0

Sumber: PT RAA, data diolah

Berdasarkan hasil perhitungan *Goodness of Fit* menunjukkan ketidaksesuaian antara data yang diolah dengan pola distribusi terpilih, ketidaksesuain tersebut dapat dilihat dari nilai Dhitung yang lebih besar dari D tabel sehingga H0 ditolak dan dapat ditarik kesimpulan bahwa data yang digunakan bukan merupakan pola distribusi *Lognormal*. Peneliti selanjutnya menentukan kembali pola distribusi terpilih dengan melihat nilai *Index of Fit* yang lebih kecil dari pola distribusi *lognormal* dan peneliti memilih pola distribusi *Weibull*.

Peneliti memilih distribusi *weibull* dengan mempertimbangkan data interval kerusakan yang dimiliki. Distribusi *weibull* menghasilkan sebuah analisa kegagalan suatu alat dengan akurat dan prediksi resiko dengan sampel yang kecil, dan data yang berpola naik dan turun [5]. Setelah itu peneliti menghitung kembali kesesuaian pola distribusi terpilih dengan uji *Goodness*

of *Fit Mann*. Berikut hasil rekapitulasi perhitungan *Goodness of Fit Mann* pada komponen kritis alat instrumen HPLC.

- H0 : Data interval waktu kerusakan berdistribusi *Weibull*
- H1 : Data interval waktu kerusakan tidak berdistribusi *Weibull*
- α : 5% atau 0.05
- H0 diterima bila hasil perhitungan M lebih kecil dari nilai M tabel

Tabel 7. Data Rekapitulasi Hasil Perhitungan *Goodness of Fit Mann*

No.	Spare Part	M hitung	M tabel	Keterangan
1	D2 Lamp L-6585-02	1.2753	4.21	Terima H0
2	Grating, Sample Loop Assy	1.2753	19.00	Terima H0
3	Plunger & Peek Neddle Seal	1.3629	6.26	Terima H0

Sumber: PT RAA, data diolah

Hasil rekapitulasi perhitungan *Goodness of Fit Mann* menunjukkan bahwa Mhitung lebih kecil dari Mtabel, maka H0 diterima. Pola distribusi yang terpilih adalah distribusi *Weibull* dan telah lulus uji kesesuaian pola distribusi dengan menggunakan uji *Goodness of Fit Mann*.

3.6 Penentuan Parameter Distribusi

Penentuan Parameter distribusi berdasarkan dengan pola distribusi yang terpilih yaitu distribusi *Weibull*, perhitungan parameter ini merupakan tahap untuk digunakan pada tahap selanjutnya yaitu menghitung nilai laju kerusakan. Berikut data rekapitulasi dari perhitungan parameter distribusi *Weibull* pada komponen kritis alat instrumentasi HPLC.

Tabel 7. Data Rekapitulasi Paramter Distribusi

	D2 Lamp L-6585-02	Grating, Sample Loop Assy	Plunger & Peek neddle Seal
B	5,8576	16,9860	6,4582
A	-32,9859	-97,7210	-37,7565
Θ	279,0344	315,1456	345,9343

Sumber: PT RAA, data diolah

3.7 Menghitung Nilai Fungsi Laju Kerusakan

Peritungan untuk menentukan nilai fungsi laju kerusakan menggunakan parameter distribusi yang pada sebelumnya sudah dilakukan perhitungan berdasarkan dengan pola distribusi terpilih yaitu distribusi *Weibull*. Berikut merupakan rekapitulasi nilai fungsi laju kerusakan pada komponen kritis alat instrumentasi HPLC.

Tabel 8. Rekapitulasi Nilai Fungsi Laju Kerusakan

	D2 Lamp L-6585-02	Grating, Sample Loop Assy	Plunger & Peek neddle Seal
β	5,8576	16,9860	6,4582
α	-32,9859	-97,7210	-37,7565
Θ	279,0344	315,1456	345,9343
t	258,5	306,6	322,8
λ	0,0145	0,0347	0,0128
λ	0,0145/tahun	0,0347/tahun	0,0128/tahun

Sumber: PT RAA, data diolah

3.8 Menghitung Jumlah Kebutuhan Komponen per Tahun dan Jumlah Pemesanan Optimal

Perhitungan jumlah kebutuhan komponen berhubungan dengan hasil perhitungan nilai fungsi laju kerusakan dari masing masing komponen kritis. Berikut rekapitulasi jumlah komponen kritis yang dibutuhkan perusahaan dalam periode waktu tertentu.

Tabel 9. Rekapitulasi Jumlah Kebutuhan Komponen Kritis

	D2 Lamp L-6585-02	Grating, Sample Loop Assy	Plunger & Peek neddle Seal
Λ	0,0145	0,0347	0,0128
t (Hari)	365	365	365
Dt (Unit/Thn)	5,285606601	12,67690748	4,670228652
Dt (Unit/Thn)	6	13	5

Sumber: PT RAA, data diolah

Setelah menghitung jumlah kebutuhan komponen kritis per tahunnya, tahap selanjutnya adalah menghitung jumlah pemesanan optimal pada masing-masing komponen. Berikut rekapitulasi hasil perhitungan jumlah pemesanan optimal.

Tabel 10. Rekapitulasi Jumlah Pemesanan Optimal

	D2 Lamp L-6585-02	Grating, Sample Loop Assy	Plunger & Peek neddle Seal
D	6	13	5
S	200000	100000	100000
H	649900	570100	206550
L	14	14	7
Q*	1,9217	2,1356	2,2003
Q*	2 unit	3 unit	3 unit

Sumber: PT RAA, data diolah

Berdasarkan hasil perhitungan pemesanan optimal pada komponen *D2 Lamp L-6585-02* yaitu 2 unit/tahun dengan titik pemesanan 1 unit, komponen *Grating, Sample Loop Assy* yaitu 3 unit/tahun dengan titik pemesanan 1 unit, dan komponen *Plunger and Peek Neddle Seal* yaitu 3 unit/tahun dengan titik pemesanan 1 unit.

3.9 Menghitung Jeda Penggantian Komponen Kritis

Sebagai acuan dalam penentuan jeda penggantian komponen kritis pada alat instrumen HPLC dengan menghitung MTTF (*Mean Time To Failure*) dari data yang digunakan pada penelitian ini. Berikut rekapitulasi nilai MTTF dari komponen kritis alat instrumentasi HPLC.

Tabel 11. Rekapitulasi MTTF Komponen Kritis Alat Instrumentasi HPLC

	D2 Lamp L-6585-02	Grating, Sample Loop Assy	Plunger & Peek neddle Seal
Θ	279,0344	315,1456	345,9343
β	5,8576	16,9860	6,4582
$1+1/\beta$	1,17	1,06	1,15
r	0,99433	0,96874	0,98884
MTTF	277,4523	305,2942	342,0737
MTTF	278 hari	306 hari	343 hari

Sumber: PT RAA, data diolah

4. KESIMPULAN

Tujuan dari penelitian ini adalah menentukan jeda waktu penggantian komponen kritis pada alat instrumentasi HPLC. Kesimpulan yang dapat ditarik dari penelitian ini adalah:

1. Komponen kritis pada alat instrumentasi HPLC yaitu *D2 Lamp L-6585-02*, *Grating*, *Sample Loop Assy* dan *Plunger and Peek Neddle Seal*.
2. Nilai fungsi laju kerusakan pada komponen kritis alat instrumentasi HPLC yaitu *D2 Lamp L-6585-02* sebesar 0.0145 per hari, *Grating*, *Sample Loop Assy* sebesar 0.0347 per hari dan *Plunger and Peek Neddle Sea* sebesar 0.0128 per hari.
3. Pemesanan optimal pada komponen *D2 Lamp L-6585-02* yaitu 2 unit/tahun dengan titik pemesanan 1 unit, komponen *Grating*, *Sample Loop Assy* yaitu 3 unit/tahun dengan titik pemesanan 1 unit, dan komponen *Plunger and Peek Neddle Seal* yaitu 3 unit/tahun dengan titik pemesanan 1 unit.
4. Jeda penggantian komponen kritis pada alat instrumentasi HPLC mengacu pada nilai MTTF dari masing-masing komponen kritis yaitu *D2 Lamp L-6585-02* setiap 278 hari, komponen *Grating*, *Sample Loop Assy* setiap 306 hari, dan komponen *Plunger and Peek Neddle Seal* setiap 343 hari.

5. SARAN

Bagi peneliti yang ingin melakukan penelitian lanjutan diharapkan memiliki data yang lebih banyak, menghitung *index of fit* dan *goodness of fit* dengan metode yang lebih lengkap serta menentukan nilai *error* dari masing-masing perhitungan dengan uji statistik.

DAFTAR PUSTAKA

- [1] Praharsi, Y., Sriwana, I. K. and Sari, D. M. (2015) 'Perancangan Penjadwalan Preventive Maintenance Pada Pt . Artha Prima Sukses Makmur', *Jurnal Ilmiah Teknik Industri*, 14(1), pp. 59–65.
- [2] Astuti, F. A. F. (2016). Analisis Interval Perawatan Komponen Kritis Mesin Trimming Untuk Meminimumkan Biaya Perawatan . *Sentia 2016*, 8(2).
- [3] Prawiro, Y. Y. (2017) 'Penentuan Interval Waktu Penggantian Komponen Kritis Pada Mesin Volpack Menggunakan Metode Age Replacement', *Jurnal Teknik Industri*, 16(2), p. 92.
- [4] Darusman, I. (2017). *Usulan Waktu Perawatan Bus Berdasarkan Keandalan Suku Cadang Kritis Di PT. Suryaputra Adirpradana*. Doctoral dissertation, Universitas Komputer Indonesia.
- [5] Kurniawan, E., & Taufiqurrahman, M. (2017). Analisis Tingkat Keandalan Dan Penentuan Interval Waktu Perawatan Mesin Pompa Distribusi Pada PDAM Tirta Muare Ulakan Sambas. *Prosiding Semnastek*.

Penentuan Kinerja Usaha Kecil Menengah (UKM) *Coffee Shop* dengan Metode *Data Envelopment Analysis* (DEA) dan *Comparative Performance Index* (CPI) (Studi Kasus: 8 *Coffee Shop* di Meulaboh, Aceh Barat)

Arie Saputra¹, Muzakir*², Sofiyannurriyanti³, Fitriadi⁴, Ida Nopiyanti⁵
^{1,2,3,4,5}Jurusan Teknik Industri, Fakultas Teknik, Universitas Teuku Umar
E-mail:*²muzakir@utu.ac.id

Abstrak

Penelitian ini membahas tentang penentuan kinerja Usaha Kecil Menengah (UKM) *coffee shop* dengan metode *Data Envelopment Analysis* (DEA) Dan *Comparative Performance Index* (CPI) ,menentukan kinerja adalah hal penting yang harus dilakukan oleh UKM *coffee shop* untuk memenangkan persaingan dengan UKM *coffee shop* lainnya. Perhitungan penentuan kinerja menggunakan *Data Envelopment Analysis* (DEA), yang mampu mengevaluasi tingkat efisiensi relatif sebuah unit *coffee shop*, dan yang bersifat non-parametrik dan multifaktor, baik output maupun input. Penelitian ini juga menggunakan perhitungan penentuan kinerja *Comparative Performance Index* (CPI) sebagai sistem alternatif dalam pemilihan kinerja *coffee shop*. Penelitian ini dilakukan pada 8 unit *coffee shop* yang ada di Meulaboh, Aceh Barat. Penelitian ini dilakukan untuk melihat kinerja *coffee shop* yang masih bertumbuh pesat sampai saat ini, mengingat sampai detik ini *coffee shop* semakin banyak diminati oleh berbagai kalangan. Atribut dalam penentuan kinerja adalah jumlah pelanggan, modal, pendapatan/keuntungan, gaji, jumlah pekerja dan kuesioner. Dari hasil perhitungan *Data Envelopment Analysis* (DEA) semua unit kinerja semuanya efisiensi karena mendapatkan nilai 1 (100%) dan pada perhitungan *Comparative Performance Index* (CPI) terdapat peringkat yang berbeda-beda yaitu peringkat pertama warkop mae, peringkat kedua kopi arab, peringkat ketiga kupa atjeh ulee kareng, peringkat keempat abudel's coffee dan bistro, peringkat kelima chaplin cafe & resto, peringkat keenam gampong coffee shop dan bistro, peringkat ketujuh endatu kafe, dan peringkat kedelapan praja coffe.

Kata Kunci - *Coffee Shop, Data Envelopment Analysis, Comparative Performance Index*

Abstract

This study discusses determining the performance of a coffee shop Small and Medium Enterprises (UKM) with the Data Envelopment Analysis (DEA) and Comparative Performance Index (CPI) method, determining performance is an important thing that must be done by a coffee shop UKM to win the competition with other coffee shop UKM. . The calculation of performance determination uses Data Envelopment Analysis (DEA), which is able to evaluate the relative efficiency level of a coffee shop unit, and which is non-parametric and multifactorial, both output and input. This study also uses the calculation of determining the performance of the Comparative Performance Index (CPI) as an alternative system in selecting coffee shop performance. This research was conducted at 8 coffee shop units in Meulaboh, West Aceh. This research was conducted to see the performance of the coffee shop which is still growing rapidly until now, considering that until now coffee shops are increasingly in demand by various groups. Attributes in determining performance are the number of customers, capital, income / profit, salary, number of workers and a questionnaire. From the results of the calculation of the Data Envelopment Analysis (DEA) all performance units are all efficiency because they get a value of 1 (100%) and in the Comparative Performance Index (CPI) calculation there are different rankings, namely warkop mae first rank, second rank arab coffee, third rank kupa atjeh ulee kareng, fourth in abudel's coffee and bistro, fifth in chaplin cafe & restaurant, sixth in gampong coffee shop and bistro, seventh in one cafe, and eighth in praja coffee.

Keywords- *Coffee Shop, Data Envelopment Analysis, Comparative Performance Index*

1. PENDAHULUAN

Pesatnya perkembangan UKM *coffee shop* di Meulaboh menjadi suatu gaya hidup dikarenakan orang Aceh sangat menyukai kopi, karena *coffee shop* merupakan wadah bagi masyarakat untuk berinteraksi satu sama lain. UKM *coffee shop* di Meulaboh sangat berkembang pesat dan memiliki daya saing yang tinggi sehingga terdapat banyak *coffee shop* yang baru dibuka dan juga *coffee shop* yang tutup. Tingginya persaingan mengharuskan pengusaha *coffee shop* memberikan nilai tambah terhadap produk, jasa, dan pelayanan untuk diberikan kepada konsumen. Nilai tambah ini yang akan membuat konsumen memiliki alasan untuk memilih suatu *coffee shop* yang tepat dibandingkan *coffee shop* yang lain. Permasalahannya tidak semua UKM *coffee shop* di Meulaboh bisa berkembang dengan baik. Sebagian dari pemilik usaha *coffee shop* tidak bisa memanfaatkan peluang sehingga berujung pada usaha *coffee shop* yang tidak bisa berkembang dengan maksimal. Padahal peluang usaha di *coffee shop* memiliki omzet yang sangat besar. Salah satu penyebab adalah kinerja yang kurang paham akan perubahan kebutuhan dan kriteria yang tepat dalam pengembangan usaha. Hal tersebut sangat penting untuk diperhatikan karena sangat berpengaruh terhadap jalannya usaha.

Usaha *coffee shop* akan selalu diminati oleh konsumen karena konsumen menginginkan keringanan tanpa susah payah membuat dan cepat menikmatinya. Usaha *coffee shop* tidak hanya tergantung dari modal yang besar, akan banyak faktor-faktor lain yang mempengaruhi diantaranya *service*, rasa, tempat dan lain-lainnya. Sebagai contoh ada beberapa *coffee shop* yang sudah tutup (bangkrut), hampir semua *coffee shop* tersebut dengan modal yang tidak sedikit (modal besar) seperti; join kopi, Berlin *coffee*, Eva Bread and *coffee shop* dan Zakky Kopi akan tetapi ada juga *coffee shop* dengan modal besar yang masih bertahan sampai saat ini seperti seperti Chaplin *Cafee & Resto*, Gampong *Coffee Shop* dan lain-lain. Namun berbeda halnya dengan *coffee shop* kecil-kecilan yang justru masih tetap berdiri sampai sekarang seperti kopi Atjeh, kopi Mae dan kopi Arab.

Setiap UKM *coffee shop* di Meulaboh memiliki daya tarik yang bervariasi, karena setiap UKM *coffee shop* di Meulaboh memiliki volume penjualan yang berbeda-beda, untuk membandingkan efisien beberapa UKM *coffee shop* di Meulaboh maka saya menggunakan metode *Data Envelopment Analysis* (DEA), karena DEA merupakan metode pembandingan yang mampu menganalisa tingkat efisiensi dengan karakteristik yang sama dan juga menggunakan metode *Comparative Performance Index* (CPI). CPI merupakan metode yang dapat digunakan dalam pengambilan keputusan berbasis indeks pekerja, CPI hanya membandingkan unit satu dengan yang lainnya tanpa melihat karakteristik dan output yang dihasilkan.

Tujuan penelitian ini adalah menentukan efisiensi nilai efisiensi kinerja dari masing-masing unit, dan menentukan metode terbaik dalam perbandingan antara *Data Envelopment Analysis* (DEA) dan *Comparative Performance Index* (CPI).

2. METODOLOGI

Jenis penelitian yang dilakukan adalah penelitian deskriptif (*deskriptif research*) yaitu penelitian yang berusaha untuk memaparkan pemecahan masalah yang ada sekarang secara sistematis dan faktual berdasarkan data-data. Jadi penelitian ini meliputi proses pengumpulan, penyajian dan pengolahan data, serta analisis dan interpretasi data. Adapun tahapan yang perlu dilakukan dalam penelitian ini adalah:

1. Pendahuluan

Peninjauan lapangan dilakukan untuk melihat secara nyata proses produksi dan data yang ada dalam usaha serta untuk mengetahui masalah-masalah yang terjadi dilapangan.

2. Studi Literatur

Studi literatur dilakukan untuk melihat atau meninjau pustaka-pustaka yang berkaitan dengan penelitian yang dilakukan atau dikumpulkan data pustaka tentang penetapan kinerja dengan DEA dan CPI.

3. Pengumpulan Data

Penelitian ini menggunakan beberapa metode atau teknik dan instrumen yang digunakan untuk pengumpulan data diantaranya adalah :

- a. Metode observasi, yaitu syarat utama dalam metodologi penelitian, yang digunakan dalam proses pengumpulan data secara sistematis dan analisis logis terhadap data atau informasi, sehingga dapat memberikan suatu kesimpulan atau diagnosis permasalahan di tempat penelitian demi mencapai suatu tujuan dalam kegiatan penelitian.
- b. Teknik dokumentasi, yaitu mencatat data yang dibutuhkan pada proses penelitian yang ada di *coffee shop*.
- c. Wawancara, yaitu melakukannya dengan pekerja atau pemilik *coffee shop* di Meulaboh.
- d. Kuesioner, yaitu memberikan daftar pertanyaan kepada responden yang dilengkapi dengan beberapa alternatif jawaban yang tersedia.

Dalam penelitian *descriptive research* (pemecahan terhadap suatu masalah) data yang diperlukan terbagi menjadi dua bagian diantaranya adalah:

1. Data primer yaitu data yang dikumpulkan dalam penelitian ini dengan melakukan pengamatan secara langsung *coffee shop* diantaranya meliputi data :
 - a. Wawancara pemilik *coffee shop*
 - b. Kuesioner dibagikan ke pelanggan *coffee shop*
2. Data sekunder yaitu data yang hanya dapat kita peroleh dari sumber asli perusahaan, adapun data sekunder dalam penelitian ini adalah :
 - a. Jam kerja
 - b. Jumlah pekerja

Adapun pengolahan data yang dilakukan dalam penelitian ini yaitu:

1. Observasi *coffee shop* di Meulaboh
2. Menentukan faktor data *input* dan data *output*
3. Pengukuran efisiensi unit 1 sampai unit 8
4. Efisiensi relatif
5. Analisis peningkatan *input/output*
6. Pengolahan data dengan metode *data envelopment analysis* (DEA) dan *comparative performance index* (CPI)
7. Analisis pemecahan masalah
8. Kesimpulan dan saran.

3. HASIL DAN PEMBAHASAN

3.1. Kuesioner

Kuesioner merupakan item atau variabel pertanyaan yang bertujuan untuk mendapatkan data atribut, berikut ini kuesioner tentang kinerja *coffee shop* di Meulaboh Aceh barat. Dapat dilihat pada Tabel 1 sebagai berikut:

Tabel 1. Kuesioner

No	Pernyataan	Pengamatan				
		5	4	3	2	1
1	<i>coffee shop</i> ini memiliki kebersihan yang cukup baik					
2	pelayanan di <i>coffee shop</i> ini sudah baik					
3	Harga yang diberikan di <i>coffee shop</i> ini masih berdaya saing (terjangkau)					
4	Penampilan desain interior <i>coffee shop</i> ini bagus dan menarik					
5	Menu yang disajikan sesuai selera pelanggan					
6	Karyawan dengan tanggap memenuhi kebutuhan pelanggan					
7	Proses pembuatan menu lebih cepat dibandingkan <i>coffee shop</i> lain					
8	Pelanggan merasa nyaman pada saat berada di <i>coffee shop</i> ini					
9	Karyawan memiliki etika dalam memberikan layanan					
10	Karyawan di <i>coffee shop</i> ini selalu berpenampilan rapi.					

3.2. Tabel Atribut Kuesioner

Kuesioner yang menjadi atribut dalam *Data envelopment analysis* (DEA) yaitu dapat dilihat pada tabel 2. Sebagai berikut:

Tabel 2. Atribut Kuesioner

No	Inisial	Atribut
1	P1	Kebersihan
2	P2	Pelayanan
3	P3	Harga
4	P4	penampilan desain
5	P5	kelengkapan menu
6	P6	ketanggapan karyawan
7	P7	responsif karyawan
8	P8	kenyamanan pelanggan
9	P9	etika karyawan
10	P10	penampilan karyawan

Berikut ini adalah tabel hasil pengambilan keputusan untuk penilaian kuesioner dapat dilihat pada tabel 3 sebagai berikut:

Tabel 3. Pengambilan Keputusan

No	r Hitung	r Tabel	Validitas
1	0,65	0,195	Valid
2	0,426	0,195	Valid
3	0,32	0,195	Valid
4	0,371	0,195	Valid
5	0,336	0,195	Valid
6	0,302	0,195	Valid
7	0,343	0,195	Valid
8	0,65	0,195	Valid
9	0,577	0,195	Valid
10	0,685	0,195	Valid

Berikut ini adalah tabel hasil rekapitulasi perhitungan reliabilitas instrumen prestasi kerja untuk penilaian kuesioner dapat dilihat pada Tabel 4 berikut:

Tabel 4. Perhitungan Reliabilitas

No	σb^2	σt^2	R
1	0,969	158,525	0,6116
2	0,486		
3	0,534		
4	1,354		
5	0,624		
6	0,512		
7	0,619		
8	0,643		
9	0,629		
10	0,747		
Σ	7,117		

Karena $r > 0,195$ maka butir variable tersebut Reliable

3.3. Data Coffee Shop

Berikut ini Data 8 unit *coffee shop* di Meulaboh Aceh Barat sebagai variabel *input* dan *output* dapat dilihat pada tabel 5 sebagai berikut:

Tabel 5. Data Coffee Shop

No	Nama Coffee Shop	Output				Input		
		Jumlah pelanggan (orang)	Modal (dalam juta Rp)	Pendapatan/keuntungan (dalam juta Rp)	Pertanyaan kuesioner	Gaji (dalam juta Rp)	Jumlah pekerja (orang)	Pertanyaan kuesioner
1	Abudel's coffee dan bistro	7500	600	50	P1,P2,P4,P8	2	12	P3, P5, P6, P7, P9, P10
2	Chaplin coffee dan resto	6000	500	50	P1,P2,P4,P8	2	12	P3, P5, P6, P7, P9, P10
3	Gampong coffee shop	3000	500	45	P1,P2,P4,P8	2	10	P3, P5, P6, P7, P9, P10
4	Praja coffee shop	600	400	40	P1,P2,P4,P8	2	6	P3, P5, P6, P7, P9, P10
5	Kopi arab	1300	150	45	P1,P2,P4,P8	2	4	P3, P5, P6, P7, P9, P10
6	Warkop mae	1500	90	50	P1,P2,P4,P8	3	2	P3, P5, P6, P7, P9, P10
7	Kupi atjeh ulee kareng	2000	100	50	P1,P2,P4,P8	3,5	4	P3, P5, P6, P7, P9, P10
8	Endatu kafe	1000	100	25	P1,P2,P4,P8	2	2	P3, P5, P6, P7, P9, P10

3.4. Tabel perhitungan DEA

Pengolahan data *input* dan *output* dilakukan oleh peneliti dengan memberikan bobot terhadap *input* dan *output* tersebut menggunakan instrumen berupa add-in solver pada software microsoft excel yang menggunakan model DEA CCR primal dengan memaksimalkan fungsi objektif berbasis *input-oriented* dapat dilihat pada Tabel 6 sebagai berikut:

Tabel 6. Perhitungan DEA Unit 1

unit	Output								Input										Bobot Output	Bobot Input	Selisih	Efisiensi DEA
	Jumlah pelanggan	Modal (Rp)	Pendapatan/keuntungan (Rp)	P1	P2	P4	P8	Gaji (Rp)	Jumlah pekerja	P3	P5	P6	p7	p9	p10							
1	7500	600	50	45	45	41	41	2	12	40	44	39	44	42	40	1.154	1.317	-0.163	1			
2	6000	500	50	45	40	45	44	2	12	42	41	41	37	45	46	1.026	1.390	-0.365	1			
3	3000	500	45	44	43	43	44	2	10	36	44	41	41	44	47	1.103	1.317	-0.215	1			
4	600	400	40	43	40	41	41	2	6	42	43	43	38	43	45	1.026	1.195	-0.169	1			
5	1500	90	50	29	39	32	35	2	2	36	36	44	40	39	35	1.000	1.000	0.000	1			
6	2000	100	50	28	38	32	36	3.5	4	38	38	37	34	38	36	0.974	1.024	-0.050	1			
7	1300	150	45	30	39	31	32	2	4	38	46	40	36	37	32	1.000	1.000	0.000	1			
8	1000	100	25	30	39	32	36	1.5	2	38	37	36	36	39	35	1.000	1.000	0.000	1			
Bobot	0	0.000	0.000	0.000	0.026	0.000	0.000	0.000	0.02439	0.000	0.000	0.000	0.000	0.024	0.000							
Unit	1																					
Output	1.15385																					
Input	1.31707																					

3.5. Perhitungan Comparative Performance Index (CPI)

Memperlihatkan matrik awal penilaian alternatif yang ditransformasi menggunakan teknik perbandingan indeks kinerja. Sebagai ilustrasi terdapat 6 alternatif yang dinilai yaitu modal, Pendapatan/Keuntungan, Gaji, Jumlah Pekerja, Nilai Responden dan tahun berdiri. Dapat dilihat pada Tabel 7 sebagai berikut:

Tabel 7 Matrik Awal Penilaian Alternatif (CPI)

No	Modal % (Rp)	Pendapatan/Keuntungan (Dalam Juta Rp)	Gaji (Dalam Juta Rp)	Jumlah Pekerja	Nilai Responden	Tahun Berdiri
1	6	50	2	12	421	3
2	5	50	2	12	426	5
3	5	45	2	10	427	4
4	4	40	2	6	419	5
5	0.9	50	2	2	365	10
6	1	50	3.5	4	355	8
7	1.5	45	2	4	361	5
8	1	25	1.5	2	358	4
Bobot Kriteria	0.03	0.4	0.02	0.06	3.9	0.05

Adapun matrik hasil transformasi melalui teknik perbandingan indeks kinerja dapat dilihat pada tabel 8. sebagai berikut:

Tabel 8. Matrik Hasil Transformasi Melalui Teknik Perbandingan Indeks Kinerja

No	Modal (Dalam Juta Rp)	Pendapatan/Keuntungan (Dalam Juta Rp)	Gaji (Dalam Juta Rp)	Jumlah Pekerja	Nilai Responden	Tahun Berdiri	Nilai Alternatif	Peringkat
1	666.6	200	175	600	84.32304	100	473.357856	4
2	555.5	200	175	600	83.33333	166.6667	469.498322	5
3	555.5	180	175	500	83.13817	133.3333	453.070528	6
4	444.4	160	175	300	84.72554	166.6667	437.594941	8
5	100	200	175	100	97.26027	333.3333	488.481718	2
6	111.1	200	100	200	100	266.6667	500.666335	1
7	166.6	180	175	200	98.33795	166.6667	484.34934	3
8	111.1	100	233.3	100	99.16201	133.3333	447.397504	7
Bobot Kriteria	0.03	0.4	0.02	0.06	3.9	0.05		

3.6. Analisa Efisiensi *Data Envelopment Analysis* (DEA)

Perhitungan skor efisiensi *coffee shop* dilakukan per unit, hal tersebut bertujuan untuk menemukan perbandingan antar *coffee shop* yang satu dengan yang lainnya. Skor efisiensi tersebut diperoleh dengan mengelolah data variabel *input* dan *output* yang telah dikumpulkan sebelumnya. Dari hasil perhitungan *Data Envelopment Analysis* (DEA) Nilai efisiensi unit 1 s/d unit 8 mendapatkan nilai efisiensi 1 dapat kita lihat pada Tabel 9 sebagai berikut:

Tabel 9. Analisa Efisiensi Perhitungan Efisiensi DEA

Unit	Nama	Efisiensi DEA
1	Abudel's Coffee Dan Bistro	1
2	Chaplin Cafe & Resto	1
3	Gampong Caffee Shop	1
4	Praja Coffe	1
5	kopi arab	1
6	Warkop Mae	1
7	Kupi Atjeh Ulee Kareng	1
8	Endatu Kafe	1

Dari tabel 9 semua unit *coffee shop* mendapatkan nilai efisiensi 1 artinya tidak ada *coffee shop* yang terlalu berbeda kinerjanya, *coffee shop* unit 1 dengan *coffee shop* lainnya secara relatif kinerja mereka hampir sama. Sebagai contoh *coffee shop* unit 1 dan unit 2 relatif *input* dan *output* yang dihasilkan hampir sama dapat di lihat pada tabel 6 Perhitungan DEA Unit 1.

3.7. Analisa Comparative Performance Index (CPI)

Perhitungan metode *Comparative Performance Index (CPI)* *coffee shop* bertujuan untuk menentukan tingkat pencapaian suatu usaha. Penentuan CPI harus mengidentifikasi dahulu atribut seperti modal, pendapatan, gaji, jumlah pekerja, nilai responden dan tahun berdiri. Atribut tersebut berfungsi sebagai pencapaian kinerja *coffee shop* sehingga menghasilkan perbandingan peringkat suatu usaha. Metode ini melakukan perhitungan secara manual, maka penerapan CPI dari 8 alternatif *coffee shop* di Meulaboh Aceh Barat dapat di lihat pada Tabel 10 sebagai berikut:

Tabel 10. Analisa Comparative Performance Index (CPI)

Unit	Nama	Nilai Alternatif	Peringkat
1	Abudel's Coffee Dan Bistro	473.357856	4
2	Chaplin Cafe & Resto	469.498322	5
3	Gampong Caffee Shop	453.070528	6
4	Praja Coffe	437.594941	8
5	kopi arab	488.481718	2
6	Warkop Mae	500.666335	1
7	Kupi Atjeh Ulee Kareng	484.34934	3
8	Endatu Kafe	447.397504	7

Dari Tabel di atas ranking untuk setiap *coffee shop* di Meulaboh Aceh barat berdasarkan perhitungan *Comparative Performance Index (CPI)*, yaitu pada urutan pertama adalah Warkop Mae (500.666335), kemudian diurutan kedua adalah kopi arab (488.481718), urutan ketiga KUPI Atjeh Ulee Kareng (484.34934), urutan keempat Abudel's Coffee Dan Bistro (473.357856), urutan kelima Chaplin Cafe & Resto (469.498322), urutan keenam Gampong Caffee Shop Dan Bistro (453.070528), urutan ketujuh Endatu Kafe (447.397504) dan urutan kedelapan Praja Coffe (437.594941).

3.8. Perbandingan *Data Envelopment Analysis* (DEA) dan *Comparative Performance Index* (CPI)

Data Envelopment Analysis (DEA) semua kinerja relatif sama akan tetapi melalui *Comparative Performance Index* (CPI) konotasi relatif lebih spesifik, hal ini dikaitkan dari adanya ranking kinerja. Biasanya menurut *Data Envelopment Analysis* (DEA) semua unit mempunyai hasil yang hampir mirip. Tetapi menurut *Comparative Performance Index* (CPI) setiap unit tidak sama karena terdapat peringkat yang berbeda, dibuktikan pada tabel 4.9. matrik hasil transformasi melalui teknik perbandingan index kinerja, ini membuktikan hasil akhir dari *Data Envelopment Analysis* (DEA) masih bisa di periksa kembali dengan metode lain salah satunya metode *Comparative Performance Index* (CPI), dikatakan hampir mirip karena tidak sama atau serupa dibuktikan oleh *Comparative Performance Index* (CPI).

4. KESIMPULAN

Berdasarkan analisis dan pembahasan yang telah diuraikan dari Bab sebelumnya maka dapat diambil kesimpulan sebagai berikut:

1. Efisiensi kinerja terhadap 8 unit *coffee shop* bekerja secara efisiensi karena Abudel's Coffee Dan Bistro, Chaplin Cafe & Resto, Praja Coffe, kopi arab, Warkop Mae, Gampong Caffee Shop, Endatu Kafe dan KUPI Atjeh Ulee Kareng mendapatkan nilai 1.
2. Perbandingan terbaik antara *Data Envelopment Analysis* (DEA) dan *Comperative Performance Index* (CPI) adalah dengan *Comperative Performance Index* (CPI) karena bisa menghasilkan lebih baik ketika *Data Envelopment Analysis* (DEA) mempunyai hasil efisiensi yang hampir mirip *Comperative Performance Index* (CPI) bisa membedakannya dengan nilai peringkatnya .

DAFTAR PUSTAKA

- [1] Assauri, S. 2013. *Manajemen Pemasaran : Dasar, Konse Dan Strategi*, Penerbit Rajawali Pers, Jakarta.
- [2] Alhusin. 2002. *Aplikasi Statistik Dengan SPSS.10 For Windows*. Yogyakarta : Graha Ilmu.
- [3] Dinata, T, A.2017. Sistem Pendukung Keputusan Rekomendasi Penerima Bantuan Raskin Di Desa Bangunjaya Menggunakan Metode *Comparative Performance Index* (CPI), *Sekripsi*, Kediri.
- [4] Erlina, P. 2012. Pengaruh Keahlian Audit Dan Independensi Terhadap Pendapat Audit. *Jurnal Riset Akuntansi Indonesia*. Vol.6, No.2.
- [5] Filardo, A, Et., Al. 2017. Penerapan *Data Envelopment Analysis* Dalam Pengukuran Efisiensi *Retailer* Produk Kendaraan Merek Toyota. *Jurnal Sains Dan Seni ITS*. Vol.6, No.1
- [6] Gibson. 1997. *Organisasi Dan Manajemen*. Jakarta; Penerbit Erlangga.
- [7] Giyanti, I. 2018. Efisiensi Relatif Ukm Sarung Goyor Menggunakan Integrasi *Fuzzi* Dan *Data Envelopment Analysis* (DEA). *Jurnal Ilmiah Teknik Industri*. Vol.17, No.1.
- [8] Hakim. 2006. Analisis Pagaruh Motivasi, Komitmen Organisasi Dan Iklim Organisasi Terhadap Kinerja Pegawai Pada Dinas Pembangunan Dan Telekomunikasi, *Jurnal Ekonomi Dan Manajemen*. Provinsi Jawa Tengah Jrbi. Vol.2, No.2.
- [9] Haqiqi. 2015. Kinerja Efisiensi Teknis Bank Pembangunan Daerah Pendekatan Data Metode *Data Envelopment Analysis* (DEA). *Jurnal Akutansi Dan Keuangan*, Vol.11, No.1.
- [10] Ismaryani. 2008. Tes Dan Pengukuran Olaraga (Cetakan 2). Surakarta: LPP UNP dan UNS pess.

- [11] Khazastrri, I. 2009. Analisis Produktivitas Proses Pelayanan Pada Devisi Flexi Dengan Metode *Data Envelopment Analysis* (DEA) Di Pt. Telkom TBK, *Skripsi*, Sumatra Utara.
- [12] Kurniawan. 2008. Pengembangan Usaha Kecil Dan Menengah (Ukm) Dengan Memamfaatkan E-Commerce, *Jurnal Sistem Informasi*, Palembang : Vol.2, No.1.
- [13] Mangkunegara. 2006. *Perencanaan Dan Pengembangan Manajemen Sumber Daya Manusia*. Banskung : Refika Aditama.
- [14] Makmun. 2002. Efisiensi Kinerja Asuransi Pemerintah, *Kajian Ekonomi Dan Keuangan*, Vol.6, No.1.
- [15] Marsum. 2005. *Restoran Dan Segala Permasalahannya*. Edisi Empat. Yogyakarta.
- [16] Maharani. 2012. Analisis Efisiensi Perbankan Nasional Berdasarkan Ukuran Bank Pendekatan Data Metode Data Envelopment Analysis (DEA). *Finance And Banking Journal*, Vol.15, No.1.
- [17] Nofie. 2007. Pengembangan Usaha Kecil Dan Menengah (Ukm) Dengan Memamfaatkan E-Commerce, *Jurnal Sistem Informasi*, Palembang, Vol.2, No.1.
- [18] Purwanto. 2003. Analisis Perbandingan Efisiensi Bank Umum Konvensional (Buk) Dan Bank Umum Syariah (Bus) Di Indonesia Dengan Metode Data Envelopment Analysis (DEA) (Prode 2006-2010), *Skripsi*, Semarang.
- [19] Qastari,A, R. 2016. Pesaingan Usaha Kafe Dan Warung Kopi Dikota Watampone, *Skripsi*, Maksar.
- [20] Rangkuti, A, H. 2011. Teknik Pengambilan Keputusan Multi Kriteria Menggunakan Metode Bayes, MPE, CPI Dan AHP. *Jurnal Teknik Pengambilan Keputusan*, Vol.2, No.1.
- [21] Rambe, I, H. 2017. Aplikasi Data Envelopment Analysis (DEA) Untuk Pengukuran Efisiensi Aktivitas Produksi, *Juornal Of Mathematic Education And Science*, Vol.2, No.2.
- [22] Setiyawan. 2006. Pengaruh Disiplin Kerja Karyawan Dan Budaya Organisasi Terhadap Kinerja Di Divisi Radiologi Rsup Dokter Kariadi, Semarang: Jrbi. Vol.2 No.2.
- [23] Sandi, S, A, A. 2016. Pengaru Itensitas Berkunjung Ke Cafe Terhadap Pertasi Belajar Mahasiswa, *Skripsi*, Bandar Lampung.
- [24] Siagian. 2002. *Organisasi, Kepemimpinan Dan Prilaku Administrasi*. Jakarta: Gunung Agung.
- [25] Simanjorang, R, M. 2018. Penerapan Metode *Comparative Performance Index* (CPI) Dalam Mendukung Pengambilan Keputusan Pemilihan Guru Terbaik (Studi Kasus :Sdn 003 Pagaran Tapah), *Jurnal Mantik Penusa*, Vol.2, No.2.
- [26] Tuffahati, H. 2016. Pengukuran Efisiensi Asuransi Syariah Dengan *Data Envelopment Analysis* (DEA), *Jurnal Akutansi Dan Keuangan Islam*, Vol.4, No.1.
- [27] Warsito.2014. Analisis Atribut Dan Strategi Warung Kopi Dalam Mempertahankan Konsumen Di Kota Medan, Vol. 2, No.3.
- [28] Widiastuti. 2015. *Uji Validitas Dan Reliabilitas Instrumen Kelincahan Balsom Agility*, Yogyakarta. Jakarta: Bumi Aksara.
- [29] Yuldania, P, D. 2019. Sistem Pendukung Keputusan Sebagai Alternatif Dalam Pemilihan Jurusan Di Smk Menggunakan *Metode Comparative Performance Index* (CPI), *Skripsi*, Yogyakarta.

Penggunaan *Moving Average* dan *Exponential Smoothing* untuk Memprediksi Kebutuhan Beras Raskin di Kota Banda Aceh

Heri Tri Irawan¹, Iing Pamungkas², Fitriadi*³, Arhami⁴, Khairul Hadi⁵, T.M. Azis Pandria⁶
^{1,2,3,5,6}Jurusan Teknik Industri, Fakultas Teknik, Universitas Teuku Umar
⁴Jurusan Teknik Mesin dan Industri, Fakultas Teknik, Universitas Syiah Kuala
Email: *³fitriadi@utu.ac.id

Abstrak

Penelitian ini menggunakan metode *moving average* dan *exponential smoothing* untuk memprediksi kebutuhan beras raskin di Kota Banda Aceh. Badan urusan logistik (Bulog) adalah sebuah lembaga pangan di Indonesia yang mengurus tata niaga beras, yang memiliki fungsi untuk melakukan pelayanan pendistribusian beras kepada masyarakat. Kebutuhan beras raskin di Kota Banda Aceh yang selalu berfluktuasi mengakibatkan Perum Bulog sulit untuk memprediksi kebutuhan dimasa depan. Selain itu, kelebihan persediaan beras raskin juga akan sangat merugikan karena beras merupakan bahan pokok yang mudah untuk rusak. Maka dari itu, perlu dilakukan suatu studi untuk memprediksi kebutuhan beras raskin di Kota Banda Aceh. Hasil peramalan atau prediksi dengan membandingkan dua metode dan tiga akurasi kesalahan peramalan, maka dapat diambil kesimpulan bahwa metode *exponential smoothing* dengan $\alpha=0,90$ dapat digunakan untuk prediksi kebutuhan beras raskin di Kota Banda Aceh. Adapun hasil prediksi kebutuhan beras raskin di Kota Banda Aceh yaitu sebesar 92.407 ton, dengan tingkat kesalahan MAD sebesar 4,92, MSE sebesar 34,58, dan MAPE sebesar 0,006%, atau memiliki nilai terkecil dibandingkan metode *moving average* 7 bulanan.

Kata kunci: Beras Raskin, Peramalan, Prediksi, *Moving Average*, *Exponential Smoothing*

Abstract

This study uses moving average and exponential smoothing methods to predict the demand for Raskin rice in Banda Aceh. The Logistics Agency (Bulog) is a food institution in Indonesia that organizes a rice trading system, which functions to provide rice distribution services to the public. The fluctuation in demand for Raskin rice in Banda Aceh makes it difficult for Bulog to predict future needs. In addition, the excess supply of Raskin rice will also be very detrimental because rice is a staple that is perishable. Therefore, it is necessary to conduct research to predict the demand for Raskin rice in Banda Aceh. The results of forecasting or prediction by comparing two methods and three errors in forecasting accuracy, it can be concluded that the exponential smoothing method with $\alpha = 0.90$ can be used to predict the demand for Raskin rice in Banda Aceh City. The prediction result of the demand for raskin rice in Banda Aceh is 92,407 tons, with an MAD error rate of 4.92, MSE 34.58, and MAPE 0.006%, or having the smallest value compared to the 7-month moving average method.

Keywords: Raskin Rice, Forecast, Predict, *Moving Average*, *Exponential Smoothing*

1. PENDAHULUAN

Dunia usaha yang berubah dengan cepat mengharuskan perusahaan untuk mampu menganalisis lingkungan usaha dan memprediksi berbagai kemungkinan yang terjadi di masa depan. Kegiatan memprediksi atau meramal (*forecast*) masa depan adalah salah satu usaha perusahaan sebagai dasar pengambilan keputusan strategis keberlangsungan usaha. Selain memantau perubahan lingkungan usaha, perusahaan juga perlu mengembangkan pengetahuan

khusus tentang pasar mereka. Perusahaan pemasar yang baik menginginkan informasi untuk membantu mereka menginterpretasikan kinerja masa lalu dan merencanakan kegiatan masa depan.

Kehidupan manusia tidak terlepas dari kebutuhan akan pangan, maka urusan pangan menjadi suatu kebutuhan yang vital bagi manusia. Pangan adalah segala sesuatu yang berasal dari sumber hayati dan air, baik diolah maupun tidak diolah, yang diperuntukan sebagai makanan atau minuman bagi konsumsi manusia, termasuk bahan tambahan pangan, bahan baku, dan bahan lain [1]. Perum Bulog merupakan sebuah lembaga pangan di Indonesia dan dikelola oleh pemerintah yang mengurus tata niaga beras dan memiliki fungsi untuk melakukan pelayanan pendistribusian beras kepada masyarakat. Ketergantungan masyarakat Indonesia akan beras dipengaruhi oleh budaya di mana padi merupakan tanaman asli Asia.

Beras merupakan kebutuhan pokok dan utama di Aceh, di mana dalam survei biaya hidup oleh Badan Pusat Statistik Aceh beras merupakan komoditas paling utama dalam konsumsi masyarakat. Kebutuhan beras raskin di Kota Banda Aceh yang selalu berfluktuasi mengakibatkan Perum Bulog sulit untuk memprediksi kebutuhan dimasa depan. Selain itu, kelebihan persediaan beras raskin juga akan sangat merugikan karena beras merupakan bahan pokok yang mudah untuk rusak. Maka dari itu, perlu dilakukan suatu studi untuk memprediksi kebutuhan beras raskin di Kota Banda Aceh. Ada beberapa metode peramalan prediksi secara kuantitatif yang umum digunakan seperti metode-metode *time series* berupa *moving average*, *exponential smooting*, dan *arima* [2-8], simulasi monte carlo [9-13] dan masih banyak metode peramalan atau prediksi lainnya. Pada studi ini, akan digunakan metode *moving average* dan *exponential smooting* karena lebih mudah dalam mengaplikasikannya. Adapun tujuan penelitian ini adalah memprediksi kebutuhan beras raskin di Kota Banda Aceh menggunakan metode *moving average* dan *exponential smooting*.

2. METODE PENELITIAN

Metode peramalan yang digunakan dalam penelitian ini untuk memprediksi kebutuhan beras raskin di Kota Banda Aceh yaitu metode kuantitatif. Metode kuantitatif yang digunakan adalah *moving average* dan *exponential smooting*.

Beberapa tahapan yang dilakukan dalam penelitian ini yaitu dengan melakukan studi pendahuluan, yaitu berupa studi literatur (buku dan jurnal) dan studi lapangan secara langsung. Kemudian melakukan merumuskan masalah dan menentukan tujuan, pengumpulan data, pengolahan data, pembahasan dan kesimpulan. Data yang dibutuhkan dalam penelitian ini adalah data sekunder, yaitu berupa data histori pendistribusian beras raskin di Kota Banda Aceh selama 12 bulan terakhir untuk mendukung kedua metode yang digunakan.

Adapun tahapan-tahapan yang dilakukan dalam pengolahan data pada penelitian ini, yaitu sebagai berikut:

1. Melakukan peramalan *moving average*, yaitu peramalan yang dilakukan dengan mengambil sekelompok nilai pengamatan dan mencari nilai rata-rata sebagai prediksi untuk periode yang akan datang [14]. Terdapat beberapa jenis peramalan *moving average* yang dapat dilakukan, yaitu peramalan 3 bulanan, 5 bulanan dan 7 bulanan. Dalam penelitian ini akan dilakukan peramalan *moving average* 7 bulanan. Peramalan *moving average* 7 bulanan memiliki tingkat akurasi lebih tinggi dibandingkan 3 dan 5 bulanan dikarenakan penggunaan data histori selama 7 bulan terakhir yang dianggap cukup mendukung dalam melakukan peramalan atau prediksi.
2. Melakukan peramalan *exponential smooting*, yaitu peramalan yang mengasumsikan bahwa data berfluktuasi disekitar nilai rata-rata yang tetap. Konstanta *smoothing* mungkin akan berkisar dari nol ke satu, di mana nilai yang dekat dengan satu akan memberikan penekanan terbesar pada nilai saat ini. Sedangkan nilai yang dekat dengan

nol, akan memberi penekanan pada titik data sebelumnya [15]. Dalam penelitian ini, akan menggunakan nilai $\alpha=0,90$ karena memiliki tingkat *error* sebesar 10%, atau lebih kecil bila dibandingkan dengan $\alpha=85\%$ yang memiliki tingkat *error* 15%.

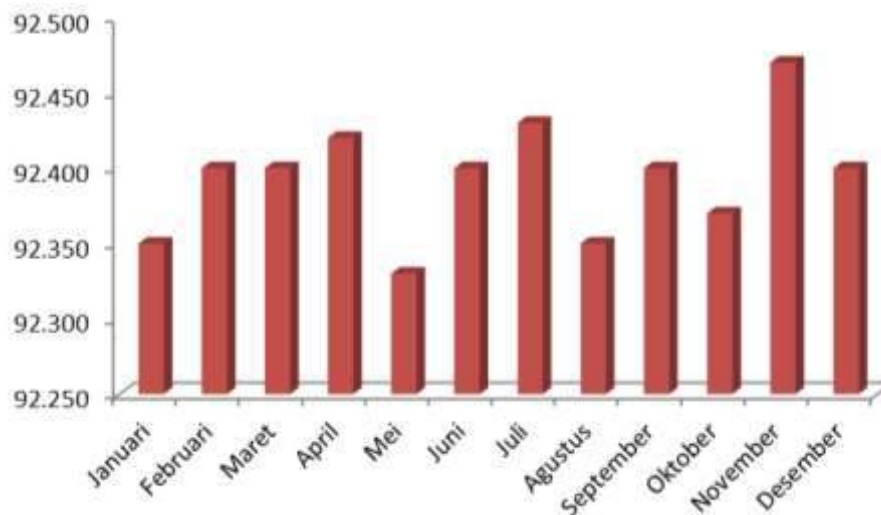
3. Menghitung kesalahan atau akurasi peramalan, di mana ramalan akan memberikan ukuran ketepatan dan ukuran untuk membandingkan metode-metode alternatif yang mungkin digunakan. Dalam penelitian ini, akan menggunakan tiga metode akurasi peramalan, yaitu *mean absolute deviation* (MAD), *mean squared error* (MSE), dan *mean absolute present error* (MAPE).

3. HASIL DAN PEMBAHASAN

Pembahasan pada penelitian ini akan melakukan perhitungan dengan membandingkan antara dua metode, yaitu *moving average* dan *exponential smoothing* untuk memprediksi kebutuhan beras raskin untuk periode yang telah ditentukan. Data pendistribusian beras raskin secara aktual merupakan syarat digunakan sebagai peramalan, karena metode yang digunakan merupakan metode yang bersifat kuantitatif, sehingga data yang digunakan untuk meramalkan kebutuhan beras raskin pada periode selanjutnya adalah data historis. Data pendistribusian beras raskin pada tahun 2016 dapat dilihat pada Tabel 1 dan digambarkan pada Gambar 1 berikut.

Tabel 1. Data Pendistribusian Beras Raskin Kota Banda Aceh Tahun 2016

Bulan	Jumlah (ton)
Januari	92.350
Februari	92.400
Maret	92.400
April	92.420
Mei	92.330
Juni	92.400
Juli	92.430
Agustus	92.350
September	92.400
Oktober	92.370
November	92.470
Desember	92.400



Gambar 2. Data Pendistribusian Beras Raskin Kota Banda Aceh Tahun 2016

3.1. Perhitungan *Moving Average*

Metode *moving average* yang akan digunakan pada studi ini yaitu *moving average* 7 bulanan. Nilai tersebut dapat meramalkan berdasarkan indeks waktu yang diramalkan dengan syarat minimal untuk nilai bobot tersebut ialah 2. Perhitungan *moving average* untuk bulan agustus 2016 dengan pembobotan 7 bulan dapat diperoleh dengan Persamaan 1 berikut [14].

$$F_{t+1} = \frac{\sum_{i=t}^{t+N+1} X_i}{N} \quad (1)$$

$$F_{agustus} = \frac{(92.350) + (92.400) + (92.400) + (92.420) + (92.330) + (92.400) + (92.430)}{7}$$

$$F_{agustus} = 92.383,66 \approx 92.383$$

Hasil prediksi kebutuhan beras raskin dengan data periode selama 1 tahun menggunakan metode *moving average* 7 bulanan dapat dilihat pada Tabel 2.

Tabel 2. Prediksi Kebutuhan Beras Raskin dengan Metode *Moving Average*

Indeks Waktu (t)	Jumlah (ton)	Ft	
Januari	92.350	-	-
Februari	92.400	-	-
Maret	92.400	-	-
April	92.420	-	-
Mei	92.330	-	-
Juni	92.400	-	-
Juli	92.430	-	-
Agustus	92.350	92.390,00	92.390
September	92.400	92.390,00	92.390
Oktober	92.370	92.390,00	92.390
November	92.470	92.385,71	92.386
Desember	92.400	92.392,86	92.393
Prediksi di bulan Januari		92.402,85	92.402

Jadi prediksi kebutuhan untuk bulan Januari 2017 dengan metode *moving average* 7 bulanan adalah 92.402 ton.

3.2. Perhitungan *Exponential Smoothing*

Metode *exponential smoothing* yang digunakan dalam studi ini adalah *exponential smoothing* dengan nilai $\alpha=0,90$. Adapun alasan menggunakan $\alpha=0,90$ karena telah mewakili data akhir. Perhitungan *exponential smoothing* dengan $\alpha=0,90$ untuk prediksi bulan Februari 2016 dapat diperoleh dengan persamaan 2 berikut [15].

$$F_{t+1} = \alpha \cdot X_t + (1 - \alpha) \cdot F_t \quad (2)$$

$$F_{\text{februari}} = (0,9 \times 92.400) + (0,1 \times 92.350)$$

$$F_{\text{februari}} = 92.395,00$$

Hasil prediksi kebutuhan beras raskin dengan data periode selama 1 tahun menggunakan metode *exponential smoothing* dapat dilihat pada Tabel 3.

Tabel 3. Prediksi Kebutuhan Beras Raskin Metode *Exponential Smoothing*

Bulan	Jumlah (ton)	Peramalan $\alpha=0,9$
Januari	92.350	-
Februari	92.400	92.395
Maret	92.400	92.400
April	92.420	92.418
Mei	92.330	92.339
Juni	92.400	92.393
Juli	92.430	92.427
Agustus	92.350	92.358
September	92.400	92.395
Oktober	92.370	92.373
November	92.470	92.460
Desember	92.400	92.407

Adapun berikut ini untuk prediksi bulan Januari 2017 menggunakan persamaan 2.

$$F_{\text{januari}} = (0,9 \times 92.400) + (0,1 \times 92.470)$$

$$F_{\text{januari}} = 92.407,00$$

Jadi prediksi kebutuhan untuk bulan Januari 2017 dengan metode *exponential smoothing* dengan $\alpha=0,9$ adalah 92.407 ton.

3.3. Menghitung Akurasi Peramalan *Moving Average* dan *Exponential Smoothing*

Hasil prediksi kemudian akan dihitung tingkat kesalahan prediksi atau kesalahan peramalan dengan metode-metode akurasi peramalan. Ada tiga metode akurasi peramalan yang digunakan dalam studi ini, yaitu *mean absolute deviation* (MAD), *mean squared error* (MSE), dan *mean absolute present error* (MAPE). Adapun perhitungan akurasi peramalan *moving average* 7 bulanan menggunakan MAD dengan persamaan 3 berikut ini [16].

$$\text{MAD} = \text{Abs}|A_t - F_t| \quad (3)$$

$$\text{MAD} = \text{Abs}|92.350 - 92.390| = 40$$

Untuk perhitungan akurasi peramalan *moving average* 7 bulanan menggunakan MSE dengan persamaan 4 berikut ini.

$$\text{MSE} = |A_t - F_t|^2 \quad (4)$$

$$\text{MSE} = |92.350 - 92.390|^2 = 1.600$$

Untuk perhitungan akurasi peramalan *moving average* 7 bulanan menggunakan MAPE dengan persamaan 5 berikut ini

$$\text{MAPE} = \frac{\text{Abs}|A_t - F_t|}{A_t} \times 100\% \quad (5)$$

$$\text{MAPE} = \frac{\text{Abs}|92.350 - 92.390|}{92.350} \times 100\% = 0,04\%$$

Hasil keseluruhan perhitungan akurasi peramalan *moving average* 7 bulanan untuk ketiga metode kesalahan peramalan dapat dilihat pada Tabel 4.

Tabel 4. Akurasi Peramalan *Moving Average*

Periode (t)	Jumlah (ton)	Forecast $\alpha=3$	Akurasi Peramalan		
			MAD	MSE	MAPE
Januari	92.350	-	-	-	-
Februari	92.400	-	-	-	-
Maret	92.400	-	-	-	-
April	92.420	-	-	-	-
Mei	92.330	-	-	-	-
Juni	92.400	-	-	-	-
Juli	92.430	-	-	-	-
Agustus	92.350	92.390	40	1.600	0,04%
September	92.400	92.390	10	100	0,01%
Oktober	92.370	92.390	20	400	0,02%
November	92.470	92.386	84	7.104	0,09%
Desember	92.400	92.393	7	51	0,01%
Jumlah			161	9.255	0,17%
Rerata			32	1.851	0,035%

Adapun untuk hasil keseluruhan perhitungan akurasi peramalan *Exponential Smoothing* dengan $\alpha=0,90$ untuk ketiga metode kesalahan peramalan dapat dilihat pada Tabel 5.

Tabel 5. Akurasi Peramalan *Exponential Smoothing*

Bulan	Jumlah (ton)	Peramalan $\alpha=0,9$	Kesalahan Peramalan		
			MAD	MSE	MAPE
Januari	92.350	-	-	-	-
Februari	92.400	92.395	5	25	0,01%
Maret	92.400	92.400	0	0	0,00%
April	92.420	92.418	2	4	0,00%
Mei	92.330	92.339	9	81	0,01%
Juni	92.400	92.393	7	49	0,01%
Juli	92.430	92.427	3	9	0,00%
Agustus	92.350	92.358	8	64	0,01%
September	92.400	92.395	5	25	0,01%
Oktober	92.370	92.373	3	9	0,00%
November	92.470	92.460	10	100	0,01%
Desember	92.400	92.407	7	49	0,01%
Jumlah			59	415	0,064%
Rerata			4,92	34,58	0,0053%

3.4. Perbandingan untuk Hasil Prediksi yang Tepat

Untuk mengetahui metode peramalan atau prediksi yang paling tepat adalah dengan membandingkan kesalahan peramalan atau akurasi peramalan dari masing-masing metode peramalan. Adapun perbandingan dari masing-masing akurasi peramalan untuk kedua metode peramalan dapat dilihat pada Tabel 6.

Tabel 6. Nilai Akurasi Peramalan (*forecast error*)

Metode	Akurasi Peramalan		
	MAD	MSE	MAPE
<i>Moving average</i>	32,00	1.851,00	0,035%
<i>Exponential smoothing</i>	4,92	34,58	0,0053%

Dapat dilihat dari Tabel 6, metode *exponential smoothing* dengan $\alpha=0,90$ memiliki nilai akurasi peramalan (*forecast error*) yang sangat baik yaitu dengan nilai MAD sebesar 4,92, MSE sebesar 34,58, dan MAPE sebesar 0,0053%, atau memiliki nilai terkecil dibandingkan metode *moving average* 7 bulanan. Maka dari itu, metode *exponential smoothing* dengan $\alpha=0,90$ akan digunakan untuk memprediksi kebutuhan beras untuk tahun 2017. Berikut adalah hasil prediksi 8 (bulan) kedepan dengan menggunakan metode *exponential smoothing* dapat dilihat pada Tabel 7 berikut:

Tabel 7. Peramalan Dengan Metode *Exponential Smoothing*

Indeks Waktu Tahun 2017	<i>Exponential Smoothing</i> $\alpha=0,9$	Pembulatan
Januari	92.407,00	92.407
Februari	92.406,30	92.407
Maret	92.406,37	92.407
April	92.406,36	92.407
Mei	92.406,36	92.407
Juni	92.406,36	92.407
Juli	92.406,36	92.407
Agustus	92.406,36	92.407

Hasil peramalan atau prediksi kebutuhan beras raskin menggunakan metode *exponential smoothing* dengan $\alpha=0,90$ untuk bulan Januari hingga agustus 2017 yaitu apabila dapat dibulatkan sebesar 92.407 ton.

4. KESIMPULAN

Hasil peramalan atau prediksi dengan perbandingan dua metode dan tiga akurasi kesalahan peramalan, maka dapat diambil kesimpulan bahwa metode *exponential smoothing* dengan $\alpha=0,90$ dapat digunakan untuk memprediksi kebutuhan beras raskin di Kota Banda Aceh. Adapun hasil prediksi kebutuhan beras raskin di Kota Banda Aceh yaitu sebesar 92.407 ton, dengan tingkat kesalahan MAD sebesar 4,92, MSE sebesar 34,58, dan MAPE sebesar 0,006%, atau memiliki nilai terkecil dibandingkan metode *moving average* 7 bulanan.

5. SARAN

Metode peramalan atau prediksi yang digunakan pada penelitian ini sudah memenuhi kaedah peramalan, karena metode peramalan *exponential smoothing* yang digunakan pada studi ini memiliki *margin error* yang rendah, akan tetapi lebih baik jika ada penambahan metode lain sehingga bisa menjadi bahan perbandingan dengan metode peramalan yang lainnya.

DAFTAR PUSTAKA

- [1] Hargianto, A. 2013, Analisis Peramalan Produksi Karet Di Pt Perkebunan Nusantara Ix (Persero) Kebun Batujamus Kabupaten Karanganyar, *Universitas Sebelas Maret*.
- [2] Sagheer, A., & Kotb, M. 2019, Time series forecasting of petroleum production using deep LSTM recurrent networks, *Neurocomputing*, 323, 203-213.
- [3] Tealab, A. 2018, Time series forecasting using artificial neural networks methodologies: A systematic review, *Future Computing and Informatics Journal*, 3(2), 334-340.
- [4] Rachman, R. 2018, Penerapan Metode Moving Average Dan Exponential Smoothing Pada Peramalan Produksi Industri Garment, *Jurnal Informatika*, 5(2), 211-220.
- [5] Sarja, N. L. A. K. Y., & Wirawan, I. W. W. 2014, Peramalan Permintaan Produk Perak Menggunakan Metode Simple Moving Average Dan Exponential Smoothing, *Jurnal Sistem dan Informatika*, 9(1).
- [6] de Oliveira, E. M., & Oliveira, F. L. C. 2018, Forecasting mid-long term electric energy consumption through bagging ARIMA and exponential smoothing methods, *Energy*, 144, 776-788.

- [7] Singh, S. N., & Mohapatra, A. 2019, Repeated wavelet transform based ARIMA model for very short-term wind speed forecasting, *Renewable energy*, 136, 758-768.
- [8] Wang, Q., Li, S., Li, R., & Ma, M. 2018, Forecasting US shale gas monthly production using a hybrid ARIMA and metabolic nonlinear grey model, *Energy*, 160, 378-387.
- [9] Zhao, J., Duan, Y., & Liu, X. 2018, Uncertainty analysis of weather forecast data for cooling load forecasting based on the Monte Carlo method, *Energies*, 11(7), 1900.
- [10] Pamungkas, I., Arhami., & Dirhamsyah, M. 2019, Monte Carlo simulation for predicting the reliability of a boiler in the Nagan Raya steam power plant, *IOP Conference Series: Materials Science and Engineering* (Vol. 523, No. 1, p. 012071). IOP Publishing.
- [11] Yang, C., & Kumar, M. 2018, On the effectiveness of Monte Carlo for initial uncertainty forecasting in nonlinear dynamical systems, *Automatica*, 87, 301-309.
- [12] Pamungkas, I., Irawan, H. T., Arhami, A., & Dirhamsyah, M. ,2020, Simulasi Monte Carlo untuk Menentukan Keandalan pada Bagian Boiler di Pembangkit Listrik Berbasis Batubara, *Jurnal Optimalisasi*, 4(2), 83-96.
- [13] Pamungkas, I. 2019, Penentuan Tingkat Risiko dan Keandalan pada Boiler di Industri Pembangkit Listrik Nagan Raya, *ETD Unsyiah*.
- [14] Subagyo, P. 2006, Forecasting Konsep dan Aplikasi, Edisi Dua, *BPFE. Yogyakarta*.
- [15] Herjanto, E. 2009, Manajemen Operasi dan produksi, *Jakarta: Grasindo*.
- [16] Yamit, Z. 2008, Manajemen Produksi dan Operasi edisi keempat, *Yogyakarta: Ekonisia*.

Analisis Mutu Biodiesel Menggunakan Metode *Quality Loss Function* dan Rancangan Perbaikan Di PT. XYZ

Zaharuddin

*¹Jurusan Teknik Industri, Fakultas Teknik, Universitas Al Azhar
E-mail: *¹zhrarma@gmail.com

Abstrak

PT. XYZ salah satu perusahaan bergerak dalam bidang pengolahan minyak kelapa sawit dengan konsep produksi berdasarkan pesanan konsumen (*make to order*). Adakalanya hasil produksi tidak sesuai dengan spesifikasi yang diinginkan konsumen. Sebanyak 19 Nilai parameter X *diglycerides* dan 17 Nilai parameter X *Triglycerides* dari produk biodiesel yang dihasilkan perusahaan berada diatas nilai batas atas dan atas bawah (*out of control*) sehingga biaya perbaikan biodiesel yang ditanggung oleh perusahaan semakin besar. Fungsi kerugian kualitas menggambarkan hubungan fungsional antara penyimpangan dengan kerugian yang digunakan untuk menilai hubungan langsung antara kerugian kualitas dengan kerusakan dalam proses. Dengan menggunakan metode *Quality Loss Function* tipe *Smaller The Bertter* rugi kualitas yang diterima perusahaan sebesar Rp.16,320,624,192.96.

Kata kunci - *Quality Loss Function*, Variasi Proses, Karakteristik Kualitas

Abstract

PT. XYZ is a company engaged in the processing of palm oil with the concept of production side by side with consumer orders (*make to order*). Production results do not match the specifications desired by consumers. A total of 19 parameter values of X *diglycerides* and 17 parameter values of X *triglycerides* from biodiesel products produced by the company exceed the upper and lower limit values (*out of control*) so that the cost of repairing biodiesel by the company increases. The loss function between quality assessment between damage and loss is used to assess the direct relationship between loss and damage in the process. By using the *Quality Loss Function* method of the *Smaller the Better* type the quality value received by the company is Rp. 16,320,624,192.96.

Keyword - *Quality Loss Function*, Variation of Process, Characteristic Quality

1. PENDAHULUAN

PT. XYZ salah satu industri pengolahan minyak kelapa sawit yang menghasilkan biodiesel. Setiap biodiesel yang dihasilkan dari bahan baku yang sama selalu memiliki variasi karakteristik kualitas yang berbeda sehingga mempengaruhi standar mutu produk yang dihasilkan. Kualitas adalah suatu standar khusus dimana kemampuan, kinerja, keandalana, kemudahan pemeliharaan, dan karakteristik dapat di ukur [4]. Kadar *diglicerida* dan *triglicerida* yang terkandung dalam produk merupakan salah satu faktor penentu kualitas dari biodiesel yang dihasilkan. PT. XYZ. Telah menetapkan standar kadar *diglicerida* dan *triglicerida* dari biodiesel yang dihasilkan maksimum 0,2%. Sedangkan data hasil produksi selama bulan desember 2019 menunjukkan kadar *diglicerida* dan *triglicerida* biodiesel banyak *outspec*. Seperti disajikan pada Tabel 1 berikut.

Tabel 1. Data Hasil Produksi Bulan Desember 2019 PT. XYZ

Tanggal	Total <i>Outspec</i> (ton)	Diglicerida (0.2 % max)	Triglicerida (0.2 % max)
1	1104	0.22	0.21
2	1104	0.25	0.22
3	1104	0.34	0.26
4	1104	0.29	0.25
5	1104	0.34	0.28
6	1104	0.33	0.31
7	1104	0.33	0.28
8	1104	0.40	0.38
9	1104	0.33	0.30
10	1104	0.27	0.25
11	1104	0.24	0.24
12	1104	0.34	0.33
13	1104	0.38	0.37
14	1104	0.26	0.29
15	1104	0.23	0.25
16	1104	0.20	0.23
17	0	0.18	0.16
18	736	0.21	0.18
19	1104	0.22	0.18
20	736	0.21	0.17
21	1104	0.21	0.18
22	0	0.16	0.16
23	0	0.15	0.16
24	0	0.15	0.13
25	0	0.14	0.12
26	0	0.15	0.13
27	0	0.14	0.12
28	1104	0.23	0.20
29	368	0.19	0.20
30	0	0.17	0.14

Dari Tabel 1 dapat dilihat bahwa proses produk produksi yang bermasalah berimplikasi pada banyaknya produk *out of spec*, sehingga perusahaan mengalami kerugian yang cukup banyak, karena harus membuat produk biodiesel dengan kualitas yang bagus dan dengan jumlah yang banyak agar produk *out of spec* dapat diterima konsumen.

Metode Quality Loss Function digunakan melihat besar pengaruh variasi produk terhadap biaya produksi. Hubungan fungsional antara penyimpangan dan kerugian dapat digambarkan dalam *quality loss function (QLF)* digunakan untuk menilai hubungan langsung antara *quality loss function* dengan variasi dalam proses. *Quality loss function (QLF)* dapat juga digunakan untuk menunjukkan bahwa suatu produk atau jasa berkaitan dengan kualitas dari standar [1, 6]. Besaran kerugian dialami perusahaan akibat adanya produk cacat, seperti cacat sompel, cacat pecah, dan cacat retak [9], mempengaruhi variasi karakteristik kualitas anatara lain faktor tenaga kerja, faktor pengangkutan, dan faktor material [8]. Proses produksi yang memperhatikan

kualitas akan menghasilkan kualitas pada proses yang bagus sehingga dapat menghindari kerugian pada biaya produksi.

Dengan Metode *Quality Loss Function tipe Smaller The Bertter* penelitian ini bertujuan mengetahui factor-faktor yang mengakibatkan produk biodiesel mengalami kerusakan dan mengetahui besar kerugian kualitas disebabkan kerusakan produk.

2. METODOLOGI PENELITIAN

Penelitian ini dilaksanakan di PT. XYZ yang bergerak dalam pengolahan minyak kelapa sawit berlokasi di Jalan Pelabuhan Baru Lorong Sawita. Tahapan penelitian dilakukan dalam beberapa langkah sebagai berikut:

2.1 Identifikasi Masalah

Permasalahan *out of spec* mutu biodiesel yang dihasilkan perusahaan diidentifikasi dengan jelas. Variasi karakteristik kualitas Diglicerida dan Triglicerida dari biodiesel yang dihasilkan kurang atau melebihi 0,2% mengakibatkan kerugian material, waktu dan energi Oleh karena itu, dirumuskan pemecahan masalah untuk mengatasi *out of spec*. Metode *quality loss function* dan rancangan perbaikan mutu biodiesel diharapkan dapat memberikan solusi yang tepat

2.2 Peta Kendali Parameter *Diglicerides* dan *Triglicerides*

Untuk mengontrol proses produksi digunakan peta kendali X dan peta kendali R. Data yang digunakan untuk peta kendali X adalah rata-rata dari banyaknya pengamatan dan peta kendali R menggunakan data range banyaknya pengamatan dengan persamaan sebagai berikut:

$$R = X_i \max - X_i \min \dots\dots\dots (1)$$

Dimana:

R = Range dari pengamatan

2.3 Peta Kendali Parameter X (*Diglicerides* dan *Triglicerides*)

Membuat peta kendali X (*diglicerides* dan *triglicerides*) diperlukan perhitungan untuk memperoleh nilai CL, UCL dan LCL. Dengan persamaan sebagai berikut:

$$CL = \bar{X} \dots\dots\dots (2)$$

$$UCL = \bar{X} + (A_2 x \bar{R}) \dots\dots\dots (3)$$

$$LCL = \bar{X} - (A_2 x \bar{R}) \dots\dots\dots (4)$$

$$\bar{X} = \frac{\sum X}{N} \dots\dots\dots (5)$$

Dimana:

- CL = Pusat Garis
- UCL = Batas kendali atas
- LCL = Batas kendali bawah
- N = Banyak sampel pengamatan

2.4 Peta Kendali Parameter R (*Diglicerides* dan *Triglicerides*)

Membuat peta kendali R (*diglicerides* dan *triglicerides*) menggunakan perhitungan memperoleh nilai CL, UCL dan LCL dengan persamaan sebagai berikut:

$$CL = \bar{R} \dots\dots\dots (5)$$

$$UCL = D_4 \times \bar{R} \dots\dots\dots (7)$$

$$LCL = D_3 \times \bar{R} \dots\dots\dots (8)$$

$$\bar{R} = \frac{\sum R}{N} \dots\dots\dots (9)$$

Dimana:

\bar{R} = Rata-rata pengamatan *triglycerides*

2.5 Menghitung Nilai Kapabilitas Parameter *Diglycerides* dan *Triglycerides*

Untuk menghitung kapabilitas, tahapan pelaksanaan yang dilakukan menghilangkan semua nilai parameter X (*diglycerides* dan *triglycerides*) yang tidak masuk kedalam nilai batas kendali atas dan batas kendali bawah (*out of 207actor207*). Selanjutnya menghitung ulang nilai CP, UCL, dan LCL untuk masing – masing parameter (*diglycerides* dan *triglycerides*) dilanjutkan dengan menghitung nilai kapasitas menggunakan persamaan berikut:

$$S = \frac{\bar{R}}{d_2} \dots\dots\dots (10)$$

$$CP = \frac{UCL - LCL}{6S} \dots\dots\dots (11)$$

2.6 Perhitungan Rugi Kualitas

Komponen biaya yang diperlukan untuk memproduksi ulang biodiesel *out of spec* adalah biaya energi listrik, upah tenaga kerja, bahan penolong katalis (*sodium mutilate*) dan *Chemical Methanol*.

Pada penelitian ini, menghitung rugi kualitas produk yang dihasilkan menggunakan *metode loss function smaller the better*, yang bermaksud semakin kecil target value dicapai, maka akan semakin baik. Jika target value semakin kecil maka $m=0$. Penelitian ini menggunakan satu jenis produk, persamaan sebagai berikut:

$$L(y) = k(y - m) \dots\dots\dots (12)$$

$$L(y) = k(y - 0)^2 \dots\dots\dots (13)$$

$$L(y) = ky^2 \dots\dots\dots (14)$$

$$k = \frac{L(y)}{y^2} \dots\dots\dots (15)$$

$$k = \frac{A_0}{\Delta^2} \dots\dots\dots (16)$$

Dimana:

A_0 = Biaya untuk pengerjaan ulang

Δ^2 = Toleransi Limit

k = konstanta

Y= *quality characteristic value*

Nilai k diperoleh dengan memisahkan fungsi jarak (toleransi) dari nilai karakteristik kualitas (Δ) dimana A adalah nilai *Average loss*. Jika tinjau dari titik (Δ), maka persamaan *loss function* menjadi:

$$L(y) = k(\Delta)^2, \text{ dengan } L(y) = A \dots\dots\dots (17)$$

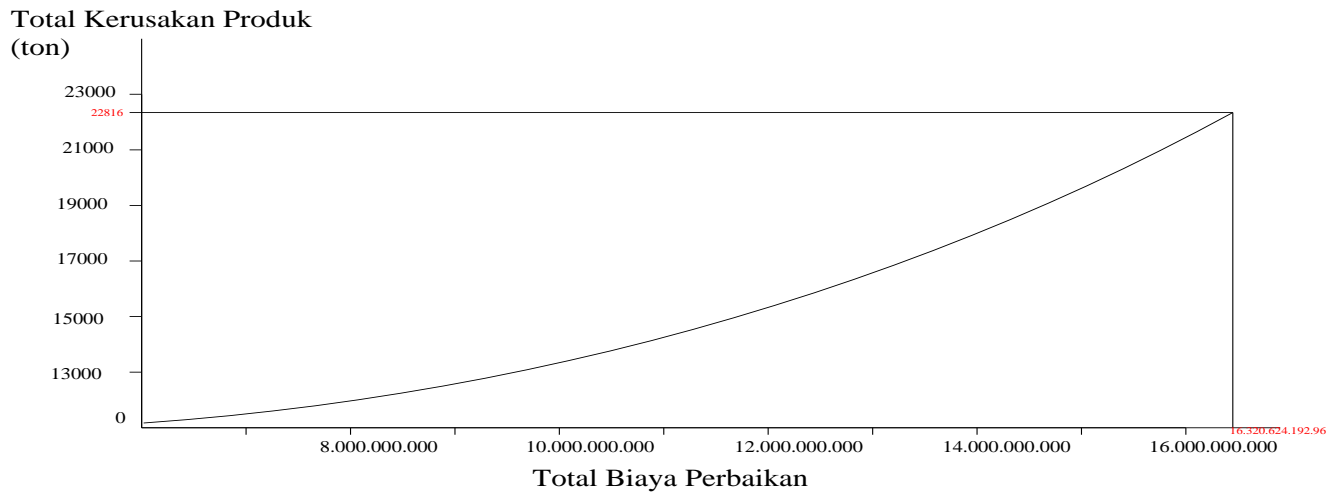
$$A = k(\Delta)^2 \dots\dots\dots (18)$$

$$k = \left(\frac{A}{\Delta^2}\right) \dots\dots\dots (19)$$

Mendapatkan nilai A_0 , kita harus menghitung dulu semua biaya yang diperlukan untuk pembuatan ulang produk biodiesel. Diantaranya sebagai berikut:

3. HASIL DAN PEMBAHASAN ANALISA

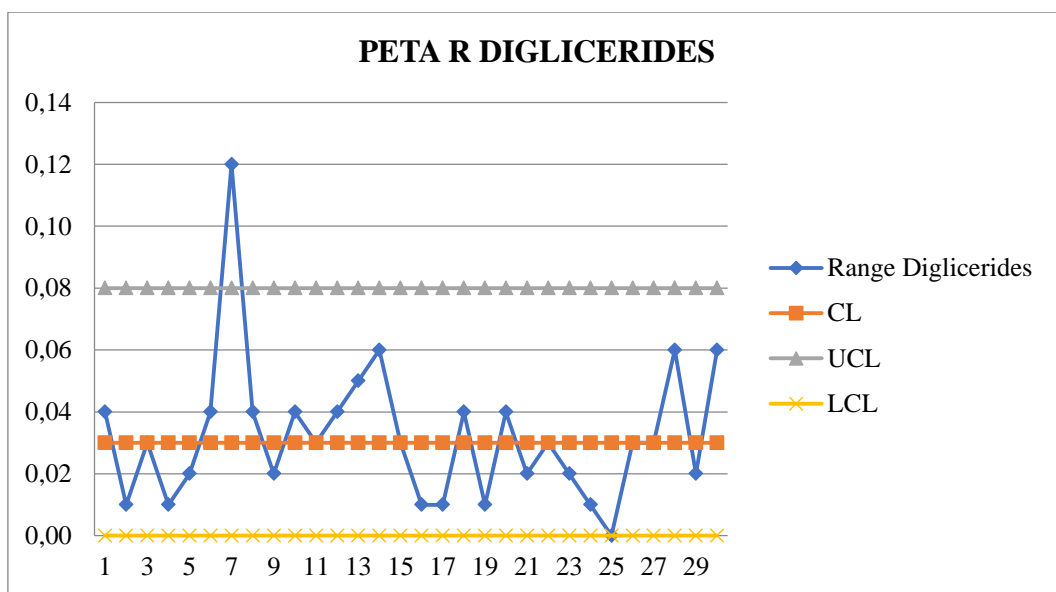
Dari hasil perhitungan *quality loss function* produk biodiesel yang diproduksi perusahaan mengalami kerusakan sebanyak 22816 ton dengan total biaya perbaikan sebesar Rp.16,320,624,192.96. jika total kerusakan produk (y) yang dihasilkan mendekati nol maka kerugian yang ditanggung perusahaan semakin kecil. Seperti disajikan pada gambar 1 berikut:



Gambar 1. Grafik Hasil Perhitungan Kerusakan Produk dengan Tipe *Smaller The Better*

3.1 Analisa Hasil Peta Kendali Parameter *Diglycerides*

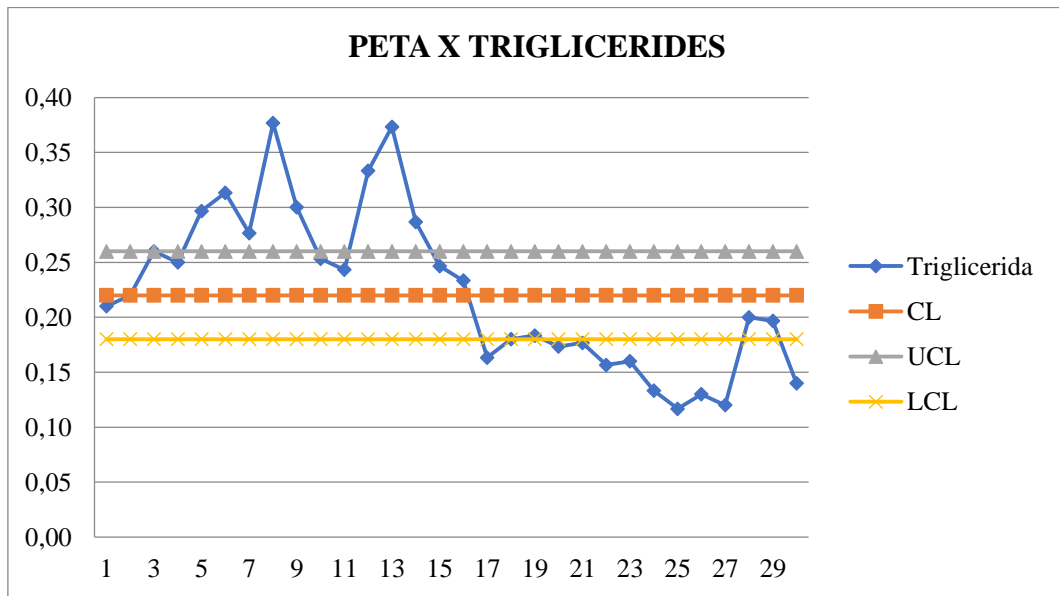
Dari hasil perhitungan peta kendali *Diglycerides*, sebanyak 19 nilai X keluar dari nilai batas atas dan nilai batas bawah, (*out of spec*) dan 11 nilai X berada dalam batas nilai atas dan batas nilai bawah (*in of spec*). Seperti disajikan pada gambar 2 berikut:



Gambar 2. Peta Kendali R Diglycerides

3.2 Analisa Hasil Peta Kendali Parameter Triglicerides

Berdasarkan hasil perhitungan peta kendali Triglicerides, sebanyak 17 nilai X keluar dari nilai batas atas dan nilai batas bawah (*out of control*) dan 13 nilai X berada dalam batas nilai atas dan batas nilai bawah (*in of control*). Seperti disajikan pada gambar 3 berikut:



Gambar 3. Peta Kendali X Triglicerides

3.3 Kapabilitas Proses Diglicerides

Dari perhitungan peta kendali *diglicerides*, 11 Nilai parameter X *diglicerides* yang masuk dalam nilai batas atas dan nilai batas bawah disajikan pada table 2 berikut:

Tabel 2. Nilai Diglicerides dan Range in of control

Tanggal	Diglicerides (X)	Range (R)
1	0.22	0.04
2	0.25	0.01
10	0.27	0.04
11	0.24	0.03
14	0.26	0.06
15	0.23	0.03
18	0.21	0.04
19	0.22	0.01
20	0.21	0.04
21	0.21	0.02
28	0.23	0.06
Jumlah	2.55	0.38
Rata-Rata	0.23	0.03

Berdasarkan peta kendali *diglicerides* yang masuk dalam batas nilai bawah dan batas nilai atas, Dengan menghitung kapabilitas proses *diglicerides* diperoleh nilai kapabilitas (S) *diglicerides* sebesar 0.0178 dan CP adalah 0.6554 kurang dari 1, hal ini menunjukkan kapabilitas proses untuk memenuhi spesifikasi yang ditentukan rendah.

3.4 Kapabilitas Proses Triglicerides

Dari perhitungan peta kendali *triglicerides*, 13 Nilai parameter X *triglicerides* yang masuk dalam nilai batas atas dan nilai batas bawah disajikan pada table 3 berikut:

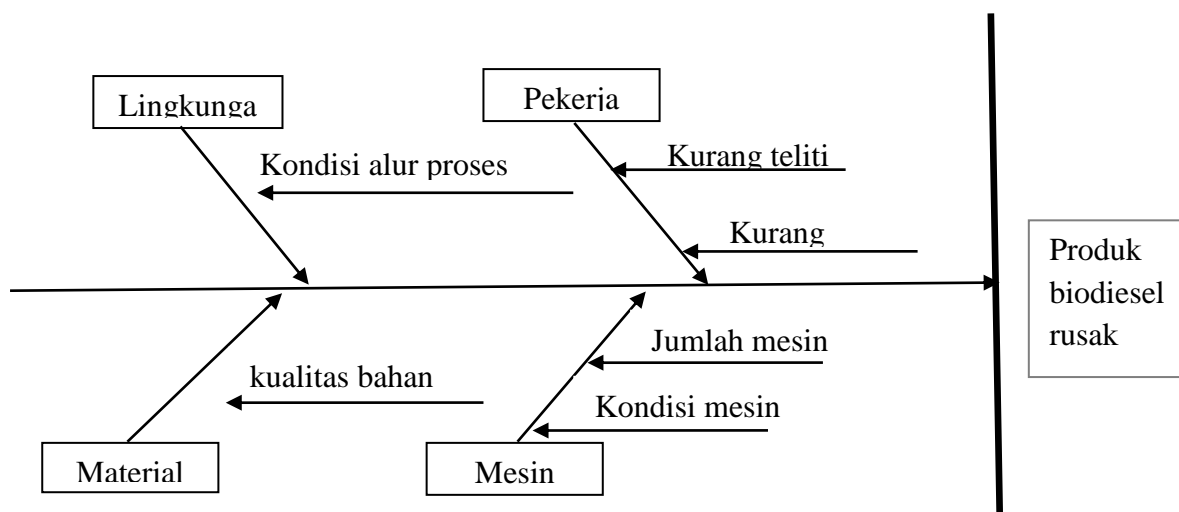
Tabel 3. Nilai Triglicerides dan *Range in of Control*

Tanggal	Triglicerides (X)	Range (R)
1	0.21	0.04
2	0.22	0.03
3	0.26	0.04
4	0.25	0.05
10	0.25	0.04
11	0.24	0.06
15	0.25	0.03
16	0.23	0.01
18	0.18	0.05
19	0.18	0.01
21	0.18	0.01
28	0.20	0.05
29	0.20	0.05
Jumlah	2.85	0.47
Rata -Rata	0.22	0.04

Dari hasil perhitungan kapabilitas proses *triglicerides* yang masuk dalam batas nilai bawah dan batas nilai atas, maka diperoleh nilai kapabilitas (S) *triglicerides* adalah 0.236 dan nilai CP sebesar 0.5070 ternyata kurang dari 1, hal ini menunjukkan kapabilitas proses untuk memenuhi spesifikasi yang ditentukan rendah.

3.5 Penyebab Kerusakan Produk

Beberapa faktor yang mengakibatkan terjadinya kerusakan pada produk biodiesel yang dihasilkan seperti diuraikan gambar 4 berikut:



Gambar 4. Diagram Sebab Akibat Kerusakan Biodiesel

Tabel 4. Faktor Yang Paling Berpengaruh Dengan Bantuan Tool 5W1H

<i>What</i>	Terjadinya kerusakan produk biodiesel pada parameter diglycerides dan triglycerides
<i>Where</i>	Terjadi pada proses reactor 1 dan reactor 2
<i>When</i>	Pada saat pencampuran / pereaksian material dengan <i>chemical</i> yang digunakan
<i>Why</i>	Karena pada saat proses pencampuran / pereaksian, model kipas untuk mengaduk cuman ada satu bagian saja di bawah, sehingga, antara material dengan <i>chemical</i> yang digunakan tidak tercampur sempurna
<i>Who</i>	Operator produksi biodiesel
<i>How</i>	Cara mengatasinya yaitu dengan mengganti model kipas yang sekarang dengan kipas yang memiliki 2 bagian, atas dan bawah, agar pencampuran dapat terjadi secara maksimal, dan juga harus mengganti motoran yang dipakai, karena kipas yang digunakan cukup besar.

Dengan menggunakan *tools* 5W dan 1H merujuk pada gambar 4, faktor yang paling mempengaruhi kualitas biodiesel yang dihasilkan perusahaan adalah mesin, hal ini disebabkan pengaduk atau kipas yang digunakan tidak dapat mengaduk semua material yang ada pada reactor, sehingga standar hasil yang diinginkan tidak tercapai.

Untuk mengatasi material bercampur dengan sempurna dengan *chemical*, model kipas yang digunakan diganti dengan kipas yang memiliki 2 bagian, atas dan bawah, agar pencampuran dapat terjadi secara maksimal, dan juga harus mengganti motor yang dipakai, karena kipas yang digunakan cukup besar.

4. KESIMPULAN

Berdasarkan dari pengolahan data dan pembahasan maka dapat ditarik kesimpulan sebagai berikut:

1. Dari 22816 ton produk rusak dan lama perbaikan 496 jam, kerugian diterima perusahaan akibat kerusakan produk biodiesel adalah sebesar Rp.16,320,624,192.96.
2. Biaya energy listrik yang dibutuhkan untuk pembuatan ulang biodiesel yang tidak memenuhi standar selama 1 jam sebesar Rp.373,180.26
3. Total upah untuk 6 (enam) pekerja memperbaiki biodiesel yang rusak dalam 1 jam Rp.113,304/jam
4. Total biaya katalis untuk perbaikan biodiesel sebesar Rp 8,503,000/jam
5. Total biaya jam pemakaian methanol untuk memperbaiki biodiesel yang rusak sebesar Rp 23,915,000/jam

5. SARAN

Berdasarkan hasil pengolahan data dan pembahasan, maka saran yang dapat diberikan sebagai berikut:

1. Dari total kerugian yang diperoleh, perusahaan sebaiknya melakukan kontrol terhadap faktor-faktor yang menyebabkan kerusakan produk biodiesel dan melakukan perbaikan dengan rancangan perbaikan yang telah di buat, agar dapat mengurangi terjadinya kerugian biaya.
2. Perlu dilakukan perbaikan pada mesin reaktor pengaduk (kipas) yang digunakan memiliki satu bagian sehingga material tidak dapat bercampur sempurna dengan *chemical* yang digunakan.
3. Perlu dilakukan penelitian lanjutan terhadap kadar asam lemak bebas pada material

minyak nabati yang melebihi 0.15% dan kandungan glycerolnya air tinggi untuk mendapatkan biodiesel yang memenuhi standar kualitas.

UCAPAN TERIMA KASIH

Terima kasih yang tidak terhingga kepada pihak perusahaan PT. XYZ yang telah membantu dan berkontribusi dalam memberikan informasi dan data-data yang dibutuhkan pada penelitian ini, terkhusus kepada pihak Fakultas Teknik dan Program Studi Teknik industri Universitas Al Azhar yang memberikan dukungan finansial selama penelitian berlangsung.

DAFTAR PUSAKA

- [1] Amri, *Analisis Pengendalian Kualitas Produk dengan Metode Taguchi pada CV. Setia Kawan*, Aceh, Seminar Nasional Aplikasi Sains dan Teknologi 2008, jurusan Teknik Industri, Universitas Malikussaleh.
- [2] Ariani, Dorothea Wahyu, *Pengendalian Kualitas Statistik*, Andi Offset, Yogyakarta, 2003.
- [3] Belavendra Nicolo, *Quality by Design Taguchi Techniques for Industrial Experimentation*, Prentice Hall Internasional, London , 1995.
- [4] Gaspersz, Vincent. *Pedoman Implementasi Program Six Sigma*. Jakarta: Gramedia Pustaka Utama.2002.
- [5] Hamzah Asadullah. *Implementasi pengendalian kualitas untuk mengurangi jumlah cacat tekstil kain katun menggunakan Metode Six Sigma pada PT.SSP*. Bandung. 2004.
- [6] Herni, Dian Susana, dkk, *Optimasi Multirespon Metode Taguchi dengan Pendekatan Quality Loss Function (Study Kasus Proses Pembakaran CO dan Temperatur Gas Buang Pada Boiler di PLTU Paiton Swasta Phase II)*, Penelitian, Jurusan Statistika, Fakultas matematika dan Ilmu pengetahuan Alam, Institut Teknologi Sepuluh Nopember (ITS).
- [7] Puspita Riana, *Pengukuran Fungsi Rugi Kualitas (Quality Loss Function) Dari Metode Taguchi Pada PT. Oleochem & Soap Industri*, Jurna Teknovasi, Vol.01, No.01 ISSN: 2355-701X, Politeknik LP3I Medan, 2014.
- [8] Siska Zayendra. *Penerapan Metode Taguchi Untuk Optimalisasi Hasil Produksi Rot*
- [9] Wawolumaja Rudy, *Perbaikan Kualitas Dock fender Menggunakan Metode Taguchi Parameter Design Pada PT. Agronesia Inkaba*, Vol.1, No.1 ISSN 2088-8015, Bandung, Jurusan Teknik Industri, Universitas Kristen Maranatha, 2011.