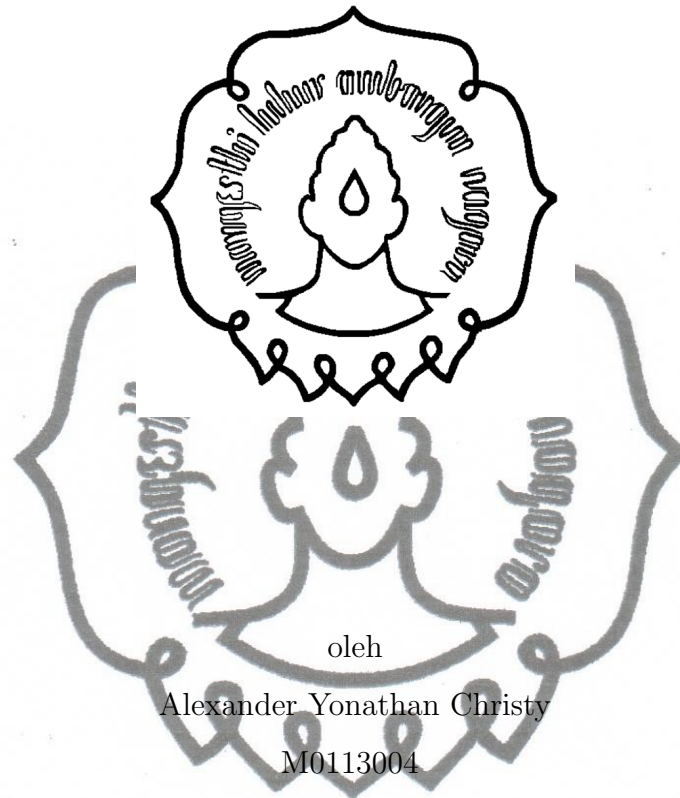


MODEL PERSEDIAAN *CLOSED-LOOP SUPPLY CHAIN*
(*CLSC*) DENGAN *REMANUFACTURING*, *REFURBISHING*,
DAN MANAJEMEN PRODUK KEDALUWARSA



SKRIPSI

ditulis dan diajukan untuk memenuhi sebagian persyaratan memperoleh gelar
Sarjana Sains Matematika

FAKULTAS MATEMATIKA DAN ILMU PENGETAHUAN ALAM
UNIVERSITAS SEBELAS MARET
SURAKARTA

2017

**MODEL PERSEDIAAN CLOSED-LOOP SUPPLY CHAIN (CLSC)
DENGAN REMANUFACTURING, REFURBISHING, DAN
MANAJEMEN PRODUK KEDALUWARSA**

SKRIPSI

ALEXANDER YONATHAN CHRISTY

NIM. M0113004

dibimbing oleh

Pembimbing I,

Dr. Dewi Retno Sari S, S.Si., M.Kom.
NIP. 19700720 199702 2 001

Pembimbing II,

Wahid Ahmad Jauhari, S.T., M.T.
NIP. 19791005 200312 1 001

telah dipertahankan di hadapan Dewan Penguji
dan dinyatakan memenuhi syarat

Dewan Penguji

Jabatan	Nama dan NIP	Tanda Tangan	Tanggal
Ketua	Dr. Sutanto, DEA NIP. 19710302 199603 1 001		13/9/2017
Sekretaris	Ririn Setiyowati, S.Si., M.Sc. NIP. 19890924 2016 1 001		8/9/2017
Anggota Penguji	Dr. Dewi Retno Sari S, S.Si., M.Kom. NIP. 19700720 199702 2 001		8/9/2017
	Wahid Ahmad Jauhari, S.T., M.T. NIP. 19791005 200312 1 001		29/8/2017

Disahkan
di Surakarta pada tanggal 13 SEP 2017

Kepala Program Studi Matematika
Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam
Universitas Sebelas Maret Surakarta

Supriyadi Wibowo, S.Si., M.Si.
NIP. 19681110 199512 1 001

PERNYATAAN

Dengan ini saya menyatakan bahwa skripsi saya yang berjudul "Model Persediaan *Closed-Loop Supply Chain* dengan *Remanufacturing*, *Refurbishing*, dan Manajemen Produk Kedaluwarsa" belum pernah diajukan untuk memperoleh gelar kesarjanaan pada suatu perguruan tinggi, dan sepanjang pengetahuan saya juga belum pernah ditulis atau dipublikasikan oleh orang lain, kecuali yang secara tertulis diacu dalam naskah ini dan disebutkan dalam daftar pustaka.



Surakarta, Juli 2017

Alexander Yonathan Christy

ABSTRAK

Alexander Yonathan Christy. 2017. MODEL PERSEDIAAN *CLOSED-LOOP SUPPLY CHAIN* DENGAN *REMANUFACTURING*, *REFURBISHING*, DAN MANAJEMEN PRODUK KEDALUWARSA. Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam. Universitas Sebelas Maret.

Menentukan harga eceran dan kualitas produk adalah hal yang penting dalam memaksimalkan keuntungan. Jika harga produk terlalu mahal atau kualitas produk terlalu rendah, maka tingkat permintaan produk menjadi sedikit. Sebaliknya, harga produk yang terlalu murah atau kualitas produk yang terlalu tinggi secara berturut-turut menyebabkan pendapatan menjadi sedikit dan biaya produksi meningkat. Model persediaan *closed-loop supply chain (CLSC)* dapat digunakan untuk menentukan harga dan kualitas produk dengan memaksimalkan keuntungan gabungan produsen, pengecer, dan pengepul.

Penelitian ini bertujuan untuk mengembangkan model persediaan *CLSC* dengan *remanufacturing*, *refurbishing*, dan manajemen produk kedaluwarsa. Model yang dikembangkan terdiri atas tiga pihak yaitu produsen, pengecer, dan pengepul yang mengumpulkan produk bekas dan mengirimkannya ke produsen untuk diolah kembali. Produk bekas yang dapat memperoleh kualitas yang sama dengan produk baru diolah dengan *remanufacturing*. *Refurbishing* digunakan apabila produk bekas pakai tidak dapat memperoleh kualitas yang sama dengan produk baru. Produk yang tidak terjual sampai melewati masa kedaluwarsanya dikirimkan ke pengepul oleh pengecer.

Model persediaan yang diperoleh diterapkan pada industri air minum dalam kemasan (AMDK). Dari penerapan, diperoleh keuntungan gabungan maksimum sebesar Rp 4.838.750,00, dengan persentase keuntungan produsen, pengecer, dan pengepul secara berturut-turut adalah 46,5%, 44%, dan 9,5%.

Kata Kunci : model persediaan, *CLSC*, keuntungan maksimum, *remanufacturing*, *refurbishing*, produk kedaluwarsa

ABSTRACT

Alexander Yonathan Christy. 2017. A CLOSED-LOOP SUPPLY CHAIN INVENTORY MODEL WITH REMANUFACTURING, REFURBISHING, AND MANAGEMENT OF THE EXPIRED PRODUCT. Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam. Universitas Sebelas Maret.

Determining the retail price and the quality of a product is essential to maximize the profit. The demand rate decreases if the price is considered expensive or the product has low quality. On the other hand, if the price is low or the quality is high, then the received profit will drop and the production cost will rise respectively. A closed-loop supply chain (CLSC) model could be used to determine the optimum price and the quality, thus the total profit of the manufacturer, retailer, and the third-party is maximized.

The purpose of this research is to develop the CLSC inventory model with remanufacturing, refurbishing, and the management of expired products. The model consists of manufacturer, retailer, and third-party which collects the used products and returns it to manufacturer to improve its quality. If the products can retrieve the original quality, thus the process is called remanufacturing. Some products cannot retrieve the original quality, thus manufacturer refurbishes this products with lower price. Retailer sends the expired products to the third-party.

The model is applied to a problem in the drinking-water industry. The obtained result for the maximum total profit is IDR 4.838.750,00. Manufacturer, retailer, and third-party receives 46.5%, 44%, and 9.5% respectively.

Keywords : inventory model, CLSC, maximum profit, remanufacturing, refurbishing, expired product

KATA PENGANTAR

Puji syukur penulis panjatkan kehadiran Tuhan Yang Maha Esa, sehingga skripsi ini dapat diselesaikan. Penyusunan skripsi ini tidak lepas dari bantuan beberapa pihak, oleh karena itu penulis mengucapkan terimakasih kepada

1. Dr. Dewi Retno Sari Saputro, S.Si., M.Kom. sebagai Dosen Pembimbing I yang telah memberikan bimbingan dan motivasi dalam penulisan skripsi.
2. Wakhid Ahmad Jauhari, S.T., M.T. sebagai Dosen Pembimbing II yang telah memberikan bimbingan dan motivasi dalam penulisan skripsi.
3. Nughthoh Arfawi Kurdhi, S.Si, M.Sc., Dr. Sutanto, DEA, dan Dra. Respatiwulan, M.Si. yang memberikan dukungan dalam menyelesaikan tugas akhir.

Semoga penelitian ini dapat bermanfaat.

Surakarta, September 2017

Penulis

Daftar Isi

HALAMAN JUDUL	i
HALAMAN PENGESAHAN	ii
PERNYATAAN	iii
ABSTRAK	iv
<i>ABSTRACT</i>	v
KATA PENGANTAR	vi
DAFTAR ISI	viii
DAFTAR TABEL	ix
DAFTAR GAMBAR	x
DAFTAR NOTASI	xi
I PENDAHULUAN	1
1.1 Latar Belakang Masalah	1
1.2 Perumusan Masalah	3
1.3 Tujuan Penelitian	3
1.4 Manfaat Penelitian	3
II LANDASAN TEORI	4
2.1 Tinjauan Pustaka	4
2.2 Teori Pendukung	6
2.2.1 Persediaan	6
2.2.2 Model Persediaan <i>CLSC</i>	10
2.2.3 Produk Kedaluwarsa	12
2.2.4 Pendekatan Kuadrat Terkecil dengan Polinomial Ortogonal	12

2.2.5	Optimasi Fungsi Multivariabel	14
2.3	Kerangka Pemikiran	15
III METODE PENELITIAN		17
3.1	Tahap Identifikasi Awal	17
3.2	Tahap Penurunan dan Penerapan Model	17
3.3	Tahap Analisis Hasil	20
IV HASIL PENELITIAN DAN PEMBAHASAN		21
4.1	Penurunan Model	22
4.1.1	Model Persediaan <i>SC</i> Sederhana	22
4.1.2	Model Persediaan <i>CLSC</i> dengan <i>remanufacturing</i>	24
4.1.3	Model Persediaan <i>CLSC</i> dengan <i>Remanufacturing, Refur-</i> <i>bishing</i> , dan Manajemen Produk Kedaluwarsa	29
4.2	Penyelesaian Optimal	35
4.3	Penerapan	37
4.4	Analisis Hasil	40
4.4.1	Analisis Grafik Keuntungan Gabungan terhadap Harga Ecer- an dan Kualitas Produk	40
4.4.2	Analisis Sensitivitas	42
4.4.3	Analisis Keuntungan Produsen, Pengecer, dan Pengepul	51
V PENUTUP		55
5.1	Kesimpulan	55
5.2	Saran	56

Daftar Tabel

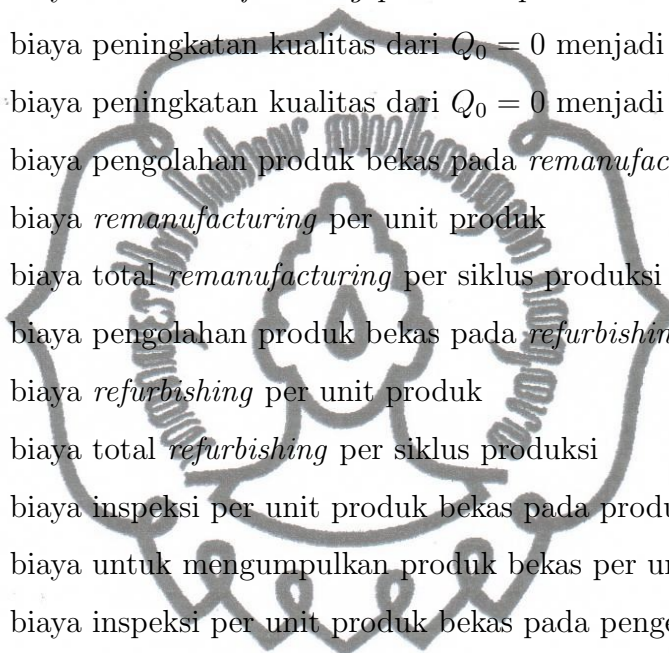
2.1	Perbandingan model-model <i>CLSC</i>	5
4.1	Data biaya dan harga pada siklus <i>CLSC</i>	40
4.2	Nilai P_R , Q , dan Π terhadap parameter yang mempengaruhi D . . .	43
4.3	Nilai P_R , Q , dan Π terhadap biaya dan harga pada produsen . . .	46
4.4	Pendekatan data Π dan P_R terhadap biaya pada produsen	47
4.5	Nilai P_R , Q , dan Π terhadap ρ dan Q_f	48
4.6	Nilai P_R , Q , dan Π terhadap parameter pada pengecer	48
4.7	Nilai P_R , Q , dan Π terhadap parameter pada pengecer	50

Daftar Gambar

2.1	Alur pengiriman produk pada model Maiti dan Giri	11
2.2	Alur pengiriman produk pada Konstantaras	11
4.1	Alur pengiriman produk pada <i>SC</i> sederhana	23
4.2	Alur pengiriman produk pada <i>CLSC</i> dengan <i>remanufacturing</i>	26
4.3	Alur pengiriman produk pada <i>CLSC</i> baru	31
4.4	Plot permintaan AMDK terhadap harga (a) dan kualitas (b)	38
4.5	Fungsi Π terhadap P_R dan Q	41

Daftar Notasi

Π_M	:	keuntungan produsen (<i>manufacturer</i>)
Π_R	:	keuntungan pengecer (<i>retailer</i>)
Π_T	:	keuntungan pengepul (<i>third party</i>)
Π	:	keuntungan gabungan (fungsi objektif)
TR_M	:	pendapatan total (<i>total revenue</i>) produsen per siklus produksi
TR_R	:	pendapatan total pengecer per siklus produksi
TR_T	:	pendapatan total pengepul per siklus produksi
TC_M	:	biaya total (<i>total cost</i>) produsen per siklus produksi
TC_R	:	biaya total pengecer per siklus produksi
TC_T	:	biaya total pengepul per siklus produksi
D	:	tingkat permintaan produk
α	:	faktor sensitivitas P_R terhadap tingkat permintaan
β	:	faktor sensitivitas Q terhadap tingkat permintaan
P_M	:	harga produk baru (dari produsen ke pengecer) per unit produk
P_R	:	harga eceran produk (variabel keputusan)
P_T	:	harga per unit produk bekas yang dijual ke produsen
P_{2nd}	:	harga produk bekas yang dijual untuk keperluan yang lain di luar sistem
P_{EX}	:	harga produk kedaluwarsa per unit produk
P_{REF}	:	harga produk <i>refurbishing</i> per unit produk
Q	:	kualitas produk (variabel keputusan)
Q_0	:	kualitas produk sebelum dilakukan proses peningkatan kualitas
Q_1	:	kualitas produk setelah dilakukan proses peningkatan kualitas
Q_r	:	kualitas produk bekas yang dikembalikan pengepul
Q_f	:	kualitas produk <i>refurbishing</i>



C_S	:	biaya pembelian bahan mentah per unit produk
C_M	:	biaya pengolahan bahan mentah pada <i>manufacturing</i> per unit produk
C_{MP}	:	biaya <i>manufacturing</i> per unit produk
TC_{MP}	:	biaya total <i>manufacturing</i> per siklus produksi
C_Q	:	biaya peningkatan kualitas dari $Q_0 = 0$ menjadi $Q_1 = 1$
TC_Q	:	biaya peningkatan kualitas dari $Q_0 = 0$ menjadi $Q_1 = Q$
C_{REM}	:	biaya pengolahan produk bekas pada <i>remanufacturing</i> per unit produk
C_{REMP}	:	biaya <i>remanufacturing</i> per unit produk
TC_{REMP}	:	biaya total <i>remanufacturing</i> per siklus produksi
C_{REF}	:	biaya pengolahan produk bekas pada <i>refurbishing</i> per unit produk
C_{REFP}	:	biaya <i>refurbishing</i> per unit produk
TC_{REFP}	:	biaya total <i>refurbishing</i> per siklus produksi
C_{IM}	:	biaya inspeksi per unit produk bekas pada produsen
C_T	:	biaya untuk mengumpulkan produk bekas per unit produk
C_{IT}	:	biaya inspeksi per unit produk bekas pada pengepul
γ	:	persentase produk kedaluwarsa
τ	:	persentase produk bekas yang dapat diolah kembali
ρ	:	persentase produk bekas dari pengepul yang dapat diolah melalui <i>remanufacturing</i>