

## Model *Economic Production Quantity (EPQ)* dengan Sinkronisasi *Demand Kontinu Dan Demand Diskrit* pada Produksi Kerupuk Ikan Sungai Khas Kalimantan Timur

Etwin Fibriane<sup>1\*</sup>, Dwi Cahyadi<sup>2</sup>, Andi Farid H<sup>3</sup>

Politeknik Negeri Samarinda, Jl. Dr.Ciptomangunkusumo Kampus Gn.Lipan Samarinda

\*E-mail: etwin.f@gmail.com

### ABSTRACT

*Economic Production Quality (EPQ) model's directs the company to minimize total cost production by reducing inventory cost. The basic model parameters of EPQ are demand, machine setup cost and inventory store cost. But in fact the company not only has a continuous demand, but sometimes the discrete demand that fulfillment is done within a certain time range. UD. Sanda as a producer of East Kalimantan typical fish crackers. In the fulfillment of consumer needs consists of 2 types of demand. This research uses quantitative method. From the review of the number of requests and calculations to the inventory level, the optimal cycle time is two times and the average cost is Rp. 3.336.750, -/period, total cost is Rp. 6.673.500,-*

**Keywords:** *EPQ, demand continous, demand descrete, inventory, fishcrackers, Kalimantan Timur*

### ABSTRAK

Model *Economic Production Quality (EPQ)* mengarahkan perusahaan agar dapat meminimalkan total biaya *produksi* dengan mereduksi biaya inventori. Parameter model dasar EPQ adalah demand, biaya setup mesin dan biaya simpan persediaan. Namun dalam kenyataannya perusahaan tidak hanya memiliki demand yang bersifat kontinu, namun sering kali terjadi demand diskrit yang pemenuhannya dilakukan dalam suatu rentang waktu tertentu. Begitu pula halnya dengan UD. Sanda sebagai produsen kerupuk ikan khas Kalimantan Timur, dalam pemenuhan kebutuhan konsumen terdiri dari 2 tipe demand. Penelitian ini menggunakan metode kuantitatif. Dari peninjauan jumlah permintaan dan perhitungan terhadap tingkat persediaan, diperoleh waktu siklus pengiriman optimal adalah 2 kali dan biaya rata-rata satu periode adalah Rp. 3.336.750,- serta biaya total sebesar Rp. 6.673.500,-

**Kata kunci:** EPQ, demand kontinu, demand diskrit, persediaan, kerupuk ikan, Kalimantan Timur

### PENDAHULUAN

Proses juga diartikan sebagai cara, metode ataupun teknik bagaimana produksi itu dilaksanakan. Produksi adalah kegiatan untuk menciptakan dana menambah kegunaan (*Utility*) suatu barang dan jasa. Proses produksi adalah suatu cara, metode ataupun teknik menambah kegunaan suatu barang dan jasa dengan menggunakan faktor produksi yang ada [24].

Perencanaan produksi adalah langkah yang sangat penting [1] karena merupakan proses menerjemahkan strategi dan tujuan perusahaan kedalam kegiatan produksi [12], salah satu prosesnya yaitu menentukan berapa ukuran lot produksi perusahaan. Bahan baku merupakan hal paling utama yang harus ada didalam perusahaan, terutama perusahaan industri, karena bahan baku merupakan bagian dari suatu proses produksi yang harus ada didalam perusahaan dan tidak dapat diabaikan keberadaannya, baik dalam kuantitas maupun

kualitas yang telah ditentukan oleh perusahaan [8].

Model persediaan yang paling banyak digunakan dalam menentukan ukuran lot produksi adalah *Economic Production Quantity (EPQ)* [9]. Tingkat produksi optimal atau *Economic Production Quantity (EPQ)* adalah sejumlah produksi tertentu yang dihasilkan dengan meminimumkan total biaya persediaan [18]. Metode *Economic Order Quantity* didalam menentukan kuantitas pembelian bahan baku pembantu yang optimal, sehingga dapat meminimalkan total biaya yang dikeluarkan oleh perusahaan setiap tahunnya [3].

Pengembangan model EPQ yang begitu luas mencakup kondisi produk multi-item, adanya kebijakan *backorder*, berkaitan dengan produk yang terdeteriorasi, adanya produk cacat, hingga kegiatan *rework*. Metode EPQ juga memiliki banyak keterbatasan dan

kondisi-kondisi yang harus dipenuhi, misalnya tentang perubahan harga yang kemungkinan terjadi, maka hendaknya perusahaan juga memperhatikan faktor perubahan harga dalam menentukan pembelian persediaan bahan baku [3].

Model EPQ klasik menjabarkan kegiatan produksi dilakukan dalam memenuhi *demand* produk yang pemenuhan ke konsumennya dilakukan setiap saat per satuan waktu. Algoritma genetika merupakan salah satu algoritma yang sangat tepat digunakan untuk penyelesaian masalah optimasi yang kompleks dan sukar diselesaikan dengan menggunakan metode yang konvensional. Algoritma ini mempunyai fleksibilitas untuk dapat diimplementasikan secara efisien pada problematika tertentu, dan bersifat mencari kemungkinan-kemungkinan untuk mendapatkan suatu solusi yang optimal bagi penyelesaian masalah dari kandidat solusi [33].

Pada situasi real di lapangan banyak kondisi-kondisi yang menyebabkan sebuah perusahaan tidak dapat menerapkan model ini. Salah satunya adalah situasi dimana perusahaan juga memiliki *demand* diskrit [18], yaitu *demand* yang dipenuhi dalam setiap rentang waktu tertentu. Ketika perusahaan juga memiliki tipe *demand* diskrit, maka sebagian hasil produksi akan tersimpan lebih lama di gudang dan meningkatkan biaya simpan produk. Hal ini dikarenakan sifat dari *demand* diskrit yang menyebabkan waktu pengiriman dapat terjadi sewaktu-waktu, tidak sesuai yang jadwalkan.

Yang menjadi perhatian bagi perusahaan adalah kuantitas pembelian dan ketidakpastian permintaan yang berasal dari luar perusahaan. Apabila ketidakpastian ini tidak diantisipasi dapat berakibat perusahaan sering mengalami *stockout* dan akan menimbulkan biaya kekurangan persediaan (*stockout cost*) yang cukup besar [23]. Untuk mengantisipasi ketidakpastian penggunaan bahan yang berasal dari dalam perusahaan, dapat dilakukan dengan membuat persediaan pengaman (*safety stock*). Persediaan pengaman ditentukan tidak terlalu besar dan juga tidak terlalu kecil. Dengan kata lain perlu ditentukan jumlah persediaan pengaman yang optimum, yaitu

persediaan yang menimbulkan biaya persediaan minimum [15].

UD. Sanda merupakan salah satu usaha kecil di daerah Kota Bangun yang bergerak di bidang produksi kerupuk ikan sungai khas Kalimantan Timur. Dalam produksinya UD Sanda, memproduksi kerupuk pasca terjadinya banjir besar, hal tersebut dikarenakan pasca banjir kapasitas ikan yang diperoleh melimpah. Kondisi alam yang berubah menyebabkan tidak dapat di prediksi kapan terjadi banjir. UD Sanda pun dalam menyediakan kerupuk ke pelanggan tidak menghitung secara pasti berapa keperluan yang harus disediakan, berapa produk yang harus dikirim ke pelanggan setiap periodenya. Berdasar latar belakang diatas maka akan di formulasikan berapa siklus pengiriman optimal dan berapa besar biaya pengiriman per periodenya.

## METODOLOGI

Metodologi penelitian menjelaskan langkah-langkah yang dilakukan dalam melaksanakan sebuah penelitian. Penelitian ini menggunakan metode kuantitatif dengan didahului oleh studi literature. Penelitian ini pun bersifat aplikatif terhadap rumus yang ada dan disesuaikan dengan kondisi di lapangan. Terkait dengan penelitian yang akan dilakukan, berikut merupakan tahapan-tahapan dari penelitian tersebut.

### 1. Literature Review

Dimulai dengan melakukan riset tentang perkembangan model *Economic Production Quantity (EPQ)* yang dilakukan dengan me-review jurnal-jurnal penelitian terdahulu yang dirangkum dalam Tabel 1. Hal ini dilakukan untuk mencari penelitian yang dapat mendukung dan menentukan apakah penelitian yang akan diangkat saat ini pernah dilakukan sebelumnya atau tidak. Hingga akhirnya diperoleh posisi penelitian yang akan akan dikembangkan saat ini.

Tabel 1 Literature Review

NO	Nama	Pembahasan
1	17	Dengan EPQ perusahaan bahan baku daging menghasilkan Total Cost lebih murah di banding dengan kebijakan perusahaan
2	18	Hasil dari algoritma genetika dapat meminumkan EPQ diperoleh hasil total cost lebih kecil dari biasanya
3	16	EPQ menghasilkan efisiensi bahan baku tepung
4	20	Solusi optimal dihitung menggunakan model optimisasi ukuran lot produksi pada sistem tidak sempurna (deteriorasi) dengan mempertimbangkan inspeksi sampling berganda.

5	2	Dengan menjumlahkan pembelian barang dagangan yang ekonomis (EPQ) dengan persediaan pengaman, maka dapat diketahui persediaan maksimum yang harus dipertahankan oleh perusahaan.	20	21	Economic Production Quantity dapat dikembangkan dengan menambahkan komponen biaya antar barang. Pada artikel ini telah diperoleh masalah optimasi berupa meminimumkan Fungsi biaya yang diperoleh dari total jumlah biaya persiapan, biaya produksi, biaya perawatan dan biaya transportasi. Dari formulasi model tersebut dapat ditentukan kapan perusahaan harus memulai produksi, berapa banyak barang yang harus diproduksi dalam satu siklus produksi, berapa besar kapasitas palet untuk satu kali pengiriman dan berapa banyak jumlah angkutan terbaik yang harus dimiliki oleh perusahaan.
6	24	Penerapan metode EPQ pada perusahaan menghasilkan biaya yang lebih murah jika dibandingkan dengan metode yang selama ini diterapkan oleh perusahaan.	21	14	Nilai ukuran kuantitas produksi optimal dan total cost yang diperoleh dengan menggunakan metode Economic Production Quantity (EPQ) adalah sebesar 43.657 unit perbulan, sedangkan untuk total cost-nya adalah Rp 7.176.177,3 perbulan. Sedangkan Nilai ukuran kuantitas produksi optimal dan total cost yang diperoleh dengan menggunakan metode Economic Order Quantity (EPQ) adalah sebesar 40.870 unit perbulan, sedangkan untuk total cost-nya adalah Rp 6.416.596,4 perbulan.
7	32	Upaya pengrajin kecil mempromosikan produknya melalui IT dan perlu pengembangan dan dukungan pemerintah agar IKM terus maju	22	5	Model EPQ dengan modifikasi 3 item yakni shortages, time varying demand and Entropy cost.
8	4	Model yang dihasilkan merupakan model optimisasi dalam penentuan ukuran lot produksi pada setiap run ke - i yang mempertimbangkan inspeksi terhadap sampel yang diambil dari lot yang dihasilkan dengan kriteria minimisasi total ongkos	23	30	Persediaan bahan baku menggunakan metode harga rata - rata dimana baik harga kontrak dan non kontrak dimasukkan dalam proses produksi maupun persediaan akhir.
9	27	Ketika demand lebih kecil daripada kapasitas, maka total ongkos yang dihasilkan merupakan total ongkos yang paling minimum dibandingkan dengan demand lebih besar daripada kapasitas dan demand sama dengan kapasitas.	24	22	Model Economic Production Quantity model dengan pengiriman produk by multiple palet system and with transportation cost.
10	13	Variabel upah berpengaruh negatif dan tidak signifikan terhadap penyerapan tenaga kerja, variabel produktivitas berpengaruh negatif dan signifikan terhadap penyerapan tenaga kerja dan variabel modal kerja berpengaruh positif dan signifikan terhadap penyerapan tenaga kerja pada industri kecil ikan asin.	25	7	Literatur review terhadap seluruh model epq yang ada dengan parameter yang berbeda, kemudian di cari gap penelitiannya.
11	31	Persediaan cukup optimal karena hanya kurang sekitar 30% dari EPQ pada dagangan beras			
12	35	Dengan menggunakan rumus Economic Order Quantity (EPQ) terjadi sedikit dari biasanya sehingga dapat kan biaya persediaan			
13	29	Bahwa pengadaan solar OQ menghasilkan titik pengiriman dan biaya minimal			
14	23	Formulasi model bertujuan untuk merumuskan model matematis dalam menghitung waktu siklus produksi yang optimal.			
15	10	Model Economic Order Quantity didapatkan hasil bahwa pemesanan bahan baku yang optimal untuk PT. NewMakmurtext sebanyak 43.195,372 m,			
16	19	Perhitungan persediaan bahan baku lebih optimal jika menggunakan EPQ			
17	11	JIT malah akan merugikan perusahaan karena tidak adanya usaha untuk mengurangi persediaannya. Lebih baik menggunakan EPQ			
18	20	Persediaan maksimum (Maximum inventory) yang harus disediakan perusahaan menurut metode EPQ adalah sebesar 4,688 m <sup>3</sup> , sedangkan menurut kebijakan perusahaan tidak ada persediaan maksimum yang disediakan perusahaan			
19	28	Dari hasil perhitungan dengan menggunakan metode EPQ, UD Nabila dapat mengetahui jumlah pembelian bahan baku optimal yang harus disediakan sehingga UD Nabila tidak terjadi pemborosan biaya dan tidak terjadi kekurangan bahan baku.			

## 2. Identifikasi dan Rumusan Masalah

Identifikasi masalah bertujuan untuk menentukan masalah apa yang akan diselesaikan dalam penelitian, kemudian permasalahan tersebut dirumuskan sehingga menjadi jelas aspek yang akan diteliti.

## 3. Formulasi Model

Formulasi model EPQ dilakukan dengan mempertimbangkan dua tipe demand, yaitu kontinu dan diskrit secara simultan untuk menentukan waktu siklus optimal  $T$ . Penentuan solusi optimal akan dilakukan dengan pendekatan aljabar, algoritma dan pendekatan simultan.

## 4. Penutup

Pada bagian penutup, hasil yang diperoleh pada penelitian ini dirangkum menjadi sebuah kesimpulan yang merujuk pada pencapaian tujuan dari penelitian dan saran yang berguna untuk pelaksanaan penelitian selanjutnya.

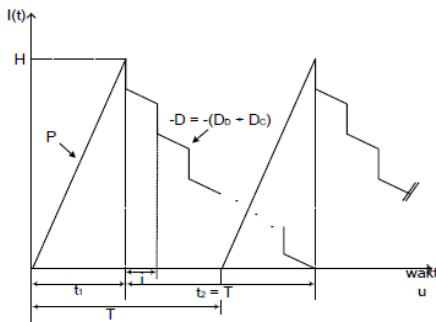
**HASIL DAN PEMBAHASAN**

**Formulasi Model**

**Asumsi dan Notasi**

Dalam penelitian ini model EPQ yang digunakan adalah aplikasi daripada penelitian [24], yakni EPQ yang tersinkronisasi *demand*-nya antara diskrit dan kontinu.

Model EPQ dikembangkan dengan mempertimbangkan dua tipe permintaan (*demand*), yaitu permintaan kontinu dan diskrit, sehingga inventory *on-hand* yang disimpan di gudang menjadi seperti yang terlihat pada Gambar 1 [23].



**Gambar 1.** Persediaan Model EPQ dengan Dua Tipe Demand [24]

Adapun asumsi dasar yang digunakan adalah:

1. Interval waktu pengiriman demand diskrit tetap
2. Komponen biaya tidak berubah sepanjang periode produksi
3. Harga produk tetap dan tidak terdapat diskon pembelian
4. *Breakdown* mesin tidak terjadi selama kegiatan produksi berlangsung
5. Tidak ada kondisi backorder dan rework
6. Deteriorasi mesin dan peralatan tidak terjadi selama kegiatan produksi
7. Kapasitas produksi dan pengiriman adalah tetap
8. Tidak terdapat *imperfect product* / produk cacat yang dihasilkan
9. Tidak ada *safety stock*
10. Selama waktu produksi, tidak ada kegiatan konsumsi produk. Demand pada siklus tersebut dipenuhi berdasarkan produksi siklus sebelumnya.
11. Produk yang diproduksi adalah single item product.

**Notasi-notasi yang digunakan dalam model tersebut adalah:**

**Variabel Keputusan**

- T : panjang waktu siklus (waktu)
- Parameter
- H : persediaan maksimal ketika kegiatan produksi berakhir (unit)
- t1 : lama waktu produksi pada satu siklus (waktu)
- t2 : waktu yang diperlukan untuk mengirimkan produk pada satu siklus (waktu)
- Q : ukuran lot produksi (unit)
- I(t) : jumlah persediaan pada waktu t (unit)
- cp : biaya produksi (Rp/unit)
- cs : biaya *set up* mesin (Rp)
- cf : biaya pengiriman tetap (Rp)
- cd : biaya pengiriman variabel (Rp/unit)
- h : biaya simpan (Rp/unit.waktu)
- h1 : biaya simpan produk yang ditanggung konsumen (Rp/unit.waktu)
- D : *demand* total (unit/waktu)
- DD : *demand* diskrit (unit/ waktu)
- DC : *demand* kontinu (unit/ waktu)
- p : kapasitas produksi (unit/ waktu)
- n : frekuensi pengiriman demand diskrit dalam satu siklus (bil. integer)
- TC(T,n) : biaya total per siklus (Rp)
- E[TCU(T,n)] : biaya rata-rata satu periode produksi (Rp)

**Formulasi Matematis**

Kegiatan memproduksi produk akhir membutuhkan biaya produksi per unit produk cp sebanyak ukuran lot produksi Q, maka biaya produksi dalam satu siklus adalah

**Biaya produksi persiklus = cp . Q (1)**

Frekuensi replenishment produk dalam satu tahun diperoleh dengan membagi demand D dan ukuran lot produksi Q, yaitu 1/T = D/Q. Oleh karena itu, diperoleh bahwa Q = TD, sehingga biaya produksi dalam satu siklus menjadi

**Biayaproduksipersiklus = cp . T . D (2)**

Sedangkan biaya set up mesin cs merupakan biaya yang diperlukan satu kali untuk proses produksi dalam setiap siklus.

**Biayasetuppersiklus = cs (3)**

Biaya pengiriman produk dibagi menjadi dua, yaitu biaya tetap cf per tiap pengiriman n untuk demand diskrit serta biaya variabel cd per unit

produk yang dikirim untuk kedua tipe demand, sehingga biaya total pengiriman produk dalam satu siklus adalah  $B$ .  
 $totalpengirimanprodukpersiklus = (n \cdot cf) + (cd \cdot T \cdot D)$  (4)

Demand diskrit dikirim  $n$  kali dalam setiap siklus dengan interval pengiriman  $i$ , sedangkan demand kontinu dikirim setiap saat sepanjang  $t_2$ . Gambar 2. menjelaskan bahwa:

$$t_1 = QP = TDP \quad (5)$$

$$H = TD \quad (6)$$

maka,

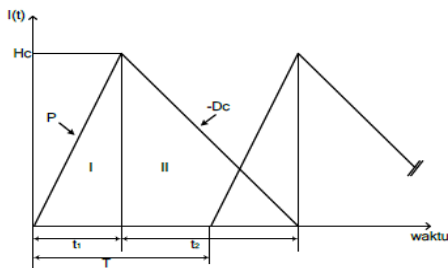
$$HD = Q = TDD \quad (7)$$

$$HC = Q = TDC \quad (8)$$

Perhitungan biaya simpan dibagi menjadi 2, yaitu biaya simpan demand kontinu dan biaya simpan demand diskrit.

**Biaya simpan demand kontinu**

$$\begin{aligned} &= \frac{1}{2} t_1 Q_c \\ &= \frac{1}{2} \left( \frac{TD}{P} \right) (TD_c) \\ &= \frac{1}{2P} T^2 \cdot D \cdot D_c \end{aligned}$$



**Gambar 2.** Persediaan Produk untuk memenuhi Demand Kontinu pada Model EPQ dengan Dua Tipe Demand[23]

Persediaan rata-rata bagian I:

$$\begin{aligned} &= \frac{1}{2} t_1 Q_c \\ &= \frac{1}{2} \left( \frac{TD}{P} \right) (TD_c) \\ &= \frac{1}{2P} T^2 \cdot D \cdot D_c \end{aligned} \quad (9)$$

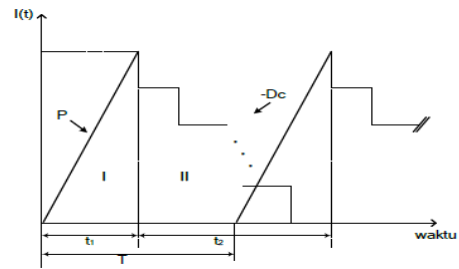
Persediaan rata-rata bagian II:

$$\begin{aligned} &= \frac{1}{2} t_2 Q_c \\ &= \frac{1}{2} (T \cdot TD_c) \\ &= \frac{1}{2} T^2 \cdot D_c \end{aligned} \quad (10)$$

Dengan biaya simpan per unit waktu adalah  $h$  maka, biaya simpan demand kontinu dalam satu siklus adalah:

$$B. simpan demand kontinu persiklus = h \cdot [(1/2) P \cdot T_2 \cdot D_c] + (1/2 \cdot T_2 \cdot h) \quad (11)$$

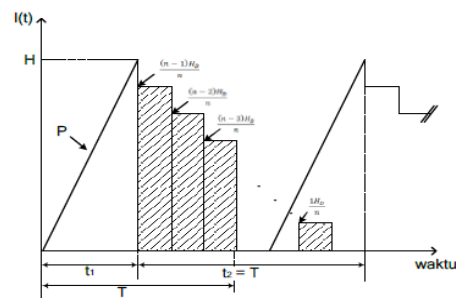
**Biaya simpan demand diskrit**



**Gambar 3.** Persediaan Produk untuk memenuhi Demand Diskrit pada Model EPQ dengan Dua Tipe Demand [23]

Persediaan rata-rata bagian I:

$$\begin{aligned} &= \frac{1}{2} t_1 Q_D \\ &= \frac{1}{2} \left( \frac{TD}{P} \right) (TD_D) \\ &= \frac{1}{2P} T^2 \cdot D \cdot D_D \end{aligned} \quad (12)$$



**Gambar 4.** Persediaan Produk Demand Diskrit selama  $t_2$  pada Model EPQ dengan Dua Tipe Demand [23]

Pada bagian II, produk dikirim  $n$  kali setiap rentang waktu  $T/n$  dengan jumlah total produk yang dikirim adalah sebanyak persediaan maksimum  $HD = QD$ . Gambar 4. memperlihatkan persediaan selama  $t_2$  untuk memenuhi demand diskrit.

Persediaan rata-rata bagian II:

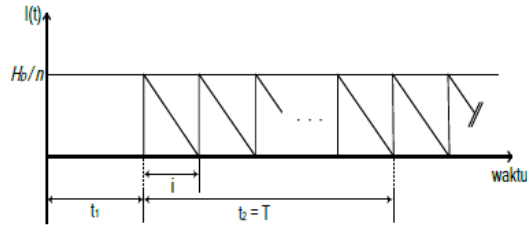
$$\begin{aligned}
 &= \left(\frac{(n-1)H_D \cdot T}{n}\right) + \left(\frac{(n-2)H_D \cdot T}{n}\right) + \left(\frac{(n-3)H_D \cdot T}{n}\right) + \dots + \left(\frac{1H_D \cdot T}{n}\right) \\
 &= \frac{H_D T}{n^2} [(n-1) + (n-2) + (n-3) + \dots + 1] \\
 &= \frac{H_D T}{n^2} \cdot \frac{n(n-1)}{2} \\
 &= \frac{(n-1)H_D T}{2n}
 \end{aligned}$$

dengan mempertimbangkan bahwa  $H_d=Q_d$ , maka diperoleh persediaan rata-rata bagian II adalah:

$$\begin{aligned}
 &= \left(\frac{n-1}{2n}\right) T \cdot Q_D \\
 &= \left(\frac{n-1}{2n}\right) T \cdot (T \cdot D_D) \\
 &= \left(\frac{n-1}{2n}\right) T^2 \cdot D_D \tag{13}
 \end{aligned}$$

Maka, biaya simpan demand diskrit dalam satu siklus adalah:

*B. simpan demand diskrit persiklus*  
 $= h \cdot [(1/2) P \cdot T_2 \cdot D \cdot ] + ((n-1/2) \cdot T_2 \cdot )]$  (14)



**Gambar 5.** Persediaan Produk Demand Diskrit yang disimpan oleh Konsumen selama  $t_2$  pada Model EPQ dengan Dua Tipe Demand[23]

Selain biaya simpan di gudang pabrik, model EPQ ini mempertimbangkan biaya simpan per unit produk yang ditanggung oleh konsumen. Ketika produk diterima oleh konsumen sebanyak  $H_D/n$ , konsumsi produk tidak dilakukan sekaligus hingga stok habis, melainkan secara bertahap. Hal ini mengakibatkan adanya biaya simpan yang harus dikeluarkan oleh konsumen.

Demand diskrit  $H_D$  dikirimkan  $n$  kali dalam satu siklus dan dalam rentang waktu yang tetap  $i$ , sehingga

$$i = \frac{T}{n} \tag{15}$$

Berdasarkan Gambar 5. jumlah persediaan setiap pengiriman adalah

$$= \frac{1}{2} \cdot \frac{H_D}{n} \cdot \frac{T}{n} \tag{16}$$

dengan frekuensi pengiriman per siklus sebanyak  $n$  maka jumlah persediaan dalam satu siklus akan menjadi

$$\begin{aligned}
 &= \left(\frac{1}{2} \cdot \frac{H_D}{n} \cdot \frac{T}{n}\right) n \\
 &= \frac{H_D T}{2n} \tag{17}
 \end{aligned}$$

Substitusikan persamaan (7), sehingga diperoleh jumlah persediaan dalam satu siklus menjadi

$$= \frac{T^2 \cdot D_D}{2n} \tag{18}$$

Maka, biaya simpan demand diskrit yang disimpan oleh konsumen dalam satu siklus adalah *B. simpan oleh konsumen persiklus*

$$= h_1 \cdot T_2 \cdot D_D \cdot 2n \tag{19}$$

**Fungsi Tujuan**

Total biaya per siklus  $TC(T,n)$  terdiri dari biaya produksi, biaya set up mesin, biaya simpan produk, baik oleh produsen maupun konsumen, serta biaya tetap dan variabel pengiriman. Maka,  $TC(T,n)$  adalah penjumlahan dari persamaan (1), (3), (4), (11), (14), dan (19) sehingga :

$$\begin{aligned}
 TC(T,n) &= c_p T D + c_s + (n c_f + c_d T D) \\
 &+ \left(\frac{h T^2 D D_c}{2P} + \frac{h T^2 D_c}{2}\right) + \left[\frac{h T^2 D D_D}{2P} + \frac{(n-1) T^2 D_D}{2n}\right] \\
 &+ \frac{h_1 T^2 D_D}{2n} \tag{20}
 \end{aligned}$$

Fungsi tujuan yang ingin dicari adalah biaya rata-rata satu periode  $E[TCU(T,n)]$ , yang merupakan hasil pembagian dari total biaya per siklus dibagi dengan panjang waktu siklus. Maka, biaya rata-rata satu periode produksi  $E[TCU(T,n)]$  dapat dirumuskan menjadi

$$\begin{aligned}
 E[TCU(T)] &= \frac{E[TC(T,n)]}{T} \\
 &= c_p D + \frac{c_s}{T} + n \frac{c_f}{T} + c_d D + \frac{h T D}{2P} (D_c + D_D) \\
 &+ \frac{h T}{2} (D_c + D_D) + \frac{T D_D}{2n} (h_1 - h) \tag{21}
 \end{aligned}$$

**Prosedur Solusi Optimal**

Panjang waktu siklus optimal dapat diperoleh dengan meminimalkan  $[(T)]$ . Dilakukan diferensiasi  $E[TCU(T)]$  terhadap  $T$  sehingga memberikan hasil turunan sebagai berikut :

Tabel 2. Hasil diferensiasi  $E[TCU(T)]$  terhadap  $T$

Bulan	Permintaan						Permintaan dan Pengiriman	Produksi
	T		S			B		
	1	2	1	2	3	1		
2015								
1	5	5	10	5	10	10	100	120
2	10	0	0	10	0	5		
3	5	5	5	10	10	0	50	
4	10	10	5	0	0	5		
5	0	5	0	0	10	10	100	140
6	5	5	5	10	5	0		
7	10	0	5	0	5	5		
8	0	10	0	0	5	5	50	
9	5	5	5	5	5	5	100	150
10	10	0	10	0	5	5		
11	0	5	0	0	5	5		
12	5	0	0	10	5	5		
2016								
1	10	5	10	0	5	5	100	100
2	0	10	10	5	5	0		
3	5	0	0	10	5	5		
4	5	5	5	0	5	5		
5	10	5	5	0	5	5	100	
6	0	10	0	0	5	5		150
7	5	5	5	5	5	5		
8	10	0	10	5	5	0		
9	5	0	5	0	5	5	100	
10	0	5	5	10	5	5		120
11	5	10	0	0	5	0	50	
12	5	5	5	10	5	5		
2017								
1	5	5	10	10	5	5	100	
2	0	10	0	5	5	5		120
3	5	0	5	0	5	5		
4	0	10	0	10	5	5		

Tabel 3. Kebutuhan dan Harga Produksi

Kebutuhan	Harga produksi
Tapioka	6500
Bumbu dan perasa	1500
Ikan	20000
Lain-lain	2000
Total	274000

Panjang waktu siklus optimal dapat diperoleh dengan meminimalkan  $E[TCU(T)]$ . Panjang waktu siklus optimal dapat dirumuskan sebagai berikut :

$$T = \sqrt{\frac{2(C_s + nC_f)}{\frac{hD^2}{P} + hD + \frac{D_D(h_1 - h)}{n}}}$$

.....(22)

Produksi UD Sanda adalah 4 kg/ jam dan produk ini diproduksi untuk memenuhi demand total sebanyak 335 kg per tahun. Produksi kerupuk menyesuaikan ketersediaan ikan di sungai pasca banjir. Biasanya per tiga bulan produksi dengan jumlah produksi rata-rata per periode adalah 137 kg. Jumlah pengiriman kontinyu adalah sebanyak 3 (tiga) kali. Persentase demand kontinyu dan diskrit masing-masing adalah 60% dan 40%. Jumlah jam kerja dalam 1 hari adalah +/- 6 jam dan jumlah hari kerja per tahun adalah 360 hari per tahun. Parameter lain yang dipertimbangkan dalam contoh ini adalah sebagai berikut: biaya setup mesin ( $c_s$ )= Rp.100.000; biaya produksi ( $c_p$ )= Rp 30.000 per kg;biaya pengiriman tetap ( $c_f$ )= Rp. 500.000 per pengiriman; biaya pengiriman variabel ( $cd$ )= Rp. 3.000 per unit; biayasimpan ( $h$ )= Rp. 1000 per unit; dan biaya simpan ditanggung konsumen( $h_1$ ) = Rp.1500 per unit. Diasumsikan bahwa pengiriman demand diskrit  $n = 2$ . Berdasarkan perhitungan dengan menggunakan Persamaan (23) diperoleh bahwa waktu siklus optimal pengiriman kerupuk ke agen adalah  $T^* = 2$ kali, total cost TC (persamaan 20) adalah Rp. 6.673.500,- dan biaya rata-rata produksi kerupuk dalam satu periode  $E[TCU(T)]$ persamaan (21)adalah Rp. 3.336.750,-

**KESIMPULAN**

Penelitian ini mencari solusi optimal dari metode *Economic Production Quantity* (EPQ) dengan mempertimbangkan dua tipe *demand* kontinyu dan diskrit secara simultan. Formulasi model yang digunakan adalah model matematis dengan demand diskrit dan kontinyu. Berdasarkan perhitungan diperoleh bahwa waktu siklus optimal pengiriman ke agenselama2 kali (awalnya waktu siklus 3 kali setahun) dan biaya produksi rata-rata satu periode adalah Rp. 3.336.750,-. Dengan besarnya biaya Total adalah Rp. 6.673.500,- / tahun.

**DAFTAR PUSTAKA**

- [1] Absi, N., Detienne, B., Auzere-Peres, S. (2012). Heuristics For The Multi-Item Capacitated Lot-Sizing Problem With Lost Sales. *Computer & Operation Research*. 40, 264 – 272
- [2] Afrizal Nilwan, Yunita Sofyandy, Goenawan. (2011). Analisis Perhitungan Economic Order Quantity (EPQ) Dan Pengaruhnya Terhadap Pengendalian Persediaan Barang Dagangan., *JURNAL Akuntansi & Keuangan* Volume 2, Nomor 2, September 2011
- [3] Agus, Cipta, dan Yulianthini. (2015). Penerapan Economic (EPQ) dalam Pengelolaan Persediaan Bahan Baku Tepung pada Usaha Pia Ariawan di Desa Banyuning Tahun 2013., *e-Journal Bisma Universitas Pendidikan Ganesha, Jurusan Manajemen*. Vol.3.
- [4] Arie Desrianty, Fifi Herni M, Adelia Septy Perdana. (2015). Model Optimisasi Ukuran Lot Produksi yang Mempertimbangkan Inspeksi Sampling dengan Kriteria Minimisasi Total Ongkos. *5th National Industrial Engineering Conference e-journal lib.itenas.ac.id/*
- [5] Arindum Mukhopadhyay and Adrijit Goswami. (2014). Economic Production Quantity (EPQ) Model For Three Type Imperfect Items With Rework And Learning In Setup. *An International Journal of Optimization and Control: Theories & Applications* Vol.4, No.1, pp.57-65 (2014)c IJOCTA ISSN:2146-0957 eISSN:2146-5703 DOI:10.11121/ijocta.01.2014.00170h <http://www.ijocta.com>
- [6] Assauri, Sofjan. (2004). *Manajemen Pemasaran*. PT. Raja Grafindo
- [7] Atul B. Borade, and Pankaj S. Ardak. (2017). A State Of Art On Economic Production Quantity Models. *Brazilian Journal of Operations & Production Management* 14 (2017), pp 183-186 ABEPRO DOI: 10.14488/BJOPM.2017.v14.n2.a5
- [8] Azmi, Zahroh, dan Maria. (2016). Analisis Metode Economic Order Quantity (EPQ) sebagai Pengendalian Persediaan Bahan Baku Pembantu. *Jurnal Administrasi Bisnis (JAB)*. Vol 33. No. 1 April 2016.
- [9] Ballou, H. Ronald. (1992). *Business Logistics Management*. (Ed. 3). Prentice-Hall, Inc : New Jersey
- [10] Cahya Karuniawan. (2015). OPTIMALISASI SISTEM PERSEDIAAN BAHAN BAKU KAIN MENGGUNAKAN METODE ECONOMIC ORDER QUANTITY (EPQ) (Studi Kasus pada : PT. New Makmurtext). e-journal [http://eprints.dinus.ac.id/16918/1/jurnal\\_16101.pdf](http://eprints.dinus.ac.id/16918/1/jurnal_16101.pdf)
- [11] Carien Valerie Sakkung. (2011). Perbandingan Metode EPQ (Economic Order Quantity) Dan Jit (Just In Time) Terhadap Efisiensi Biaya Persediaan Dan Kinerja Non-Kuangan (Studi Kasus Pada Pt Indoto Tirta Mulia). *Akurat Jurnal Ilmiah Akuntansi* Nomor 05 Tahun ke-2 Mei-Agustus 2011.
- [12] De Castro, L. E., Tabucanon, T., Nagarur, N. N. (1995). A Production Order Quantity Model With Stochastic Demand for a Chocolate Milk Manufacturer. *International Journal Production Economis*. 49, 145 – 156
- [13] Diah Nur Fadliilah, Hastarini Dwi Atmanti. (2012). ANALISIS PENYERAPAN TENAGA KERJA PADA INDUSTRI KECIL (Studi Kasus di Sentra Industri Kecil Ikan Asin di Kota Tegal). *DIPONEGORO JOURNAL OF ECONOMICS* Volume 1, Nomor 1, Tahun 2012, Halaman 1-13
- [14] Endang Mulyana, Evi Febianti, dan Kulsum Kulsum. (2015). Analisis Jumlah Produksi Dan Total Cost Produksi Menggunakan Metode Economic Production Quantity (EPQ) dan Metode Economic Order Quantity (EPQ).
- [15] Eynan. (2003). The Benefit of Flexible Production Rates in the Economic Lot Scheduling Problem. *IIE Transaction*. 35 (7), 1057-1064
- [16] Gede Agus Darmawan, Wayan Cipta, Ni Nyoman Yulianthini. (2015). Penerapan Economic Order Quantity (EPQ) Dalam Pengelolaan Persediaan Bahan Baku Tepung Pada Usaha Pia Ariawan Di Desa Banyuning Tahun 2013. *e-Journal Bisma Universitas Pendidikan Ganesha Jurusan Manajemen* (Volume 3 Tahun 2015)
- [17] Gema L dan Retno S. (2014). Analisis Pengendalian Persediaan Bahan Baku Daging Dan Ayam Dengan Menggunakan Metode Economic Order Quantity (EPQ) Pada Restoran Steak Ranjang Bandung. *e-Proceeding of Management* : Vol.1, No.3 Desember 2014 ISSN : 2355-9357



- [18] Indroprastio Erma. 2012. Analisis Pengendalian Persediaan Produk dengan Metode EPQ Menggunakan Algoritma Genetika untuk Mengefisiensikan Biaya persediaan. *Jurnal Teknik ITS*. Vol. 1. September 2012.
- [19] Intan Maesti Gani dan Marheni Eka Saputri. (2015). Analisis Peramalan Dan Pengendalian Persediaan Bahan Baku Dengan Metode EPQ pada Optimalisasi Kayu Di Perusahaan Purezento. *e-Proceeding of Management : Vol.2, No.2 Agustus 2015 | Page 2029*.
- [20] Muhammad Ryan Wirakusuma, Arie Desrianty, Hendro Prassetiyo. (2016). Model Optimisasi Ukuran Lot Produksi Pada Sistem Produksi Tidak Sempurna Dengan Mempertimbangkan Pemeriksaan Sampling Berganda Dan Proses Rework. *Reka Integra ISSN: 2338-5081*.
- [21] Mutiara Simbar, Theodora M.Katiandagho Tommy F. Lolowang, dan Jenny Baroleh. (2014). Analisis pengendalian persediaan bahan baku kayu cempaka pada industri mebel dengan menggunakan metode EPQ (studi kasus pada ud. Batu zaman). *Jurnal Ilmiah*, oktober 2014.
- [22] Nikken Prima Puspita, Siti Khabibah, dan Lucia Ratnasari. (2014). Model Optimasi Economic Production Quantity Dengan Sistem Delivery Order. *Jurnal Matematika Vol 17, No. 2, Agustus 2014 : 50-54*.
- [23] Nurike.O., Henmaidi. dan Johnrinaldi. (2016). Pengembangan Model Economic Produkcion Quantity (EPQ) dengan sinkronisasi demand diskrit dan demand Kontinyu secara simultan., *Jurnal Optimasi Sistem Industri*, Vol. 15 No. 1, April 2016:78-86
- [24] Parwita Setya Wardhani. (2015). Perencanaan Dan Pengendalian Persediaan Dengan Metode EPQ. *Media Mahardhika Vol. 13 No. 3 Mei 2015*.
- [25] Perdana., Adelia. (2008). Model Optimasi Ukuran Lot Produksi yang Mempertimbangkan Inspeksi Sampling untuk Meminimalkan Total Biaya. *Jurnal Online. Jurusan Teknik Industri. ITENAS. Bandung*.
- [26] Rangkuti., Freddy. (2004). *Manajemen Persediaan: Aplikasidi Bidang Bisnis. Grafindo Persada, Jakarta*
- [27] Rommy Hudallah Ramadlan, Hendro Prassetiyo, Arie Desrianty. (2015). Model optimisasi ukuran lot produksi pada sistem produksi yang mengalami deteriorasi dan mempertimbangkan Inspeksi sampling dengan kriteria minimisasi total ongkos. *Reka Integra ISSN: 2338-5081 Jurusan Teknik Industri Itenas | No.04 | Vol.03 Oktober 2015*
- [28] Sheila Giltania Kaluntas Noortje, M. Benu Yolanda P. I. Rori. (2016). Analisis Persediaan Bahan Baku Pada Usaha Kecil Menengah Produk Roti (Studi Kasus Ud Nabila Desa Kalasey, Kecamatan Mandolang). *Agri-Sosioekonomi – Volume 12 Nomor 2, Mei 2016 : 95-104*.
- [29] Siti Nurhasanah. (2012). Analisis Persediaan Solar Dengan Menggunakan Metode Economic Order Quantity (EPQ) pada PT Anugerah Bara Kaltim. *JURNAL EKSIS Vol.8 No.2, Agustus 2012: 2168 – 2357*
- [30] Tesalonika M. Lantang. (2013). Penerapan metode penilaian persediaan bahan baku pada pt. Cargill indonesia – copra crushing plant amurang.
- [31] Winarti Setyorini, Siti Khotimah, Lili Herlina. (2015). Analisis Persediaan Barang Dagang Beras pada Toko H.S.A Putra Pangkalan Bun. *Juristek, Vol 4 No. 1, Juli 2015, Hal 34 – 56*.
- [32] Wuri, Josephine dan Yuliana Rini Hardanti. (2006). Peranan Industri Kecil Dalam Meningkatkan Pendapatan Masyarakat : Studi Kasus Pada Industri Kerajinan Batik Kayu di Dusun Krebet, Sendangsari, Pajangan, Bantul. *KINERJA, Volume 10, No.2, Tahun. 2006. Universitas Sanata Dharma Yogyakarta*.
- [33] Yamit. Zulian. (2010). *Manajemen Kualitas Produk dan Jasa. Ekonesia. Yogyakarta*
- [34] Yulius Gessong Sampeallo. (2012). Analisis pengendalian persediaan pada ud. Bintang furniture sangasanga. *JURNAL EKSIS Vol.8 No.1, Mar 2012: 2001 – 2181*