

***ECONOMIC PRODUCTION QUANTITY* DALAM KASUS PRODUKSI
BARANG YANG TIDAK SEMPURNA DAN Pengerjaan KEMBALI SERTA
PENGEMBALIAN BARANG TANPA *STOCKOUT***

Adhie Wijaya Litianko¹, R. Heri Soelistyo², H. Djuwandi, SU³

^{1,2,3}Jurusan Matematika FSM Universitas Diponegoro

Jl. Prof. H. Soedarto, S.H. Tembalang Semarang

rianzi.48@gmail.com

robertusutomo@yahoo.co.id

Abstrak. Model EPQ biasa digunakan dalam masalah pengendalian persediaan untuk menentukan kebijakan dan mengawasi tingkat persediaan. Permasalahan persediaan adalah bagaimana cara menentukan jumlah produksi optimal dengan biaya total persediaan yang minimum. Asumsi umum yang digunakan adalah semua barang yang dihasilkan sempurna. Pada Tugas Akhir ini dibahas mengenai Model *Economic Production Quantity* dalam kasus produksi barang yang tidak sempurna dan pengerjaan kembali serta pengembalian barang tanpa *Stockout*, dimana barang yang diproduksi tidak semua sempurna dan kemungkinan adanya barang gagal. Barang yang belum sempurna akan dikerjakan kembali sebelum dapat dijual. Pada model ini juga dipertimbangkan tentang barang yang belum sempurna yang lolos dari pengawasan dan berakhir di tangan konsumen dan mengakibatkan pengembalian barang.

Kata kunci : Model *Economic Production Quantity*, Pengerjaan Kembali, Pengembalian Barang, Barang yang Tidak Sempurna

I. PENDAHULUAN

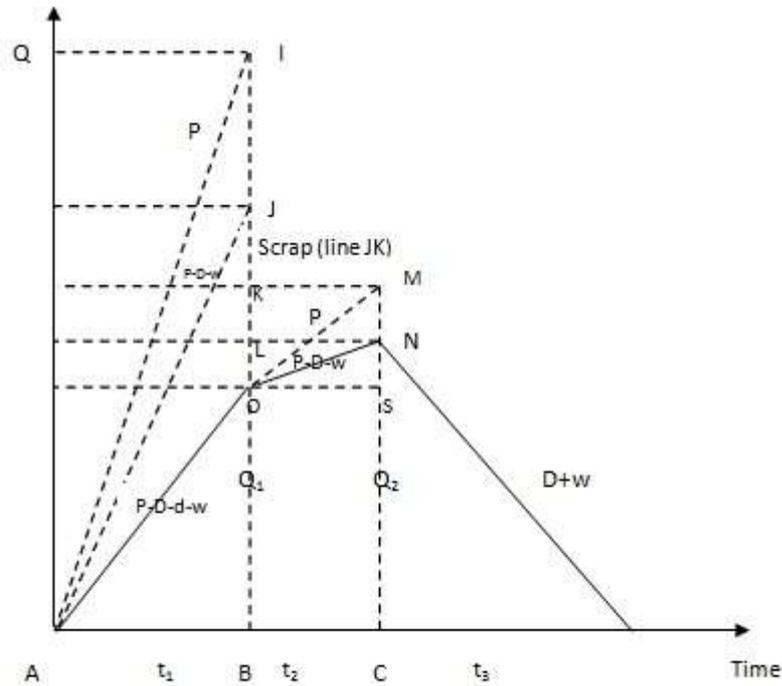
Masalah produksi merupakan masalah penting yang dihadapi oleh suatu perusahaan. Masalah umum yang dihadapi di suatu perusahaan adalah masalah kuantitatif dan kualitatif. Masalah kuantitatif yaitu hal-hal yang berkaitan dengan penentuan kebijaksanaan persediaan (berapa jumlah barang yang harus diproduksi, total biaya yang harus dikeluarkan untuk produksi suatu barang) dan masalah kualitatif yaitu hal-hal yang berkaitan dengan sistem pengoperasian produksi yang akan menjamin kelancaran pengelolaan sistem produksi (jenis barang apa saja yang dimiliki, kualitas

barang yang telah di produksi). Upaya peminimalan biaya produksi dapat dilakukan dengan model *Economic Production Quantity*.

Model *Economic Production Quantity (EPQ)* merupakan salah satu model manajemen produksi, model *Economic Production Quantity* digunakan untuk menentukan jumlah produksi optimal dengan tujuan meminimalkan biaya produksi. Biaya total produksi terdiri dari biaya persiapan (*setup cost*), biaya produksi (*production cost*), biaya penyimpanan (*holding cost*). Pada tugas akhir ini dibahas mengenai *Economic Production Quantity* dalam kasus produksi barang yang tidak sempurna dan pengerjaan kembali serta pengembalian barang tanpa *stockout*. Pada tugas akhir sebelumnya telah dibahas tentang model *Economic Production Quantity* dengan varian *setup cost* yaitu model EPQ dengan biaya *setup* yang berbeda – beda setiap waktunya [6], lalu *Economic Production Quantity* dengan mempertimbangkan *learning effect* dan *rework process* yaitu model EPQ yang mempertimbangkan adanya barang yang rusak dan perlu melakukan perbaikan sebelum dijual serta pengaruh jumlah produksi terhadap jumlah inventori dan total biaya produksi [7]. Perbedaan model pada tugas akhir ini dengan tugas akhir yang telah dibahas sebelumnya adalah pada model ini barang yang diproduksi tidak semua sempurna dan memerlukan pengerjaan kembali sebelum dijual ke pelanggan. Dalam model ini ditambahkan d yang merupakan angka dalam produksi yang menghasilkan barang yang tidak sempurna dan w sebagai barang yang sampai ke tangan konsumen dalam keadaan tidak sempurna. Hal ini terjadi karena pada kenyataannya tidak semua barang yang diproduksi sempurna.

II. HASIL PENELITIAN

Model persediaan untuk barang kasus produksi barang yang tidak sempurna dan pengerjaan kembali serta pengembalian barang tanpa *stockout* dapat dilihat pada gambar 3.1 berikut :



Gambar 3.1 Model EPQ dalam kasus produksi barang yang tidak sempurna dan pengerjaan kembali serta pengembalian barang tanpa *stockout*

Gambar 3.1 ini memperlihatkan bahwa pada t_1 yaitu pada proses produksi awal, barang – barang yang tidak sempurna dan barang gagal (*scrap items*) telah dipisahkan dengan barang yang sudah jadi terlebih dahulu sebelum proses pengerjaan kembali dimulai. nilai t_2 adalah waktu pabrik untuk memperbaiki barang yang tidak sempurna yang telah dipisahkan sebelumnya, sedangkan t_3 proses produksi sudah berhenti dan barang yg masih bisa diperbaiki telah disempurnakan. Pada saat t_3 grafik menunjukkan penurunan yang diakibatkan tidak ada lagi barang yang diproduksi dan semua barang yang ada pada inventori telah dijual seiring waktu sampai barang habis dan memulai siklus produksi selanjutnya.

Pada tahap produksi awal, dari awal sampai akhir baik barang yang sudah sempurna maupun belum diproduksi sebanyak P pada saat t_1 . Garis AO menunjukkan

garis $P-D-d-w$ dan jumlah barang naik sebesar P sekaligus dikurangi oleh permintaan D dan barang yang tidak sempurna d dan juga barang tidak sempurna yang telah dikembalikan oleh pelanggan. Dan untuk jumlah barang pada inventori adalah sebesar $P-D-d-w$ unit.

Jumlah rata – rata inventori pada 1 periode perencanaan (\bar{I}) adalah :

$$\bar{I} = \frac{1}{T} \left(\frac{1}{2} Q_1 t_1 + Q_1 t_2 + \frac{1}{2} (Q_1 - Q_2) t_2 + \frac{1}{2} Q_2 t_3 \right)$$

$$\bar{I} = \frac{Q}{2P(1-x\theta)} (P(1-x\theta)^2 - D(1+y)((1+x) - 2x(1-\theta) + (x(1-\theta))^2)$$

Setelah mengetahui jumlah inventori kita dapat menghitung total biaya keseluruhan 1 periode perencanaan yang terdiri dari total biaya persiapan, total biaya produksi barang, total biaya penyimpanan inventori, total biaya untuk pengerjaan kembali, total biaya barang yang gagal saat produksi, dan total biaya peningkatan kualitas untuk barang yang belum sempurna.

Untuk total biaya persiapan sendiri adalah :

$$\frac{C_0}{T} = \frac{D \cdot C_0}{Q(1-x\theta)}$$

Untuk total biaya produksi barang adalah:

$$\frac{Q \cdot C_p}{T} = \frac{D \cdot C_p}{(1-x\theta)}$$

Total biaya penyimpanan inventori adalah:

$$C_h \bar{I} = \frac{C_h Q}{2P(1-x\theta)} (P(1-x\theta)^2 - D(1+y)((1-x) + 2x(1-\theta) + (x(1-\theta))^2)$$

Total biaya untuk pengerjaan kembali atau perbaikan barang yang belum sempurna adalah :

$$\frac{D \cdot x \cdot C_R \cdot (1-\theta)}{(1-x\theta)}$$

Total biaya barang yang gagal saat produksi adalah:

$$\frac{D \cdot x \cdot \theta \cdot C_r}{(1-x\theta)}$$

Total biaya peningkatan kualitas untuk barang yang belum sempurna adalah:

$$\frac{D \cdot x \cdot C_Q}{(1-x\theta)}$$

Sehingga total biaya keseluruhan dalam 1 periode perencanaan dapat ditulis :

$$TC(Q) = \frac{D \cdot C_0}{Q(1-x\theta)} + \frac{D \cdot C_p}{(1-x\theta)} + \frac{C_h \cdot Q}{2P(1-x\theta)} (P(1-x\theta)^2 - D(1+y)(1+x - 2x\theta + (x(1-\theta))^2)) + \frac{D \cdot C_R \cdot x(1-\theta)}{(1-x\theta)} + \frac{D \cdot x \cdot \theta \cdot C_r}{(1-x\theta)} + \frac{D \cdot x \cdot C_Q}{(1-x\theta)}$$

Nilai Q yang optimal dapat dihitung dengan cara $\frac{dTC(Q)}{dQ} = 0$, dan hasilnya :

$$Q = \sqrt{\frac{2 \cdot P \cdot D \cdot C_0}{C_h (P(1-x\theta)^2 - D(1+y)(1+x - 2x\theta + (x(1-\theta))^2))}}$$

Untuk nilai Q akan menjadi peminimal di fungsi $TC(Q)$ asalkan $\frac{d^2TC(Q)}{dQ^2} > 0$, dijelaskan sebagai berikut :

$$\begin{aligned} \frac{d^2TC(Q)}{dQ^2} &= \frac{2D \cdot C_0}{Q^3(1-x\theta)} \\ \frac{d^2TC(Q)}{dQ^2} &> 0 \\ \frac{2D \cdot C_0}{Q^3(1-x\theta)} &> 0 \end{aligned}$$

Untuk $2D \cdot C_0$ selalu bernilai positif dikarenakan nilai permintaan (D) dan biaya persiapan (C_0) selalu positif sedangkan pada $Q^3(1-x\theta)$, nilai $(1-x\theta)$ selalu positif dikarenakan nilai proporsi terbentuknya barang belum sempurna pada produksi awal (x) hanya berkisar antara 0 sampai 0,1 dan nilai proporsi terbentuknya barang gagal (*scrap items*) (θ) paling besar bernilai 1 sehingga nilai $x\theta$ tidak pernah lebih dari satu. Dan nilai Q^* juga selalu positif sehingga nilai $Q^3(1-x\theta)$ selalu positif.

Sehingga Q^* yang optimal :

$$Q^* = \sqrt{\frac{2P \cdot D \cdot C_0}{C_h (P(1-x\theta)^2 - D(1+y)(1+x - 2x\theta + (x(1-\theta))^2))}}$$

sebagai biaya total dalam 1 periode perencanaan dan jumlah produksi yang optimal.

Untuk penerapan model tersebut akan dilakukan simulasi numerik. Simulasi numerik ini tidak diperbolehkan adanya kekurangan barang. Toko busana "Tiara"

merupakan toko yang menjual dan memproduksi sendiri berbagai macam pakaian namun dalam kasus ini khusus membahas tentang 1 jenis pakaian yaitu Kebaya (1 model) . Dalam kasus ini satu periode perencanaan diasumsikan selama satu tahun dan satu unit sama dengan satu potong Kebaya. Jumlah produksi rata – rata tiap tahunnya 268 unit sedangkan permintaan rata – rata tiap tahunnya 224 unit. Untuk setiap kali produksi diperlukan biaya persiapan (biaya pengiriman bahan dan perawatan mesin) sebesar Rp 48.000,00 dan pembuatan untuk satu Kebaya biayanya sebesar Rp 300.000,00 dan biaya penyimpanan diberikan sebesar Rp 7.100,00 per unit per tahun. Dan jika terjadi kesalahan dalam penjahitan maka Kebaya akan di bongkar dan dijahit ulang dengan biaya sebesar Rp 150.000,00 dan jika terdapat aksesoris tambahan yang rusak maka akan diganti biaya aksesoris tambahan tersebut sekitar Rp 87.000,00. Apabila Kebaya rusak atau robek dan tidak bisa diperbaiki kembali pada saat proses produksi maka Toko akan rugi seharga dengan pembuatan baju tersebut. Pada kasus kali ini proporsi terbentuknya barang yang tidak sempurna dari produksi awal (x) diambil sebesar 0.03 dan proporsi barang yang tidak sempurna sampai ke tangan pelanggan (y) sebesar 0.02 sedangkan proporsi barang gagal dari produksi barang yang tidak sempurna (θ) sebesar 0.5 . Total biaya produksi selama 3 bulan yang diperoleh dari data adalah Rp.18.100.000,00 . Dihitung jumlah pemesanan barang yang optimal, biaya total produksi secara keseluruhan selama 1 periode perencanaan yaitu 1 tahun, pengaruh parameter x , y , dan θ dalam biaya total produksi dan perbandingan biaya menggunakan EPQ dengan Sistem Produksi Barang yang Tidak Sempurna dan Pengerjaan Kembali serta Pengembalian Barang Tanpa *Backorder* dengan Total biaya produksi yang telah di dapat dari data.

Didapat besar produksi optimalnya (Q^*) :

$$Q^* = 160.553$$

$$Q^* \approx 161$$

Untuk total biaya produksi secara keseluruhan selama 1 periode perencanaan didapat :

$$TC(Q) = 70487895$$

Didapat selisih biaya dari model dengan *Economic Production Quantity* dalam kasus produksi barang yang tidak sempurna dan pengerjaan kembali serta pengembalian barang tanpa *stockout* dengan data adalah :

$$\text{Rp. } 72.400.000 - \text{Rp } 70.487.895,00 = \text{Rp } 1.912.105,00$$

Dengan efisiensi biaya :

$$\begin{aligned} \% \text{ efisiensi} &= \frac{TCD - TC(Q)}{TCD} \cdot 100\% \\ &= 2,64\% \end{aligned}$$

Berikut adalah tabel pengaruh besar x , y , θ terhadap total biaya produksi :

		Q*	Q1	Q2	T	Biaya total produksi
x	0.02	154.1394	23.50627	22.24937	0.667884	69431.5859
	0.03	160.5533	22.56347	21.5103	0.692161	70487.89528
	0.04	167.835	21.57878	20.70176	0.71988	71554.74068
	0.05	176.2	20.54618	19.80804	0.751904	72632.24933
	0.06	185.9473	19.45805	18.80766	0.789429	73720.54195
y	0.01	155.1292	23.35249	21.59912	0.675399	70491.94249
	0.02	160.5533	22.56347	21.5103	0.692161	70487.55191
	0.03	166.5892	21.74584	21.41223	0.71121	70482.96851
	0.04	173.3615	20.89625	21.30304	0.733006	70478.17039
	0.05	181.033	20.01062	21.18032	0.758153	70473.13107
θ	0.1	158.6122	22.29068	19.91245	0.692123	69238.25271
	0.2	159.0935	22.35832	20.30827	0.692135	69548.42341
	0.3	159.5774	22.42633	20.70651	0.692145	69860.47217
	0.4	160.064	22.49471	21.10718	0.692154	70174.41608
	0.5	160.5533	22.56347	21.5103	0.692161	70490.27248

Tabel 3.1 Pengaruh x , y , dan θ terhadap Total biaya produksi

Dari tabel dapat disimpulkan bahwa jika x atau proporsi terbentuknya barang yang tidak sempurna atau cacat dari produksi awal bertambah besar maka besar produksi optimal Q dan waktu produksi dalam satu periode perencanaan T ikut bertambah serta total biaya produksi satu periode perencanaan pun ikut meningkat. Banyak stok barang dalam gudang setelah konsumsi pada akhir t_1 dan t_2 berkurang.

Jika y atau proporsi barang yang tidak sempurna atau cacat yang sampai ditangan konsumen meningkat maka besar produksi optimal Q dan waktu produksi satu periode perencanaan T juga akan ikut bertambah. Banyak stok barang dalam gudang setelah konsumsi pada akhir t_1 dan t_2 berkurang. Sedangkan untuk biaya total produksi satu periode perencanaan turun ini diakibatkan oleh menurunnya total biaya penyimpanan.

Jika θ atau proporsi barang gagal (tidak bisa diperbaiki) meningkat maka besar produksi optimal Q dan waktu produksi dalam satu periode perencanaan T ikut bertambah. Banyak stok barang dalam gudang setelah konsumsi pada akhir t_1 dan t_2 bertambah serta total biaya produksi satu periode perencanaan pun ikut meningkat.

III. KESIMPULAN

Pada tugas akhir ini telah dirumuskan model optimasi Biaya yang dikeluarkan model *Economic Production Quantity* dalam kasus produksi barang yang tidak sempurna dan pengerjaan kembali serta pengembalian barang tanpa *stockout*. Perbedaan dengan model *Economic Production Quantity* yang sudah dipelajari adalah adanya kerusakan yang terjadi pada proses produksi sehingga menghasilkan barang yang tidak sempurna maupun barang gagal dan apabila barang yang belum sempurna tersebut lepas dari pengawasan dan sampai ke tangan pelanggan akan mengakibatkan pengembalian barang. Hasil model optimasi *Economic Production Quantity* dalam kasus produksi barang yang tidak sempurna dan pengerjaan kembali serta pengembalian barang tanpa *stockout* digunakan untuk melakukan simulasi numerik pada sebuah toko busana dimana tidak diperbolehkan terjadinya kekurangan barang.

Pada perhitungan di toko busana “Tiara” proporsi terbentuknya barang yang belum sempurna dari produksi awal (x) sebesar 0.03 dan proporsi barang yang belum sempurna sampai ke tangan pelanggan (y) sebesar 0.02 sedangkan proporsi barang

gagal dari produksi barang yang belum sempurna (θ) sebesar 0.5 . Maka hasil yang didapatkan adalah jumlah kebaya yang harus diproduksi optimal tiap siklusnya sebesar 161 unit. Biaya yang dikeluarkan model *Economic Production Quantity* dalam kasus produksi barang yang tidak sempurna dan pengerjaan kembali serta pengembalian barang tanpa *stockout* lebih kecil dibandingkan dengan biaya yang di dapat dari data, sehingga jika menggunakan model ini toko tersebut dapat menghemat pengeluaran sebesar 2,46% atau Rp 1.912.105,00 dalam 1 periode perencanaan.

IV.DAFTAR PUSTAKA

- [1] Widowati, Heri Sulisty, Farikhin. 2012. *Kalkulus*. Semarang : UPT UNDIP Press.
- [2] Sardjono.2008. *Kalkulus I*. Jakarta : Penerbit Universitas Terbuka.
- [3] Purcell, Edwin dan Dale Varberg. 1987. *Kalkulus dan Geometri Analitis Jilid 1*. Jakarta : Erlangga.
- [4] Pudjiastuti,BSW. 2006. *Kalkulus Diferensial dan Integral*.Yogyakarta : Graha Ilmu.
- [5] C. Krishnamoorthi and S. Panayappan, “An EPQ Model with Imperfect Production Systems with Rework of Regular Production and Sales Return, “*American Journal of Operations Research*, Vol. 2 No. 2, pp. 225-234. doi: 10.4236/ajor.2012.22026.
- [6] Havid Yogi Pratama, Ikman. 2015. *Model Economic Production Quantity (EPQ) Dengan Setup Cost yang Tidak Konstan*. Skripsi. Semarang : Universitas Diponegoro
- [7] Febriyantie, Yosephine Elly. 2015. *Model Optimasi Economic Production Quantity Dengan Mempertimbangkan Learning Effect dan Rewoking Process*. Skripsi. Semarang : Universitas Diponegoro .