
MODEL ECONOMIC PRODUCTION QUANTITY DENGAN PRODUK CACAT DAN PERBAIKAN ULANG

MODEL ECONOMIC PRODUCTION QUANTITY WITH DEFECT AND REPAIR

Fatchur Rohman¹, Said Salim Dahda² Yanuar Pandu Negoro³

Program Studi Teknik Industri, Fakultas Teknik, Universitas Muhammadiyah Gresik
Jl. Sumatera 101 GKB, Gresik 61121, Indonesia
e-mail : fatchurr94@gmail.com, said_salim@umg.ac.id, yanuar.pandu@umg.ac.id

ABSTRAK

Penelitian ini bertujuan untuk mengembangkan model Economic Production Quantity (EPQ) yang dimodifikasi dengan mempertimbangkan produk cacat dan proses perbaikan ulang, guna mengoptimalkan manajemen produksi dan persediaan. Model EPQ tradisional, yang biasanya hanya memperhitungkan biaya setup dan biaya penyimpanan, sering kali tidak cukup realistis karena tidak memasukkan biaya tambahan yang terkait dengan produk cacat dan perbaikannya. Oleh karena itu, penelitian ini mengusulkan model EPQ yang lebih detail, yang mencakup biaya perbaikan per unit, serta tingkat produksi dan perbaikan produk cacat. Melalui pengumpulan data empiris dan penggunaan teknik analisis sensitivitas, penelitian ini menganalisis dampak variasi dalam parameter kunci seperti permintaan tahunan, tingkat produksi, dan biaya perbaikan terhadap biaya total. Hasil dari contoh numerikal menunjukkan bahwa model yang dimodifikasi ini lebih akurat dalam mencerminkan kondisi produksi sebenarnya dan dapat secara signifikan mengurangi biaya total dibandingkan dengan model EPQ tradisional. Analisis sensitivitas lebih lanjut mengungkapkan bahwa perubahan dalam variabel-variabel ini dapat memiliki dampak besar pada hasil, menunjukkan pentingnya pemantauan dan penyesuaian berkelanjutan. Hasil yang diperoleh dari percobaan contoh numerikal diatas menunjukkan bahwa jumlah produksi optimal dalam satu siklus sebanyak 5385 unit dengan TIC sebesar Rp. 56.148.621. Yang membutuhkan waktu 6 hari untuk menyelesaikan produksi, *repair* hingga menghabiskan produk tersebut.

Kata kunci : *Economic Production Quantity* (EPQ), Produk Cacat

ABSTRACT

This study aims to develop a modified Economic Production Quantity (EPQ) model by considering defective products and the repair process, in order to optimize production and inventory management. Traditional EPQ models, which usually only take into account setup costs and storage costs, are often not realistic enough because they do not include the additional costs associated with defective products and their repair. Therefore, this study proposes a more detailed EPQ model, which includes the repair cost per unit, as well as the production and repair rates of defective products. Through empirical data collection and the use of sensitivity analysis techniques, this study analyzes the impact of variations in key parameters such as annual demand, production rate, and repair cost on total cost. Results from numerical examples show that this modified model more accurately reflects actual production conditions and can significantly reduce total costs compared to the traditional EPQ model. Further sensitivity analysis reveals that changes in these variables can have a large impact on the results, demonstrating the importance of continuous monitoring and adjustment. The results obtained from the numerical example experiment above show that the optimal production quantity in one cycle is 5385 units with a TIC of Rp. 56.148.621. Which takes 6 days to complete production, repair to finish the product.

Keywords : *Economic Production Quantity* (EPQ), Produk Cacat

Jejak Artikel

Upload artikel : 4 Juni 2024
Revisi : 4 Agustus 2024
Publish : 1 September 2024

1. PENDAHULUAN

Pada era industri modern yang penuh tantangan ini, manajemen produksi bukan lagi sekadar tentang memenuhi permintaan pasar dengan efisien, tetapi juga mengatasi berbagai tantangan internal yang dapat mempengaruhi efektivitas operasional perusahaan. Kepuasan pelanggan dapat dicapai dengan membuat produk yang berkualitas, harga yang kompetitif serta tepat waktu atau selalu tersedia, tapi bagi perusahaan juga tanpa mengesampingkan biaya produksi yang seefisien mungkin. (Suparti et al., 2008).

Dalam industri manufaktur, pengendalian persediaan dan proses produksi merupakan aspek krusial yang mempengaruhi efisiensi operasional dan kualitas produk akhir. Salah satu metode yang banyak digunakan untuk mengelola persediaan produksi adalah *Economic Production Quantity* (EPQ). EPQ adalah model yang menentukan jumlah optimal produksi dalam sekali produksi untuk meminimalkan total biaya persediaan, yang mencakup biaya penyimpanan, biaya penyiapan, dan biaya produksi. *Economic Production Quantity* (EPQ) sangat penting dalam mengoptimalkan proses produksi dengan menentukan jumlah yang paling hemat biaya untuk diproduksi. Model-model ini memperhitungkan faktor-faktor seperti produk cacat, pola permintaan, item yang memburuk, dan tingkat kualitas untuk meminimalkan total biaya inventaris dan memaksimalkan keuntungan (AIDurgam et al., 2019).

Namun, dalam kenyataannya, tidak semua produk yang dihasilkan dalam proses produksi bebas dari cacat. Produk cacat adalah bagian tak terpisahkan dari produksi, yang dapat disebabkan oleh berbagai faktor seperti kerusakan mesin, kesalahan manusia, atau bahan baku yang tidak memenuhi standar. Keberadaan produk cacat ini menambah kompleksitas dalam manajemen produksi dan persediaan karena perusahaan harus memutuskan bagaimana menangani produk cacat tersebut—apakah akan diperbaiki atau dibuang. Seperti yang diungkapkan oleh Nahmias (2009), "produk cacat memerlukan strategi khusus dalam manajemen produksi untuk meminimalkan dampaknya terhadap biaya dan kualitas produk" (Nahmias, 2009). Keberhasilan dalam menangani produk cacat sangat menentukan efisiensi dan efektivitas

produksi perusahaan.

Kelangsungan proses produksi dalam suatu perusahaan akan dipengaruhi oleh beberapa faktor, antara lain: Modal, teknologi, persediaan bahan baku, persediaan barang jadi dan tenaga kerja (Assauri dalam Irwadi, 2015:6).

Economic Production Quantity (EPQ) adalah sejumlah produksi tertentu yang dihasilkan dengan meminimalkan total biaya persediaan (Yamit, 2002). Model EPQ dikembangkan untuk membantu perusahaan menentukan jumlah optimal barang yang harus diproduksi atau dipesan untuk meminimalkan biaya total produksi dan persediaan. Model ini tidak hanya mempertimbangkan biaya produksi dan biaya persediaan, tetapi juga memperhitungkan biaya tambahan yang terkait dengan pengerjaan ulang atau reparasi barang cacat. Dalam konteks produksi yang melibatkan barang cacat, perusahaan perlu memiliki data yang akurat mengenai tingkat kegagalan produksi untuk dapat menghitung biaya total dengan tepat.

Penerapan model EPQ membutuhkan pemahaman yang mendalam tentang dinamika produksi perusahaan, termasuk estimasi tingkat cacat, biaya pengerjaan ulang, dan biaya persediaan. Dengan menggunakan pendekatan matematis dan analisis statistik, model ini membantu perusahaan dalam mengambil keputusan yang lebih baik dalam manajemen rantai pasokan, mengoptimalkan operasi produksi, dan mengurangi pemborosan biaya.

Dengan demikian, dalam konteks yang semakin kompleks dan kompetitif ini, pendekatan yang sistematis dan terstruktur seperti model EPQ menjadi krusial untuk memastikan bahwa perusahaan dapat menjaga keunggulannya dengan efisiensi biaya yang optimal, sambil tetap mampu menghadapi tantangan produksi yang beragam. Memahami dan menerapkan model EPQ dengan baik bukan hanya tentang menghitung angka-angka, tetapi juga tentang membangun keunggulan operasional yang berkelanjutan dan memenuhi ekspektasi pelanggan dalam hal kualitas dan waktu pengiriman.

Dalam penerapan EPQ terdapat beberapa asumsi-asumsi dasar yang melingkupi penerapan metode tersebut. Salah satu asumsi dasar adalah proses produksi berjalan dengan sempurna. Hasil produksi selalu dapat diterima dari sisi kualitas. Kondisi tersebut sangat jarang

terjadi. Untuk lebih mendekatkan EPQ dengan kenyataan yang terjadi pada sistem produksi secara umum, perlu untuk memasukkan faktor ketidak sempurnaan hasil produksi dalam penentuan ukuran produksi yang optimal.

Pada pengembangan model EPQ, sistem produksi tidak hanya menghasilkan produk yang tidak sempurna tapi juga diharapkan mampu memperbaiki hasil produksi yang tidak sempurna tersebut. Proses perbaikan tersebut mempunyai tingkat perbaikan yang berbeda dengan proses produksinya. Dengan membuat perbedaan tersebut menjadikan pengembangan model ini menjadi lebih mendekati sistem produksi yang nyata.

Penelitian ini bertujuan untuk mencari biaya persediaan minimum pada penentuan ukuran produksi dengan memperhatikan ketidak sesuaian hasil produksi dan adanya proses perbaikan. Pada bagian akhir akan diberikan percobaan numerikal yang dilakukan. Analisis sensitivitas yang juga menjadi bagian dari proses optimasi akan dimunculkan pada akhir penelitian ini.

2. METODOLOGI PENELITIAN

Pada penelitian pengembangan model EPQ ini dilakukan dengan tahapan penyelesaian sebagai berikut :

- | | |
|-----------|---|
| Langkah 1 | Merancang model EPQ dengan produk cacat dan perbaikan ulang. |
| Langkah 3 | Merumuskan algoritma untuk menghitung nilai total biaya dan kuantitas produksi yang optimal. |
| Langkah 4 | Melakukan pengujian pada rumusan yang telah dibuat. |
| Langkah 5 | Melaksanakan pengujian terhadap model algoritma dengan percobaan numerical serta analisis sensitivitas. |

Asumsi

Pada penelitian ini, pengembangan EPQ dengan produk cacat dan repair terdapat asumsi-asumsi sebagai berikut :

1. Tingkat produksi diketahui dan konstan.
2. Permintaan diketahui dan konstan.
3. Tingkat produksi lebih besar dari permintaan.
4. Biaya simpan diketahui dan

konstan.

5. Biaya pemesanan diketahui dan konstan.
6. Biaya pengerjaan ulang diketahui dan tetap per unit.
7. Tingkat cacat diketahui.
8. Lead time diketahui dan konstan.

Notasi

Beberapa notasi yang digunakan untuk penelitian pengembangan model EPQ dengan produk cacat dan perbaikan antara lain:

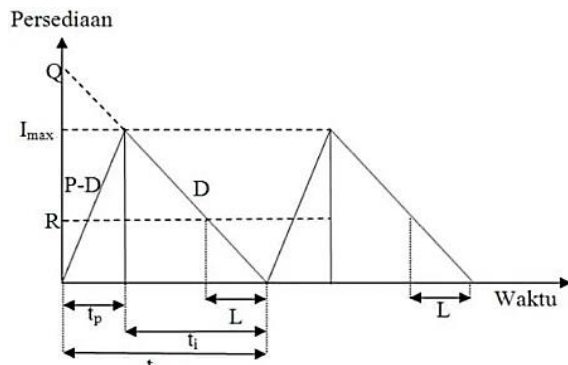
- | | |
|-------|--|
| Ch | : Biaya simpan (Rp/unit/tahun) |
| Cr | : Biaya setup (Rp/set-up) |
| Cp | : Biaya repair |
| d | :Jumlah produk cacat (unit/hari) |
| P | :Kecepatan produksi (unit/hari) |
| D | : Jumlah permintaan (unit/hari) |
| P_1 | : Kecepatan <i>repair</i> (unit/hari) |
| t_1 | : Panjang waktu produksi awal (hari) |
| t_2 | : Panjang waktu <i>repair</i> (hari) |
| t_3 | : Panjang waktu menghabiskan hasil produksi (hari) |
| T | : Panjang waktu siklus |
| Q_1 | : Jumlah inventory maksimal pada saat produksi (unit) |
| Q_2 | : Jumlah inventory maksimal pada saat <i>repair</i> . (unit) |
| Q | : Jumlah produksi (unit) |
| x | : Persentase dari jumlah produk cacat |

3. HASIL DAN PEMBAHASAN

Economic Production Quantity (EPQ)

Economic Production Quantity (EPQ) adalah sejumlah produksi tertentu yang dihasilkan dengan meminimumkan total biaya persediaan (Yamit, 2002). Dalam kerangka ini, produksi harus melebihi permintaan. Artinya, produksi diinisiasi kembali sebelum persediaan habis. Persediaan akan terus bertambah dan berkurang secara bertahap untuk memenuhi permintaan. Kekurangan persediaan tidak terjadi karena kebutuhan selalu tercukupi. Ketidak sempurnaan dalam model EPQ konvensional dapat menyebabkan ketidakefisienan dalam pengendalian persediaan jika tidak mempertimbangkan

faktor-faktor penting seperti produk cacat. (Heizer & Render, 2011).



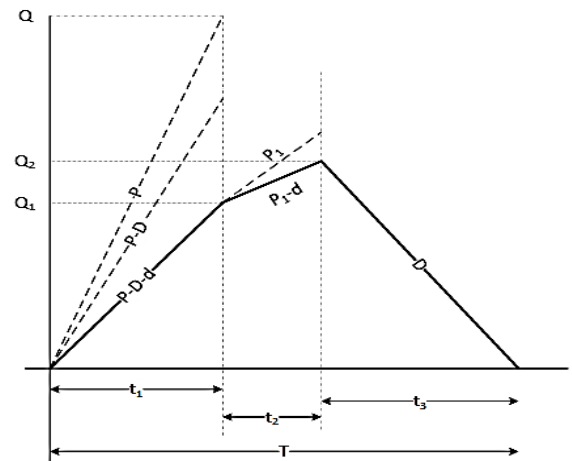
Gambar 1. Model EPQ

di mana:

- Q^* = Kuantitas produksi optimal per siklus
- D = Tingkat permintaan tahunan (units per year)
- S = Biaya setup per siklus (setup cost per order)
- H = Biaya penyimpanan per unit per tahun (holding cost per unit per year)
- P = Tingkat produksi per unit waktu (production rate per unit time)
- d = Tingkat permintaan per unit waktu (demand rate per unit time)
- R = Titik Produksi Kembali
- L = Lead time
- t = Waktu
- I_{max} = Inventory Maximal (penyimpanan maksimal)

EPQ Dengan Produk Cacat Dan Perbaikan Ulang

Penggambaran model EPQ dengan produk cacat dan perbaikan ulang dapat dilihat pada gambar 2.



Gambar 2. Model EPQ dengan produk cacat dan perbaikan ulang.

Gambar diatas memperlihatkan bahwa pada t_1 yaitu pada proses produksi awal, produk cacat telah dipisahkan dengan barang yang sudah jadi terlebih dahulu sebelum proses perbaikan ulang dimulai. Nilai t_2 adalah waktu Perusahaan untuk memperbaiki produk cacat yang telah dipisahkan sebelumnya, sedangkan t_3 proses produksi sudah berhenti dan barang cacat telah disempurnakan. Pada saat t_3 grafik menunjukkan penurunan yang diakibatkan tidak ada lagi barang yang diproduksi dan semua barang yang ada pada Gudang telah dijual seiring waktu sampai barang habis dan memulai siklus produksi selanjutnya.

Pada tahap produksi awal, dari awal sampai akhir barang yang sudah diproduksi dan sempurna sebanyak P pada saat t_1 . Garis antara t_1 dan Q_1 menunjukkan garis $P-D-d$ dan jumlah barang naik sebesar P sekaligus dikurangi oleh D dan barang cacat d .

Untuk mencari jumlah inventory maksimal pada saat produksi, didapatkan dari waktu produksi awal dikalikan dengan jumlah kecepatan produksi dikurangi jumlah permintaan dikurangi jumlah produk cacat.

$$Q_1 = t_1(P - D - d)$$

Didapatkan turunan sebagai berikut :

$$Q_1 = \frac{Q}{P}(P - D - d)$$

$$Q_1 = \frac{Q}{P}(P - D) - Qx$$

$$Q_1 = Q \left(1 - \frac{D}{P}\right) - Qx \quad (1)$$

Untuk mencari Panjang waktu produksi awal t_1 didapatkan dari toa inventori maksimal pada saat produksi dibagi dengan pengurangan kecepatan produksi, jumlah permintaan dan jumlah produk cacat.

$$t_1 = \frac{Q_1}{P-D-d} \quad (2)$$

Selanjutnya untuk mengetahui jumlah waktu pengerjaan ulang (t_2) didapatkan dari perkalian jumlah produk cacat dan jumlah produksi maksimal dibagikan dengan perkalian kecepatan produksi dan kecepatan perbaikan ulang. Maka didapatkan rumus sebagai berikut :

$$\begin{aligned} t_2 &= \frac{dQ}{PP_1} \\ &= \frac{Qx}{P_1} \end{aligned} \quad (3)$$

Untuk menentukan jumlah inventory maksimal pada saat pengerjaan ulang (Q_2) didapatkan turunan sebagai berikut :

$$\begin{aligned} Q_2 &= Q - \frac{QD}{P} - \frac{QdD}{PP_1} \\ &= Q \left(1 - \frac{D}{P}\right) - \frac{QxD}{P_1} \end{aligned} \quad (4)$$

Sedangkan Panjang waktu menghabiskan hasil produksi didapatkan turunan sebagai berikut :

$$\begin{aligned} t_3 &= \frac{Q_2}{D} \\ &= \frac{Q}{D} - \frac{Q}{P} \left(1 + \frac{d}{P_1}\right) \\ &= \frac{Q}{D} \left(1 - \frac{D}{P}\right) - \frac{Qx}{P_1} \end{aligned} \quad (5)$$

Setelah mengetahui 5 persamaan diatas, peneliti dapat menghitung persediaan maksimal. Didapatkan persamaan sebagai berikut :

$$Q_{\max} = \frac{1}{T} \left\{ \frac{Q_1 t_1}{2} + \frac{Q_1 + Q_2}{2} t_2 + \frac{Q_2 t_3}{2} \right\}$$

Setelah mendapatkan persamaan diatas, kemudian dijumlahkan seluruh hasil turunan

pada setiap notasi. Didapatkan turunan sebagai berikut :

$\frac{1}{T} \cdot \frac{Q_1 t_1}{2}$ sebagai berikut :

$$\frac{1}{2} \left\{ \frac{Q}{P}(P - D) - \frac{Qd}{P} \right\} \cdot \frac{D}{Q} = \frac{QD}{2P} \left(1 - \frac{D}{P}\right) - \frac{QdD}{2P^2} = \frac{QD}{2P} \left(1 - \frac{D}{P}\right) - \frac{QxD}{2P} \quad (6)$$

$\frac{1}{T} \cdot \frac{Q_1 + Q_2}{2} t_2$ sebagai berikut :

$$\begin{aligned} &\frac{1}{2} \left\{ Q \left(1 - \frac{D}{P}\right) - \frac{Qd}{P} + Q \left(1 - \frac{D}{P}\right) - \frac{QdD}{PP_1} \right\} \frac{Qd}{PP_1} \cdot \frac{D}{Q} \\ &\frac{1}{2} \left\{ 2Q \left(1 - \frac{D}{P}\right) - \frac{Qd}{P} - \frac{QdD}{PP_1} \right\} \frac{dD}{PP_1} \\ &\left\{ \frac{QdD}{PP_1} \left(1 - \frac{D}{P}\right) - \frac{Qd^2D}{2P^2P_1} - \frac{Qd^2D^2}{2P^2P_1^2} \right\} \\ &\left\{ \frac{QxD}{P_1} \left(1 - \frac{D}{P}\right) - \frac{Qx^2D}{2P_1} - \frac{Qd^2D^2}{2P^2P_1^2} \right\} \end{aligned} \quad (7)$$

$\frac{1}{T} \cdot \frac{Q_2 t_3}{2}$ sebagai berikut :

$$\begin{aligned} &\left\{ Q \left(1 - \frac{D}{P}\right) - \frac{QdD}{PP_1} \right\}^2 \cdot \frac{1}{2D} \cdot \frac{D}{Q} \\ &\left\{ Q^2 \left(1 - \frac{D}{P}\right)^2 + \left\{ \frac{QdD}{PP_1} \right\}^2 - 2Q \left(1 - \frac{D}{P}\right) \cdot \frac{QdD}{PP_1} \right\} \cdot \frac{1}{2Q} \\ &\left\{ \frac{Q}{2} \left(1 - \frac{D}{P}\right)^2 + \frac{Qd^2D^2}{P^2P_1^2} - Q \left(1 - \frac{D}{P}\right) \cdot \frac{dD}{PP_1} \right\} \\ &\left\{ \frac{Q}{2} \left(1 - \frac{D}{P}\right)^2 + \frac{Qx^2D^2}{2P_1^2} - Q \left(1 - \frac{D}{P}\right) \cdot \frac{Dx}{P_1} \right\} \end{aligned} \quad (8)$$

Setelah memasukkan semua turunan, selanjutnya persamaan (6), (7) dan (8) dijumlahkan.

$$\begin{aligned} &\left(\frac{QD}{2P} \left(1 - \frac{D}{P}\right) - \frac{QxD}{2P} \right) + \left(\frac{QDx}{P_1} \left(1 - \frac{D}{P}\right) - \frac{QDx^2}{2P_1} - \frac{QD^2x^2}{2P_1^2} \right) + \left(\frac{Q}{2} \left(1 - \frac{D}{P}\right)^2 + \frac{QD^2}{2P_1^2} x^2 - Q \left(1 - \frac{D}{P}\right) \cdot \frac{D}{P_1} x \right) \\ &\frac{QD}{P} \cdot \frac{D}{P_1} x \frac{QD}{2P} \left(1 - \frac{D}{P}\right) + \frac{Q}{2} \left(1 - \frac{D}{P}\right)^2 - \frac{QxD}{2P} - \frac{QDx^2}{2P_1} \end{aligned}$$

$$\frac{QD}{2P} \left(1 - \frac{D}{P}\right) + \frac{Q}{2} \left(1 - \frac{D}{P}\right)^2 - \frac{QxD}{2P} - \frac{QDx^2}{2P_1}$$

$$\begin{aligned} & \frac{QD}{2P} - \frac{QD^2}{2P^2} + \frac{Q}{2} + \frac{QD^2}{2P^2} - \frac{2QD}{2P} - \frac{QxD}{2P} - \frac{QDx^2}{2P_1} \\ & \frac{Q}{2} \left(\frac{D}{P} + 1 - \frac{2D}{P} - \frac{xD}{P} - \frac{x^2D}{P_1} \right) \\ & \frac{Q}{2} \left(1 - \frac{D}{P} - \frac{xD}{P} - \frac{x^2D}{P_1} \right) \end{aligned} \quad (9)$$

Setelah mengetahui persamaan diatas dan persediaan maksimal, peneliti dapat menghitung total biaya dalam satu periode perencanaan yang terdiri dari total biaya simpan, total biaya biaya persiapan dan total biaya perbaikan ulang.

Untuk total biaya simpan adalah :

$$\frac{ChQ}{2} \left(1 - \frac{D}{P} - \frac{xD}{P} - \frac{x^2D}{P_1} \right)$$

Untuk total biaya persiapan adalah :

$$\frac{CrD}{Q}$$

Untuk total biaya perbaikan ulang adalah :

$$Cp \cdot Qx \cdot \frac{D}{Q}$$

Sehingga total biaya persediaan dapat ditulis :

$$TIC = \frac{ChQ}{2} \left(1 - \frac{D}{P} - \frac{xD}{P} - \frac{x^2D}{P_1} \right) + \frac{CrD}{Q} + Cp \cdot Qx \cdot \frac{D}{Q} \quad (10)$$

Nilai Q yang optimal dapat dihitung dengan cara $\frac{dTIC}{dQ} = 0$ dan hasilnya :

$$\begin{aligned} \frac{dTIC}{dQ} &= \frac{Ch}{2} \left(1 - \frac{D}{P} - \frac{xD}{P} - \frac{x^2D}{P_1} \right) - \frac{CrD}{Q^2} \\ Q^2 &= \frac{2CrD}{Ch \left(1 - \frac{D}{P} - \frac{xD}{P} - \frac{x^2D}{P_1} \right)} \\ Q^* &= \sqrt{\frac{2CrD}{Ch \left(1 - \frac{D}{P} - \frac{xD}{P} - \frac{x^2D}{P_1} \right)}} \end{aligned} \quad (11)$$

Setelah mendapatkan algoritma untuk menentukan total biaya persediaan dan kuantitas optimal dalam sekali siklus produksi, maka dilanjutkan dengan pengujian konveksitas. Pengujian konveksitas dijalankan dengan menggunakan diferensial ke 2. Kondisi

dinyatakan lolos jika uji konveksitas mencapai $\frac{d^2TIC}{dQ^2} > 0$, dijelaskan sebagai berikut :

$$\frac{d^2TIC}{dQ^2} = \frac{2CrD}{Q^3} > 0$$

Terbukti nilai $\frac{d^2TIC}{dQ^2}$ positif, sehingga dapat dikatakan lulus uji konveksitas yang menartikan rumus tersebut mempunyai TIC yang minimal.

Contoh Numerikal

Dalam bab ini, peneliti akan mengilustrasikan penerapan model Economic Production Quantity (EPQ) yang dimodifikasi untuk memperhitungkan produk cacat dan proses perbaikan melalui contoh numerikal. Contoh ini bertujuan untuk memberikan pemahaman yang lebih mendalam tentang bagaimana model yang dikembangkan dapat diterapkan dalam situasi nyata dan bagaimana variasi dalam parameter kunci mempengaruhi hasil yang diperoleh. Melalui simulasi dan perhitungan, peneliti akan melihat bagaimana keputusan terkait produksi, penyimpanan, dan perbaikan produk dapat dioptimalkan untuk meminimalkan biaya total dan meningkatkan efisiensi operasional perusahaan. Seperti pada asumsi-asumsi diatas, biaya dan notasi yang menjadi variabel sebagai berikut:

Ch	: Rp. 12.500/unit/tahun
Cr	: Rp. 90.000/set-up
Cp	: Rp. 25.000/unit
d	: 2353 unit/tahun
P	: 47060 unit/tahun
D	: 43749 unit/tahun
P1	: 50880 unit/tahun

Hasil perhitungan dengan contoh numerikal dapat dilihat pada tabel berikut :

Tabel 1. Analisis sensitivitas

	x	Ch	Cr	T	Q*	TIC
x	5%	Rp 12,500	Rp 90,000	38.4	5385	Rp 56,148,621
	6%	Rp 12,500	Rp 90,000	52.82	7404	Rp 66,686,669
	7%	Rp 12,500	Rp 90,000	173.15	24279	Rp 76,885,097
Ch	5%	Rp 11,000	Rp 90,000	40.94	5740	Rp 56,058,075
	5%	Rp 13,000	Rp 90,000	37.66	5280	Rp 56,177,581
	5%	Rp 14,000	Rp 90,000	36.29	5088	Rp 56,233,878
Cr	5%	Rp 12,500	Rp 80,000	36.21	5077	Rp 56,064,986
	5%	Rp 12,500	Rp 85,000	37.32	5233	Rp 56,107,419
	5%	Rp 12,500	Rp 70,000	33.87	4749	Rp 55,975,940

Dari tabel diatas disimpulkan, bahwa jika x atau persentase poduk cacat bertambah tetapi biaya simpan Ch dan biaya *set-up* Cr tetap pada Rp 12.500 dan Rp 90.000, maka jumlah waktu dalam satu siklus T dan jumla produksi optimal Q^* ikut bertambah dan waktu dalam satu siklus lebih lama serta total biaya persediaan pun ikut meningkat.

Jika Ch atau biaya simpan meningkat tetapi persentase produk cacat x dan biaya *set-up* tetap, maka jumlah waktu dalam satu siklus T dan jumlah produksi optimal Q^* menurun. Sedangkan untuk total biaya persediaan meningkat.

Jika Cr atau biaya set-up bertambah tetapi persentase produk cacat dan biaya simpan tetap, maka jumlah waktu dalam satu siklus dan jumlah produksi optimal ikut bertambah serta total biaya persediaan pun ikut meningkat.

4. KESIMPULAN

Pada tugas akhir ini telah dirumuskan model *Economic Production Quantity* dengan mempertimbangkan produk cacat dan perbaikan ulang. Perbedaan dengan model Economic Production Quantity yang sudah dipelajari adalah adanya kerusakan yang terjadi pada proses produksi sehingga menghasilkan barang yang tidak sempurna atau cacat 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* dengan mempertimbangkan produk cacat dan perbaikan ulang digunakan untuk melakukan simulasi pada sebuah UMKM dimana tidak diperbolehkan terjadinya kekurangan barang. Hasil perhitungan pada UD.XYZ dengan biaya simpan (Ch) sebesar Rp 12.500/unit/tahun dan biaya *set-up* (Cr) sebesar Rp 90.000 dan biaya perbaikan ulang (Cp) sebesar Rp 25.000. Untuk Tingkat permintaan dalam satu tahun sebanyak 43749 unit dan

Tingkat produksi 47060 unit/tahun. Maka hasil yang didapatkan adalah jumlah waktu dalam satu siklus sebesar 38,40 hari dan jumlah yang harus diproduksi optimal tiap siklusnya sebesar 5385 unit. Biaya yang dikeluarkan model *Economic Production Quantity* dengan mempertimbangkan produk cacat dan perbaikan ulang sebesar Rp. 56.148.621.

DAFTAR PUSTAKA

- Firmansyah, A. F. (2022). Model Persediaan Integrasi Satu Produsen Dua Buyer Untuk Menentukan Kuantitas Produksi Yang Optimal. *SITEKIN: Jurnal Sains, Teknologi dan Industri*, 20(1), 361-368.
- Hayek, P. A., & Salameh, M. K. (2001). Production lot sizing with the reworking of imperfect quality items produced. *Production planning & control*, 12(6), 584-590.
- Krishnamoorthi, C., & Panayappan, S. (2013). An EPQ model for an imperfect production system with rework and shortages. *International Journal of Operational Research*, 17(1), 104-124.
- Manurung, S., Fatma, E., & Sukoyo, S. (2021). Pengembangan Model EPQ dengan Variasi Biaya Setup dan Biaya Penyimpanan serta Pengiriman Diskrit. *Jurnal Riset Teknologi Industri*, 15(2), 209-221.
- Naibaho, S. P., Sibuea, S. R., & Harahap, B. (2024). Penerapan Metode Economic Production Quantity (EPQ) untuk Menghitung Tingkat Pengendalian Produksi Optimal Coffee Beans. *Blend Sains Jurnal Teknik*, 2(4), 360-370.
- Prastya, Y., Irawati, T., & Nugroho, B. S. (2019). Metode Economic Production Quantity Dalam Sistem Perencanaan Dan Pengalihan Produksi. *Jurnal Teknologi Informasi dan Komunikasi (TIKomSiN)*, 7(1).
- Utama, D. M., Wardani, D. P., Halifah, S. T., & Pradikta, D. C. (2019). Model Economic Production Quantity dengan Rework Process dan Batasan Gudang. *Jurnal Sistem dan Manajemen Industri*, 3(1), 43-49.

- NUHA, T. U. (2023). *PERENCANAAN PERSEDIAAN PRODUK MENGGUNAKAN ANALISIS ALWAYS BETTER CONTROL (ABC) DAN METODE ECONOMIC ORDER QUANTITY (EOQ), ECONOMIC PRODUCTION QUANTITY (EPQ)(STUDI KASUS UMKM. KWARON COLLECTION)* (Doctoral dissertation, Universitas Islam Sultan Agung).
- Madilah, A. J., Sutrisno, A., & Mende, J. (2013). Penentuan Persediaan Bahan Baku Kopra Pada PT. Salim Ivomas Pratama Tbk Dengan Pendekatan EPQ (Economic Production Quantity). *JURNAL POROS TEKNIK MESIN UNSRAT*, 2(2).
- Litianko, A. W. (2016). Economic Production Quantity Dalam Kasus Produksi Barang Yang Tidak Sempurna Dan Pengerjaan Kembali Serta Pengembalian Barang Tanpa Stockout. *Jurnal Matematika*, 5(2).
- Hidayat, H. (2020). Application of the EOQ (Economic Order Quantity) Method in Determining Chemical Supplies in PT. Semen Indonesia. *International Journal of Science, Engineering and Information Technology*, 5(1), 226-230.