

Integrated Inventory Model for Single Vendor Single Buyer Considering the Level of Product Defects

Model Persediaan Terintegrasi untuk Produsen Tunggal Pembeli Tunggal dengan Mempertimbangkan Tingkat Cacat Hasil Produksi

Arwin Firman Rahmanto¹, Said Salim Dahda^{1*}

Abstract

The supply chain is one of the factors that are very influential in the production process in a company. In actual conditions, often in the production process, there are still many defective products that will be sent to buyers. Therefore, this study aims to propose a single-vendor single-buyer inventory model with consideration of the presence of defective products to minimize the total joint inventory cost. An iterative algorithm is used to obtain optimal values of the frequency of shipments and the cycle length resulting in a minimum total joint inventory cost. The results of the numerical examples and sensitivity analysis indicate that proposed integrated model gives a significant cost saving along with a high percentage of defective products.

Keywords

Inventory Model, Defective Products, Supply Chain

Abstrak

Supply chain atau rantai pasok merupakan salah satu faktor yang sangat berpengaruh dalam proses produksi di suatu perusahaan. Pada kondisi yang sebenarnya, seringkali pada proses produksi masih banyak ditemukan produk cacat yang nantinya akan terkirim kepada pembeli. Oleh karena itu, penelitian ini bertujuan untuk mengusulkan sebuah model persediaan produsen tunggal pembeli tunggal dengan pertimbangan adanya produk cacat guna meminimalkan total biaya persediaan gabungan. Algoritma iteratif digunakan untuk mendapatkan nilai optimal dari frekuensi pengiriman dan lama siklus dalam menghasilkan total biaya persediaan gabungan yang minimum. Hasil dari contoh numerik dan analisis sensitivitas menunjukkan bahwa model terintegrasi yang diusulkan memberikan penghematan biaya yang cukup signifikan seiring dengan tingginya persentase produk cacat.

Kata Kunci

Model Persediaan, Produk Cacat, Rantai Pasok

¹ Program Studi Teknik Industri Universitas Muhammadiyah Gresik

Jl. Sumatera No.101, Gn. Malang, Randuagung, Kec. Kebomas, Kab. Gresik, Jawa Timur 61121

* said_salim@umg.ac.id

Submitted : May 31, 2022. Accepted : June 20, 2022. Published : June 22, 2022.

PENDAHULUAN

Perencanaan produksi adalah suatu kegiatan untuk menerjemahkan strategi dan tujuan perusahaan menjadi praktis ke dalam proses produksi [1], Sehingga perencanaan produksi merupakan hal yang sangat penting dalam suatu proses produksi, yang salah satu prosesnya adalah menentukan ukuran lot produksi perusahaan [2]. Dalam model persediaan klasik, penentuan ukuran lot produksi pada produsen dan ukuran lot pemesanan pada pembeli ditentukan secara mandiri [3]. Artinya, setiap pihak membuat keputusannya sendiri dengan mengutamakan keuntungannya masing-masing. Hal tersebut tentunya akan mengakibatkan kerugian dari salah satu pihak karena kurangnya koordinasi. Sehingga, penting bagi mereka dalam berintegrasi untuk penentuan lot sizing dengan melibatkan seluruh pihak yang terhubung dalam rantai pasok (*supply chain*) guna meminimalkan biaya dan keuntungan bersama. Persaingan industri di era perkembangan teknologi saat ini tidak lagi antar perusahaan, tetapi antar *supply chain* sehingga banyak perusahaan yang mengoptimalkan kinerja dari *supply chain* tersebut [4]. Dalam literatur persediaan, masalah yang berhubungan dengan penentuan *lot sizing* yang melibatkan pihak-pihak dalam rantai pasokan dikenal sebagai *Joint Economic Lot Size* (JELS) [5].

Model persediaan JELS pertama kali diperkenalkan oleh Goyal (1977) yang telah membuktikan bahwa penentuan ukuran lot yang optimal pada seluruh pihak yang terhubung dalam rantai pasok mengakibatkan pengurangan biaya yang signifikan [6]. Goyal (1977) telah mengembangkan model persediaan produsen-pembeli untuk situasi dimana produsen menghasilkan jumlah lot yang tidak terbatas dan mengirimkannya ke pembeli berdasarkan lot per lot [6]. Kemudian penelitian tersebut diikuti dan dikembangkan oleh beberapa peneliti lain seperti Banerjee (1986), Goyal (1988), Hill (1997), Goyal dan Nebebe (2000), Pujawan & Kingsman (2002) dan Hoque & Goyal (2000). Dalam praktiknya, produksi yang tidak sempurna sering menghasilkan produk yang cacat karena kontrol proses yang tidak lengkap, jangka panjang mesin tanpa perawatan, atau kesalahan manusia, sehingga akan menimbulkan biaya seperti biaya pengerjaan ulang dan perbaikan biaya [7]. Pada kasus nyata, tidak ada proses produksi yang selalu dapat menghasilkan produk 100% baik. Seringkali masih banyak ditemukan hasil produksi yang gagal atau produk cacat yang nantinya akan dikirimkan kepada pembeli [8]. Dalam proses pengiriman produk dari produsen ke pembeli, masing-masing tempatnya berjauhan dan tidak diketahui barang yang dikirim apakah ada yang cacat atau tidak, sehingga perlu dilakukan proses pemeriksaan seluruh lot yang dibeli untuk memastikan kualitas produk [9].

Adapun penelitian yang difokuskan untuk menyelidiki pengaruh produk cacat dalam sistem produksi seperti Taylor (2007) yang menyelidiki pengaruh proses produksi yang tidak sempurna pada model kuantitas produksi ekonomi (EPQ) [10]. Adapun juga Porteus (1986) mempelajari model EPQ dengan mempertimbangkan investasi peningkatan kualitas untuk mengurangi produk cacat dan biaya setup [11]. Kemudian Lin (2010) telah mengembangkan model persediaan stokastik yang terintegrasi *supplier-retailer* dengan mempertimbangkan adanya produk cacat yang diproduksi [12]. Lin (2010) menyimpulkan bahwa apabila persentase produk cacat disetiap lot pengiriman meningkat, maka akan meningkatkan biaya total persediaan gabungan per tahun pada sistem [12]. Ada juga Jaber (2008) yang telah mengembangkan sebuah model untuk menentukan total keuntungan per unit waktu dan ukuran lot ekonomis produk yang dibeli dari pemasok [13]. Jaber (2008) menunjukkan bahwa jumlah ukuran lot yang ekonomis cenderung meningkat seiring presentase rata-rata produk cacat meningkat [13].

Dari beberapa penelitian di atas, sebagian besar mengasumsikan permintaan bersifat stokastik yang sesuai dengan situasi nyata dalam proses produksi sampai pengiriman produk dari produsen kepada pembeli. Selama proses tersebut, seringkali ditemukan beberapa

produk cacat ketika pengiriman produk sampai kepada pembeli. Oleh karena itu, pada penelitian ini akan mencoba mengembangkan model persediaan produsen tunggal dan pembeli tunggal dengan pertimbangan adanya produk cacat. Penelitian ini akan mengacu pada model persediaan Lin (2010) dan Jaber (2008) yang juga mempertimbangkan adanya produk cacat. Tujuan penelitian ini adalah untuk mendapatkan solusi yang optimal dalam meminimalkan total biaya persediaan gabungan produsen dan pembeli dengan memperhatikan tingkat cacat hasil produksi.

METODE PENELITIAN

Notasi-Notasi

Notasi-notasi berikut akan digunakan untuk mengembangkan model :

D	= Jumlah permintaan pembeli dalam unit per tahun
q	= Lot size per pengiriman dalam unit
P	= Tingkat produksi produsen dalam unit per tahun
m	= Frekuensi pengiriman dari produsen kepada pembeli (m = bilangan bulat positif)
n	= Frekuensi siklus produksi oleh produsen
d	= Persentase produk cacat dalam q
T_v	= Waktu siklus produsen dalam tahun
T_b	= Waktu siklus pembeli dalam tahun
S	= Biaya setup produksi per setup
B	= Biaya pemesanan pembeli per pemesanan
H_b	= Biaya penyimpanan pembeli per unit per tahun
H_v	= Biaya penyimpanan produsen per unit per tahun

Asumsi-Asumsi Dasar

Asumsi-asumsi berikut akan menjadi dasar untuk model matematika yang akan diusulkan dalam penelitian ini, yaitu :

- Tingkat produksi lebih besar dari permintaan ($P > D$).
- Tingkat cacat bersifat stokastik dan permintaan produk pada pembeli berdistribusi normal.
- Presentase produk cacat (d) merupakan variabel acak yang terdistribusi secara merata.
- Dalam model ini diasumsikan produsen tunggal pembeli tunggal dengan terdapat satu jenis produk.

Deskripsi Masalah

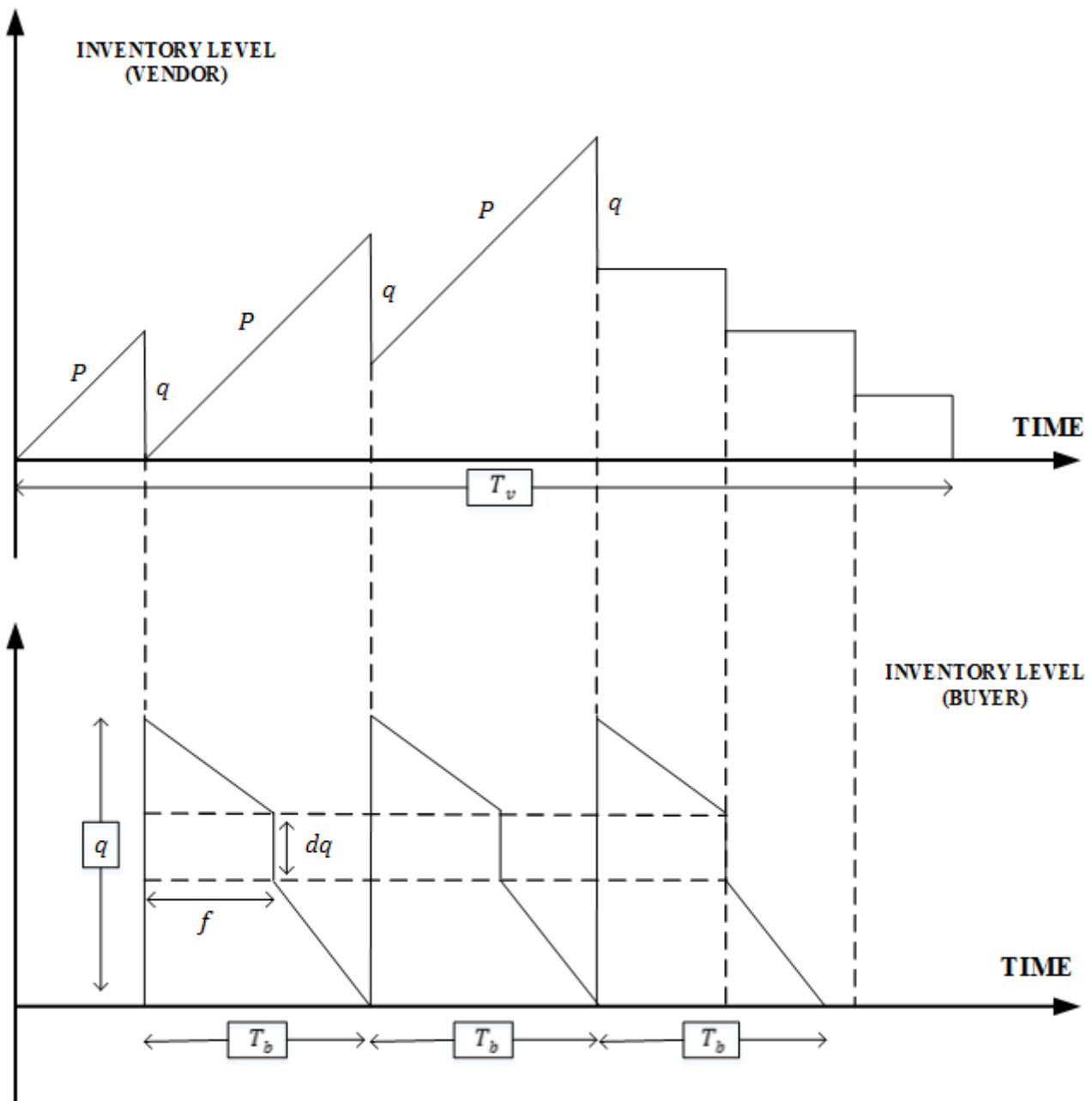
Pada penelitian ini, akan mengembangkan sebuah model persediaan produsen tunggal dan pembeli tunggal untuk produk tunggal dengan tingkat cacat yang bersifat stokastik dan permintaan pembeli berdistribusi normal. Pembeli menggunakan tinjauan kebijakan berkelanjutan untuk mengelola tingkat persediannya. Pembeli melakukan pemesanan kepada produsen dengan ukuran lot sebesar q (DT) unit. Setiap pemesanan yang dilakukan oleh pembeli akan menimbulkan biaya pemesanan tetap sebesar B per pemesanan. Dalam memenuhi permintaan pembeli, produsen bertanggung jawab untuk memproduksi sebanyak mq (mDT) unit dengan tingkat produksi terbatas P unit per tahun, sehingga akan menimbulkan biaya setup tetap sebesar S per setup di setiap siklus produksinya, dimana frekuensi siklus produksi oleh produsen adalah n (D/q). Setiap pengiriman dari produsen kepada pembeli bisa dilakukan ketika kuantitas lot produksi menghasilkan minimal sebesar q unit, sehingga tidak perlu menunggu satu batch (mq) selesai diproduksi. Setiap ukuran lot q unit yang dikirimkan produsen diasumsikan mengandung persentase produk cacat sebesar d .

Pada model ini diasumsikan bahwa produk cacat yang telah ditemukan tidak akan disimpan dalam persediaan dan tidak akan dijual kembali maupun dikembalikan lagi kepada produsen. Pada model ini hanya akan mengidentifikasi biaya pemesanan dan biaya

penyimpanan. Profil persediaan produsen dan pembeli digambarkan pada gambar 1, dimana T_v merupakan waktu siklus produsen dalam tahun, T_b merupakan waktu siklus pembeli dalam tahun, dq merupakan angka cacat yang diambil dari persediaan, dan f merupakan total waktu pemeriksaan q unit yang dipesan per siklus. Adapun formulasi dari waktu siklus produsen dan waktu siklus pembeli adalah sebagai berikut :

$$\text{Waktu siklus produsen } (T_v) = m \cdot T_b \quad (1)$$

$$\text{Waktu siklus pembeli } (T_b) = \frac{T_v}{m} \quad (2)$$



Gambar 1. Profil Persediaan Produsen dan Pembeli

Model Usulan

Total Biaya Persediaan Produsen. Total biaya persediaan produsen per tahun diperoleh dari penjumlahan biaya setup produksi per tahun, dan biaya penyimpanan

produsen per tahun. Formulasi total biaya produsen mengacu pada model Lin (2010) yang telah dikembangkan lagi oleh Putri Sejati (2016) seperti sebagai berikut [12] [3]

$$\text{Biaya setup produksi per tahun : } \frac{S}{mT_v} \quad (3)$$

$$\text{Biaya Penyimpanan produsen per tahun : } \frac{(m-2)DT_v}{2} \left(1 - \frac{D}{P}\right) H_v + \frac{DT_v}{2} H_v \quad (4)$$

Maka, total biaya persediaan produsen per tahun dapat diformulasikan sebagai berikut

$$TIC_v = \left(\frac{S}{mT_v}\right) + \left(\frac{(m-2)DT_v}{2} \left(1 - \frac{D}{P}\right) H_v + \frac{DT_v}{2} H_v\right) \quad (5)$$

Total Biaya Persediaan Pembeli. Total biaya persediaan pembeli per tahun diperoleh dari penjumlahan biaya pemesanan per tahun dan biaya penyimpanan pembeli per tahun. Formulasi total biaya pembeli mengacu pada model yang telah dikembangkan oleh Goyal & Cárdenas-Barrón (2002) seperti sebagai berikut [14]

$$\text{Biaya pemesanan per tahun : } \frac{Bm}{T_v} \quad (6)$$

$$\text{Biaya penyimpanan pembeli per tahun : } \frac{H_b DT_v/m}{2E(1/(1-d))} \quad (7)$$

Jaber (2008) mengasumsikan bahwa persentase produk cacat (d) merupakan variabel acak yang terdistribusi secara merata di atas interval (a, b) dimana a adalah nilai minimum dari persentase produk cacat dan b adalah nilai maksimum dari persentase produk cacat dengan fungsi kepadatan probabilitas adalah sebagai berikut [13]

$$E(1/(1-d)) = -\frac{\ln((1-b)/(1-a))}{b-a} \quad (8)$$

Maka, Total biaya persediaan pembeli per tahun dapat diformulasikan sebagai berikut :

$$TIC_b = \left(\frac{Bm}{T_v}\right) + \frac{H_b DT_v/m}{2E(1/(1-d))} \quad (9)$$

Total Biaya Persediaan Gabungan. Total biaya persediaan gabungan per tahun antara produsen dan pembeli diperoleh dengan menjumlahkan total biaya produsen per tahun dan total biaya pembeli per tahun. Formulasi total biaya persediaan gabungan adalah sebagai berikut

$$TIC_J = TIC_v + TIC_b$$

$$TIC_J = \left(\frac{S}{mT_v}\right) + \left(\frac{(m-2)DT_v}{2} \left(1 - \frac{D}{P}\right) H_v + \frac{DT_v}{2} H_v\right) + \left(\frac{Bm}{T_v}\right) + \frac{H_b DT_v/m}{2E(1/(1-d))} \quad (10)$$

Metodologi Solusi

Pada bagian ini, akan mengembangkan sebuah algoritma untuk menentukan nilai optimal T_v (waktu siklus produsen) dan m (frekuensi pengiriman) yang digunakan untuk meminimalkan total biaya persediaan gabungan per tahun. Penentuan nilai optimal T_v diperoleh dari penurunan parsial pertama pada persamaan TIC_J terhadap T_v dengan ketentuan berikut

$$\frac{dTIC_J}{dT_v} = 0 \quad (11)$$

Maka akan menghasilkan

$$\frac{dTIC_J}{dT_v} = -\left(\frac{S}{mT_v^2}\right) + \left(\frac{(m-2)D}{2} \left(1 - \frac{D}{P}\right) H_v + \frac{D}{2} H_v\right) - \frac{Bm}{T_v^2} + \frac{H_b D/m}{2E(1/(1-d))} = 0 \quad (12)$$

Sehingga didapatkan nilai optimal T_v adalah sebagai berikut.

$$T_v = \sqrt{\frac{2(S+Bm^2)}{\left(\left((m-2)\left(1-\frac{D}{P}\right)Dm\right)H_v + \left(\frac{D}{E(1/(1-d))}\right)H_b\right)}} \quad (13)$$

Selanjutnya dilakukan penurunan parsial kedua pada persamaan TIC_J terhadap T_v untuk membuktikan bahwa besarnya nilai optimal T_v dari penurunan parsial pertama adalah nilai yang benar optimal dengan memenuhi ketentuan berikut :

$$\frac{d^2TIC_J}{dT_v^2} > 0 \quad (14)$$

Sehingga, akan menghasilkan :

$$\frac{d^2TIC_J}{dT_v^2} = \left(\frac{2S}{mT_v^3}\right) + \left(\frac{2Bm}{T_v^3}\right) > 0 \quad (15)$$

Dari hasil turunan parsial kedua terlihat bahwa persamaan tersebut bernilai positif untuk setiap nilai T_v yang digunakan dan menunjukkan bahwa rumus T_v dapat menghasilkan nilai TIC_J yang minimal. Dikarenakan waktu siklus produsen dan waktu siklus pembeli berbeda, maka nilai T_b (waktu siklus pembeli) diperoleh dengan memenuhi persamaan (2).

Pengembangan algoritma iteratif dilakukan untuk mencari solusi yang optimal terhadap nilai m dan T_v dalam mendapatkan total biaya persediaan gabungan yang minimum. Algoritma untuk menyelesaikannya adalah sebagai berikut.

1. Langkah 1 : Menetapkan $m = 1$
2. Langkah 2 : Menghitung besarnya $T_{v\text{ awal}}$ ke dalam formulasi T_{v0}

$$T_{v0} = \sqrt{\frac{2(S+Bm^2)}{\left(\left((m-2)\left(1-\frac{D}{P}\right)Dm\right)H_v + \left(\frac{D}{E(1/(1-d))}\right)H_b\right)}} \quad (16)$$

3. Langkah 3 : Menghitung nilai TIC_{total} dengan memasukkan nilai T_{v0} ke dalam formulasi berikut.

$$TIC_{total} = \left(\frac{S}{mT_v}\right) + \left(\frac{(m-2)DT_v}{2}\left(1-\frac{D}{P}\right)H_v + \frac{DT_v}{2}H_v\right) + \left(\frac{Bm}{T_v}\right) + \frac{H_bDT_v/m}{2E(1/(1-d))} \quad (17)$$

4. Langkah 4 : Melakukan iterasi lagi mulai dari langkah 1 dengan $(m + 1)$
 - Apabila $TIC_{(m+1)} > TIC_m$, maka iterasi dihentikan.
 - Apabila $TIC_{(m+1)} < TIC_m$, maka iterasi tetap dilanjutkan dengan penambahan nilai m menjadi $(m + 1)$.

HASIL DAN PEMBAHASAN

Contoh Numerik

Untuk menggambarkan solusi penyelesaian di atas, maka dilakukan percobaan numerik dengan mengacu pada data yang digunakan oleh Jauhari (2011) dan Putri Sejati (2016) [15] [3].

$D = 1000$ unit/tahun
 $P = 3200$ unit/tahun
 $d = 0,50$
 $S = \$ 400$ /setup
 $B = \$ 50$ /pemesanan
 $H_b = \$ 5$ /unit/tahun
 $H_v = \$ 4$ /unit/tahun

Tabel 1 menunjukkan bahwa jika persentase produk cacat semakin tinggi, akan memberikan pengaruh terhadap waktu siklus yang lebih panjang. Hal tersebut sesuai dengan persamaan (16), dimana nilai d yang semakin tinggi akan membuat nilai T meningkat. Dengan waktu siklus produksi yang semakin lama, maka frekuensi produksi oleh produsen akan menjadi semakin sedikit. Pada contoh perhitungan tersebut terlihat total biaya gabungan akan semakin menurun seiring dengan meningkatnya nilai persentase produk cacat, hal ini karena menurunnya jumlah persediaan. Sejalan dengan asumsi dari pengembangan model ini tidak ada perlakuan dari produk cacat.

Tabel 1. Pengaruh parameter persentase produk cacat (d) terhadap model

d	$E(1/(1-d))$	m	T_v	n	TIC_v	TIC_b	TIC_j
0,10	1,05	4	0,300	3,34	\$ 3.817,97	\$ 845,35	\$ 2.602,07
0,20	1,12	4	0,301	3,32	\$ 3.823,40	\$ 832,99	\$ 2.595,14
0,30	1,19	4	0,303	3,30	\$ 3.829,17	\$ 819,97	\$ 2.587,89
0,40	1,28	4	0,304	3,29	\$ 3.835,37	\$ 806,14	\$ 2.580,26
0,50	1,39	3	0,379	2,64	\$ 3.691,33	\$ 623,76	\$ 2.253,84
0,55	1,45	3	0,381	2,62	\$ 3.697,77	\$ 612,26	\$ 2.248,78
0,60	1,53	3	0,384	2,60	\$ 3.704,67	\$ 600,13	\$ 2.243,55
0,65	1,62	3	0,387	2,58	\$ 3.712,12	\$ 587,23	\$ 2.238,10

Pembeli hanya akan menanggung biaya penyimpanan produk yang tidak cacat, sehingga total biaya persediaan pembeli akan semakin kecil seiring dengan meningkatnya persentase produk cacat. Pembeli akan melakukan pemesanan lebih sering dengan kuantitas lot yang kecil sementara produsen akan lebih lama memproduksi barang dalam satu siklus, sehingga menimbulkan total biaya produsen akan menjadi semakin besar.

Tabel 2. Pengaruh parameter jumlah permintaan (D) terhadap model

D	m	T_v	n	TIC_v	TIC_b	TIC_j
500	3	0,498	2,01	\$ 1.185,40	\$ 451,01	\$ 1.636,40
750	3	0,421	2,38	\$ 1.431,52	\$ 546,14	\$ 1.977,66
1000	3	0,379	2,64	\$ 1.630,08	\$ 623,76	\$ 2.253,84
1250	3	0,353	2,83	\$ 1.797,74	\$ 690,21	\$ 2.487,96
1500	3	0,337	2,97	\$ 1.943,60	\$ 748,99	\$ 2.692,59

Tabel 2 menunjukkan keterkaitan meningkatnya jumlah permintaan akan membuat waktu siklus vendor menjadi lebih pendek yang dapat mempengaruhi total biaya gabungan menjadi semakin besar. Hal tersebut sesuai dengan persamaan (17), dimana total biaya gabungan akan semakin besar jika nilai D meningkat sementara nilai T menurun. Dengan waktu siklus produksi yang semakin cepat, maka frekuensi siklus produksi oleh produsen akan menjadi semakin banyak. Tingginya jumlah permintaan akan membuat produsen memproduksi barang lebih cepat dalam satu siklus produksi dengan kuantitas lot yang besar di setiap pengiriman, sehingga menimbulkan total biaya produsen yang tinggi. Di sisi lain, pembeli akan melakukan pemesanan lebih jarang dengan kuantitas pemesanan yang lebih besar, sehingga akan menimbulkan total biaya pembeli yang lebih tinggi.

SIMPULAN DAN SARAN

Dalam penelitian ini, telah dikembangkan model persediaan produsen tunggal pembeli tunggal dengan mempertimbangkan adanya produk cacat, dimana frekuensi pengiriman (m)

dan waktu siklus produsen (T_v) sebagai variabel keputusan. Penelitian ini bertujuan untuk mendapatkan solusi yang optimal dalam meminimalkan total biaya persediaan gabungan. Oleh karena itu, dilakukan pengembangan algoritma iteratif untuk mencari total biaya persediaan gabungan yang minimum dengan menentukan nilai optimal m dan T_v . Diasumsikan bahwa produk cacat yang telah ditemukan tidak akan disimpan dalam persediaan.

Berdasarkan hasil dari contoh numerik dan analisis sensitivitas di atas, menunjukkan bahwa persentase produk cacat dalam setiap pengiriman dari produsen kepada pembeli yang semakin tinggi menyebabkan total biaya persediaan gabungan akan semakin menurun atau minimum, sehingga dapat memberikan penghematan dari total biaya persediaan gabungan. Dari jumlah permintaan yang semakin tinggi, dapat diketahui bahwa total biaya persediaan gabungan juga akan semakin meningkat dengan persentase produk cacat yang diasumsikan tetap.

Dalam penelitian selanjutnya, akan lebih menarik untuk memperluas model persediaan ini dengan kondisi pembeli tetap menyimpan produk yang cacat dan dikembalikan kepada produsen untuk diperbaiki, sehingga dalam kondisi tersebut produsen akan menanggung biaya perawatan produk cacat. Model persediaan ini juga dapat diperluas lagi dalam kondisi produk cacat yang akan dijual kembali oleh pembeli dengan adanya potongan harga. Pada akhirnya, kami menyarankan untuk penelitian selanjutnya dengan topik yang sama agar lebih mempertimbangkan lagi aspek ekonomi dan aspek lain untuk meminimalkan biaya atau waktu terkait dengan masalah produk cacat dalam persediaan.

DAFTAR RUJUKAN

- [1] N. Oktavia, H. Henmaidi, and J. Jonrinaldi, "Pengembangan Model Economic Production Quantity (EPQ) dengan Sinkronisasi Demand Kontinu dan Diskrit Secara Simultan," *J. Optimasi Sist. Ind.*, vol. 15, no. 1, p. 78, 2016, doi: 10.25077/josi.v15.n1.p78-86.2016.
- [2] N. Absi, B. Detienne, and S. Dauzère-Pérès, "Heuristics for the multi-item capacitated lot-sizing problem with lost sales," *Comput. Oper. Res.*, vol. 40, no. 1, pp. 264–272, 2013, doi: 10.1016/j.cor.2012.06.010.
- [3] N. PUTRI SEJATI, W. AHMAD JAUHARI, and C. NUR ROSYIDI, "Model Persediaan Pemasok-Pembeli Dengan Produk Cacat Dan Kecepatan Produksi Terkontrol.," *J. Tek. Ind.*, vol. 15, no. 2, p. 103, 2016, doi: 10.22219/jtiumm.vol15.no2.103-111.
- [4] A. Kurniawan, "Aplikasi Model Integrasi Produksi Persediaan Single Vendor Single Buyer Dalam Kondisi Permintaan Probabilistik Dengan Menambahkan Lossing Flexibility Costs (Studi Kasus Di PT. Toyamilindo)," no. 2504, pp. 1–9, 2016.
- [5] S. S. . Ramli, N; Mohd Sobani, "Jurnal Teknologi," *J. Teknol.*, vol. 2, pp. 19–25, 2013, [Online]. Available: www.jurnalteknologi.utm.my.
- [6] S. K. Goyal, "An integrated inventory model for a single supplier-single customer problem," *Int. J. Prod. Res.*, vol. 15, no. 1, pp. 107–111, 1977, doi: 10.1080/00207547708943107.
- [7] M. S. Kim, J. S. Kim, B. Sarkar, M. Sarkar, and M. W. Iqbal, "An improved way to calculate imperfect items during long-run production in an integrated inventory model with backorders," *J. Manuf. Syst.*, vol. 47, no. April, pp. 153–167, 2018, doi: 10.1016/j.jmsy.2018.04.016.
- [8] W. A. Jauhari, "Pengembangan Model Persediaan Single Vendor-Single Buyer dengan Lead Time Dapat Dikontrol," vol. 6, no. 2, pp. 12–18, 2007.
- [9] A. A. Taleizadeh, M. P. Sari, and L. E. Cárdenas-barrón, "Author ' s Accepted Manuscript and reparation of imperfect products," *Intern. J. Prod. Econ.*, 2016, doi: 10.1016/j.ijpe.2016.09.013.

-
- [10] P. Taylor, M. J. Rosenblatt, and H. L. Lee, "Economic Production Cycles with Imperfect Production Processes," no. May 2013, pp. 37–41, 2007.
 - [11] E. L. Porteus and E. L. Porteus, "AND SETUP COST REDUCTION," no. September 2014, 1986.
 - [12] Y. Lin, "A stochastic periodic review integrated inventory model involving defective items , backorder price discount , and variable lead time," pp. 281–297, 2010, doi: 10.1007/s10288-010-0124-x.
 - [13] M. Y. Jaber, S. K. Goyal, and M. Imran, "Economic production quantity model for items with imperfect quality subject to learning effects," *Int. J. Prod. Econ.*, vol. 115, no. 1, pp. 143–150, 2008, doi: 10.1016/j.ijpe.2008.05.007.
 - [14] S. K. Goyal and L. E. Cárdenas-Barrón, "Note on: Economic production quantity model for items with imperfect quality - A practical approach," *Int. J. Prod. Econ.*, vol. 77, no. 1, pp. 85–87, 2002, doi: 10.1016/S0925-5273(01)00203-1.
 - [15] W. A. Jauhari, U. S. Maret, N. Pujawan, and S. E. Wiratno, "Integrated inventory model for single-vendor single-buyer with probabilistic demand Integrated inventory model for single vendor – single buyer with probabilistic demand Wakhid Ahmad Jauhari * Stefanus Eko Wiratno Yusuf Priyandari," no. May 2017, 2011, doi: 10.1504/IJOR.2011.040695.

Halaman ini sengaja dikosongkan