

Upaya Pengurangan *Bullwhip Effect* dengan *Economic Order Quantity* (EOQ)

Lintang Pramesta Hartana¹, Primahasmi Dalulia²

^{1,2} Jurusan Teknik Industri Universitas Merdeka Malang
Jalan Taman Agung 1 Malang Indonesia

¹lintang.hartana@student.unmer.ac.id

Abstrak— UD. Sayur Mayur merupakan perusahaan distributor sayur, buah dan bahan baku makanan lainnya yang melakukan pemesanan produk kepada pemasok lalu didistribusikan ke setiap *retail*. Dalam memenuhi permintaan *retailer*, perusahaan melebihi jumlah pesanan kepada pemasok untuk mengantisipasi adanya cacat/rusak karena produk bersifat *perishable* atau tidak tahan lama. Pertimbangan melebihi pesanan tersebut berdampak pada timbulnya *bullwhip effect*, dimana pada masa pandemi COVID-19 perusahaan berusaha memenuhi *service level retail* namun produksi yang terus berjalan menyebabkan biaya-biaya operasional membengkak. Sehingga diperlukan ukuran pesanan yang ekonomis dan biaya yang optimal melalui perhitungan *Economic Order Quantity* (EOQ) agar perusahaan dapat *maintain service level* dan mencapai efisiensi biaya secara rantai pasok. Usulan rekomendasi perbaikan melalui perhitungan EOQ dengan koordinasi diperoleh penurunan *bullwhip effect* secara total sebesar 22% serta penurunan total biaya sistem sebesar 5.4%.

Kata kunci— *bullwhip effect, economic order quantity, perishable, service level, supply chain*

Abstract— UD. Sayur Mayur is a distributor company provides vegetables, fruits and other groceries that orders products from suppliers and then distributes them to each retailer. In order to meet retailer demand, the company exceeds the number of orders to suppliers to anticipate product defects because it is a perishable product. The consideration of over-ordering has an impact on the emergence of a bullwhip effect, where during the COVID-19 pandemic the company tried to meet retail service level but continuous production caused exceeding operational costs. To overcome order implication, an economical order size and optimal cost are needed through the calculation of Economic Order Quantity (EOQ). So that companies can maintain service levels and achieve cost efficiency in the supply chain. Proposed recommendations for improvement through EOQ calculations with coordination obtained a total reduction of the bullwhip effect by 22% and a decrease in total system costs by 5.4%.

Keywords— *bullwhip effect, economic order quantity, perishable, service level, supply chain*

I. PENDAHULUAN

UD. Sayur Mayur merupakan perusahaan distributor sayur-mayur, buah-buahan, dan beberapa bahan baku makanan lainnya dimana usaha yang dilakukan yaitu melakukan pembelian langsung kepada petani sebagai pemasok kemudian melakukan penyortiran dan pengepakan lalu didistribusikan ke setiap *retail*. Sejak adanya pandemi COVID-19, UD. Sayur Mayur dapat mempertahankan jaringan distribusi atau *retail* yang telah ada, meskipun terjadi penurunan permintaan sebesar 46%. Dalam rangka pemenuhan permintaan *retail*, UD. Sayur Mayur melakukan pemesanan terhadap pemasok dengan melebihi jumlah pesanan yaitu sebesar 9% hingga 40% tergantung pada jenis produk untuk mengantisipasi adanya kecacatan atau kerusakan produk sebelum dikirim ke setiap *retail*, mengingat produk perusahaan adalah sayur-mayur, buah-buahan, serta bahan baku makanan lainnya yang bersifat tidak tahan lama atau dikenal dengan istilah *perishable product*. Produk *perishable* merupakan bahan makanan yang dengan mudah mengalami kerusakan, kebusukan maupun berjamur pada jangka waktu yang relatif singkat atau cepat. Pertimbangan melebihi pesanan tersebut, ternyata berdampak pada timbulnya amplifikasi permintaan atau dikenal dengan istilah *bullwhip effect*. *Bullwhip effect* adalah sebuah fenomena dimana terdapat penyimpangan atau distorsi informasi pada *supply chain* yang menjadi salah satu sumber kendala dalam mewujudkan *supply chain* yang efisien^[8]. Dengan kata lain, permintaan yang sebenarnya relatif stabil di tingkat pelanggan akhir beralih menjadi fluktuatif di bagian hulu *supply chain* dan semakin tinggi tingkat hulu, peningkatan tersebut semakin besar.

Dengan produk perusahaan yang bersifat *perishable*, tentunya dibutuhkan *maintenance service level* yang tepat untuk sama-sama memperoleh keuntungan yang optimal antara kedua belah pihak serta berusaha meminimalkan biaya operasional melalui efisiensi biaya dengan memangkas pengeluaran-pengeluaran yang tidak berarti yang berakibat pada pemborosan. Hal tersebut dapat dicapai dengan mempertimbangkan biaya-biaya yang dikeluarkan oleh pihak pembeli maupun pemasok melalui perhitungan ukuran pemesanan yang ekonomis atau dikenal dengan *Economic Order Quantity* (EOQ) secara koordinasi dengan *supplier*. Salah satu model sederhana yang dapat digunakan untuk menentukan ukuran pesanan yang ekonomis adalah model *Economic Order Quantity* (EOQ)^[8]. Model ini digunakan untuk item atau produk yang permintaan maupun kebutuhannya relatif stabil dalam jangka panjang, ukuran pesanan akan beramplifikasi pada frekuensi pemesanan dan rata-rata pesediaan yang akan disimpan oleh perusahaan.

II. METODE

Perhitungan *bullwhip effect* yang dilakukan menggunakan data permintaan (*demand*) dan pemesanan (*order*) yang secara sistematis dapat diformulasikan sebagai berikut^[8]:

$$BE = \frac{CV_{order}}{CV_{demand}} = \frac{s_{order}/\mu_{order}}{s_{demand}/\mu_{demand}} = \frac{\sqrt{\frac{\sum(D_i - \bar{D})^2}{n-1}} / \frac{\sum D_i}{n}}{\sqrt{\frac{\sum(D_i - \bar{D})^2}{n-1}} / \frac{\sum D_i}{n}} \quad (1)$$

Salah satu publikasi yang mendiskusikan bagaimana *bullwhip effect* diukur dimana ukuran parameter *bullwhip effect* yang secara sistematis dapat diformulasikan sebagai berikut^[5]:

$$Parameter = 1 + \frac{2L}{P} + \frac{2L^2}{P^2} \quad (2)$$

dengan ketentuan:

- Apabila nilai suatu *bullwhip effect* > parameter, maka terjadi amplifikasi permintaan atau peningkatan variabilitas permintaan untuk produk tersebut
- Apabila nilai suatu *bullwhip effect* < parameter, maka permintaan masih stabil.

Dimana:

BE	= <i>Bullwhip Effect</i>	μ	= Rata-rata	n	= banyaknya data
CV	= Koefisien Variansi	D_i	= data ke- i	L	= <i>Lead Time</i>
s	= Standar Deviasi	\bar{D}	= rata-rata data	P	= Periode

Salah satu rekomendasi perbaikan yang diusulkan dalam penelitian ini yaitu melalui perhitungan EOQ serta EOQ dengan koordinasi. Metode EOQ digunakan untuk menentukan nilai pesanan ekonomis yang harapannya dapat mengurangi tingkat distorsi permintaan yang menyebabkan *bullwhip effect*. EOQ juga dapat digunakan untuk mengidentifikasi biaya yang berkaitan erat dengan biaya operasional, yang menjadi tujuan dari UD Sayur Mayur dalam melakukan efisiensi. Dalam menentukan ukuran pesanan yang ekonomis maka perhitungan secara sistematis dapat diformulasikan sebagai berikut^[8]:

$$TC (buyer) = \left(\frac{D}{Q}\right) C_b + \left(\frac{Q}{2}\right) h_b \quad (3)$$

Dengan menurunkan persamaan diatas terhadap Q, maka diperoleh rumusan Q yang optimal yaitu sebagai berikut:

$$Q = \sqrt{\frac{2C_b D}{h}} \quad (4)$$

Model EOQ diatas dibuat hanya dengan mempertimbangkan biaya-biaya yang ditanggung oleh perusahaan pembeli (yang membeli) namun tidak memperhitungkan biaya-biaya yang dikeluarkan oleh *supplier*. Dengan memperluas model EOQ melalui pertimbangan pengeluaran

biaya-biaya yang dikeluarkan oleh pembeli maupun pemasok, diperoleh persamaan sebagai berikut:

$$TC(\text{supplier}) = \left(\frac{D}{Q}\right) C_s + \left(\frac{Q}{2}\right) h_s \quad (5)$$

Melalui cara yang sama, nilai Q yang optimal dapat diperoleh melalui persamaan berikut:

$$Q(b, s) = \sqrt{2D[C_s + C_b]/[h_s + h_b]} \quad (6)$$

Dimana:

- D = kebutuhan item atau produk per tahun
- Q = ukuran pesanan
- C_b = biaya pesan
- h_b = biaya simpan
- C_s = biaya tetap yang dikeluarkan *supplier* setiap kali memenuhi pesanan pembeli
- h_s = biaya simpan per produk per tahun yang dikeluarkan oleh *supplier*

III. HASIL DAN PEMBAHASAN

Perhitungan pertama yang dilakukan adalah parameter *bullwhip effect* yaitu sebagai tolak ukur nilai terjadinya *bullwhip effect* pada setiap produk yang diteliti. Jika *lead time* adalah 1 hari dan periode adalah 26 bulan dengan 1 bulan = 30 pemesanan (780 hari), berdasarkan persamaan 2 maka:

$$\text{Parameter} = 1 + \frac{2 \times 1}{780} + \frac{2 \times 1^2}{780^2} = 1.00257$$

Data *demand* diperoleh dari data permintaan *retailer* kepada perusahaan, sedangkan data *order* diperoleh dari data pesanan UD. Sayur Mayur kepada pemasok atau petani pada agregasi 5 *retail* dan 16 produk (tomat (T), paprika hijau (PH), paprika merah (PM), kentang (K), wortel (W), mentimun (M), buncis (B), seledry (S), daun bawang (DB), semangka (Se), melon (Me), alpukat (A), pepaya (P), nanas (N), jeruk nipis (JN) dan telur ayam (TA)) yaitu sebagai berikut:

TABEL 1
DATA AGREGASI DEMAND DAN ORDER DI UD. SAYUR MAYUR

Periode	Demand	Order	Periode	Demand	Order
Feb-19	3142.25	3812.25	Mar-20	2556.25	3896.25
Mar-19	3138.5	3808.5	Apr-20	1614.5	2154.5
Apr-19	3178	4518	May-20	1399.5	4639.5
May-19	3160	5170	Jun-20	1419.5	1959.5
Jun-19	3085.5	7105.5	Jul-20	1395.75	1935.75
Jul-19	3195.25	3195.25	Aug-20	1532.25	3152.25
Aug-19	3354.5	4694.5	Sep-20	1802.5	1802.5
Sep-19	3220.5	3890.5	Oct-20	1868.75	3878.75
Oct-19	3249.75	3249.75	Nov-20	1816	1816
Nov-19	3228.75	3898.75	Dec-20	2039.25	6059.25
Dec-19	3353.5	4693.5	Jan-21	1748.25	2418.25
Jan-20	3263.25	4603.25	Feb-21	1643.25	2313.25
Feb-20	3012.25	3012.25	Mar-21	1497.5	2837.5
Total Demand	63915.3		Total Order		94515.25

Berdasarkan data *demand* dan *order* pada agregasi produk dan *retail* diatas maka perhitungan *bullwhip effect* menggunakan persamaan 1 adalah sebagai berikut:

TABEL 2
PERHITUNGAN *BULLWHIP EFFECT*

	<i>Demand</i>	<i>Order</i>
Total	63915.25	94515.25
<i>mu</i> (rata-rata)	2458.278846	3635.201923
S (standar deviasi)	790.0209944	1340.90138
CV (koefisien variabel)	0.321371595	0.368865721
BE (<i>bullwhip effect</i>)	1.14779	

Berdasarkan perhitungan diatas dapat diketahui bahwa nilai *bullwhip effect* yang diperoleh sebesar 1.14779 sehingga melebihi nilai parameter *bullwhip effect* sebesar 1.00257. hal tersebut menandakan terjadinya amplifikasi permintaan atau *bullwhip effect* akibat terdapat selisih yang cukup signifikan antara *demand* dan *order*.

Salah satu upaya yang dapat mengurangi tingkat *bullwhip effect* yaitu dengan melakukan identifikasi melalui perhitungan EOQ serta EOQ dengan koordinasi dimana mempertimbangkan biaya pesan dan biaya simpan *buyer* dan *supplier*. Berikut ini data biaya simpan dan biaya pesan pada masing-masing produk di UD. Sayur Mayur:

TABEL 3
DATA BIAYA PESAN DAN BIAYA SIMPAN PIHAK *BUYER* DAN *SUPPLIER*

Produk	<i>Demand</i> 26 bln (kg)	<i>Demand</i> / tahun (D) (kg)	Biaya Pesan <i>buyer</i> (Cb)	Biaya Simpan <i>buyer</i> (hb)	Biaya Pesan <i>supplier</i> (Cs)	Biaya Simpan <i>supplier</i> (hs)
Tomat	5295	2444	Rp346,667	Rp4,200	Rp177,500	Rp6,666.67
Paprika Hijau	2967	1369	Rp346,667	Rp6,300	Rp177,500	Rp6,666.67
Paprika Merah	2893	1335	Rp346,667	Rp8,750	Rp177,500	Rp6,666.67
Kentang	2743	1266	Rp346,667	Rp3,675	Rp177,500	Rp6,666.67
Wortel	2148	991	Rp346,667	Rp3,500	Rp177,500	Rp6,666.67
Mentimun	1912	882	Rp346,667	Rp2,100	Rp177,500	Rp6,666.67
Buncis	1748	807	Rp346,667	Rp4,200	Rp177,500	Rp6,666.67
Seledry	1046.25	483	Rp346,667	Rp5,600	Rp177,500	Rp6,666.67
Daun Bawang	809.25	374	Rp346,667	Rp7,700	Rp177,500	Rp6,666.67
Semangka	15812	7298	Rp346,667	Rp1,750	Rp177,500	Rp6,666.67
Melon	13498	6230	Rp346,667	Rp2,800	Rp177,500	Rp6,666.67
Alpukat	2647	1222	Rp346,667	Rp8,750	Rp177,500	Rp6,666.67
Pepaya	2507	1157	Rp346,667	Rp5,250	Rp177,500	Rp6,666.67
Nanas	2190	1011	Rp346,667	Rp1,750	Rp177,500	Rp6,666.67
Jeruk Nipis	1061.75	490	Rp346,667	Rp5,950	Rp177,500	Rp6,666.67
Telur Ayam	4638	2141	Rp346,667	Rp7,350	Rp177,500	Rp6,666.67

Berdasarkan data biaya simpan dan biaya pesan diatas, maka diperoleh nilai Q (*quantity*), TC (*total cost*) *buyer*, TC (*total cost*) *supplier*, dan TC (*total cost*) sistem baik tanpa koordinasi maupun dengan koordinasi pada masing-masing produk dengan menggunakan persamaan 3, 4, 5, dan 6 yaitu sebagai berikut:

TABEL 4
PERHITUNGAN Q (*QUANTITY*) TANPA KOORDINASI DAN DENGAN KOORDINASI

Produk	Tanpa Koordinasi			
	Q (<i>quantity</i>) (kg)	TC (<i>total cost</i>) <i>buyer</i>	TC (<i>total cost</i>) <i>supplier</i>	TC (<i>total cost</i>) sistem
Tomat	635	Rp2,667,673	Rp2,800,151	Rp5,467,824

Paprika Hijau	388	Rp2,445,705	Rp1,920,148	Rp4,365,852
Paprika Merah	325	Rp2,846,120	Rp1,812,870	Rp4,658,991
Kentang	489	Rp1,796,042	Rp2,088,867	Rp3,884,910
Wortel	443	Rp1,551,051	Rp1,874,276	Rp3,425,327
Mentimun	540	Rp1,133,518	Rp2,089,427	Rp3,222,946
Buncis	365	Rp1,532,747	Rp1,608,863	Rp3,141,610
Seledry	245	Rp1,369,263	Rp1,165,582	Rp2,534,844
Daun Bawang	183	Rp1,412,088	Rp972,801	Rp2,384,889
Semangka	1700	Rp2,975,688	Rp6,429,782	Rp9,405,470
Melon	1242	Rp3,477,673	Rp5,030,404	Rp8,508,077
Alpukat	311	Rp2,722,425	Rp1,734,082	Rp4,456,507
Pepaya	391	Rp2,052,257	Rp1,828,418	Rp3,880,675
Nanas	633	Rp1,107,429	Rp2,392,902	Rp3,500,331
Jeruk Nipis	239	Rp1,421,820	Rp1,160,537	Rp2,582,357
Telur Ayam	449	Rp3,302,813	Rp2,343,427	Rp5,646,240
JUMLAH	8579	Rp33,814,313	Rp37,252,538	Rp71,066,851

Produk	Dengan Koordinasi			
	Q (<i>quantity</i>) buyer, supplier (kg)	TC (<i>total cost</i>) buyer	TC (<i>total cost</i>) supplier	TC (<i>total cost</i>) sistem
Tomat	486	Rp2,764,473	Rp2,511,892	Rp5,276,365
Paprika Hijau	333	Rp2,474,836	Rp1,839,625	Rp4,314,461
Paprika Merah	301	Rp2,854,447	Rp1,790,953	Rp4,645,400
Kentang	358	Rp1,883,370	Rp1,821,405	Rp3,704,775
Wortel	320	Rp1,634,437	Rp1,616,137	Rp3,250,574
Mentimun	325	Rp1,282,823	Rp1,565,012	Rp2,847,835
Buncis	279	Rp1,588,364	Rp1,443,240	Rp3,031,604
Seledry	203	Rp1,392,847	Rp1,099,076	Rp2,491,923
Daun Bawang	165	Rp1,419,897	Rp951,875	Rp2,371,772
Semangka	953	Rp3,487,794	Rp4,536,690	Rp8,024,484
Melon	831	Rp3,762,991	Rp4,099,984	Rp7,862,975
Alpukat	288	Rp2,730,390	Rp1,713,117	Rp4,443,507
Pepaya	319	Rp2,094,744	Rp1,707,222	Rp3,801,966
Nanas	355	Rp1,298,014	Rp1,688,371	Rp2,986,385
Jeruk Nipis	202	Rp1,442,195	Rp1,103,681	Rp2,545,875
Telur Ayam	400	Rp3,325,079	Rp2,283,352	Rp5,608,431
JUMLAH	6118	Rp35,436,701	Rp31,771,632	Rp67,208,333

Berdasarkan tabel diatas jumlah dan persentase total yaitu sebagai berikut:

TABEL 5
REKAPITULASI NILAI TANPA KOORDINASI DAN DENGAN KOORDINASI

	Tanpa Koordinasi	Dengan Koordinasi	Keterangan	Dampak Penurunan
Q (<i>quantity</i>)	8579 Kg	6118 Kg	Menurun	28.7%
TC (<i>total cost</i>) buyer	Rp33,814,313	Rp35,436,701	Meningkat	4.8%
TC (<i>total cost</i>) supplier	Rp37,252,538	Rp31,771,632	Menurun	14.7%
TC (<i>total cost</i>) sistem	Rp71,066,851	Rp67,208,333	Menurun	5.4%

Berdasarkan perhitungan Q tanpa dan dengan koordinasi diatas, maka dilakukan proporsi dimana terdapat 5 dari total 22 *retail* di UD. Sayur Mayur yang terdiri dari restoran, supermarket dan hotel, yang bertujuan untuk mengetahui jumlah atau kuantitas produk yang harus dipesan oleh setiap *retail*. Proporsi masing-masing kategori *retail* yaitu sebagai berikut

TABEL 6
PROPORSI SELURUH *RETAIL* (%)

Jumlah Resto	14	64%
Jumlah Supermarket	7	32%
Jumlah Hotel	1	5%
TOTAL	22	100%

Berdasarkan proporsi pada masing-masing kategori *retail* di UD. Sayur Mayur tersebut, maka proporsi untuk 5 *retail* yang diteliti adalah sebagai berikut:

TABEL 7
PROPORSI MASING-MASING *RETAIL* (%)

Nama Retail	%
Pizza Hut Soekarno Hatta Malang	21.2%
Pizza Hut Semeru Malang	21.2%
Pizza Hut Ciliwung Malang	21.2%
Malioboro Supermarket Yogyakarta	31.8%
Kusuma Agrowisata Hotel Batu	4.5%
TOTAL	100%

Berdasarkan proporsi pada masing-masing *retail* diatas, maka kuantitas produk yang ekonomis atau ukuran pesanan yang sebaiknya dipesan oleh masing-masing *retail* kepada UD. Sayur Mayur yaitu sebagai berikut

TABEL 8
NILAI Q (*QUANTITY*) SETIAP *RETAIL* (KILOGRAM, KG)

Produk	Q dengan koordinasi (kg)	Q <i>retail</i> (kg)				
		Pizza Hut Soekarno Hatta Malang	Pizza Hut Semeru Malang	Pizza Hut Ciliwung Malang	Malioboro Supermarket Yogyakarta	Kusuma Agrowisata Hotel Batu
Tomat	486	103	103	103	154	22
Paprika Hijau	333	71	71	71	106	15
Paprika Merah	301	64	64	64	96	14
Kentang	358	76	76	76	114	16
Wortel	320	68	68	68	102	15
Mentimun	325	69	69	69	103	15
Buncis	279	59	59	59	89	13
Seledry	203	43	43	43	65	9
Daun Bawang	165	35	35	35	53	8
Semangka	953	202	202	202	303	43
Melon	831	176	176	176	264	38
Alpukat	288	61	61	61	92	13
Pepaya	319	68	68	68	102	15
Nanas	355	75	75	75	113	16
Jeruk Nipis	202	43	43	43	64	9
Telur Ayam	400	85	85	85	127	18
TOTAL	6118	1298	1298	1298	1947	278

Melalui perhitungan ukuran atau kuantitas yang ekonomis diatas, maka perlu dilakukan perhitungan *bullwhip effect* kembali untuk mengetahui seberapa besar tingkat keefektifan perhitungan EOQ koordinasi yang telah dilakukan. Perhitungan *bullwhip effect* dilakukan secara keseluruhan karena data yang telah diperoleh dari perhitungan EOQ koordinasi merupakan data secara total pada masing-masing produk. Sehingga data *demand* atau permintaan merupakan nilai Q koordinasi, sedangkan data *order* atau pesanan merupakan penjumlahan antara Q dengan tambahan *order* yang dipengaruhi oleh hari libur seperti yang dijelaskan diawal pembahasan. Data *demand* dan *order* yaitu sebagai berikut:

TABEL 9
DATA DEMAND DAN ORDER SETELAH EOQ (KILOGRAM, KG)

		Pizza Hut Soekarno Hatta Malang	Pizza Hut Semeru Malang	Pizza Hut Ciliwung Malang	Malioboro Supermarket Yogyakarta	Kusuma Agrowisata Hotel Batu
Tomat	<i>demand</i>	103	103	103	154	22
	<i>order</i>	106	106	106	157	25
Paprika Hijau	<i>demand</i>	71	71	71	106	15
	<i>order</i>	78	78	78	113	22
Paprika Merah	<i>demand</i>	64	64	64	96	14
	<i>order</i>	71	71	71	103	21
Kentang	<i>demand</i>	76	76	76	114	16
	<i>order</i>	83	83	83	121	23
Wortel	<i>demand</i>	68	68	68	102	15
	<i>order</i>	73	73	73	107	20
Mentimun	<i>demand</i>	69	69	69	103	15
	<i>order</i>	74	74	74	108	20
Buncis	<i>demand</i>	59	59	59	89	13
	<i>order</i>	61	61	61	91	15
Seledry	<i>demand</i>	43	43	43	65	9
	<i>order</i>	44	44	44	65	10
Daun Bawang	<i>demand</i>	35	35	35	53	8
	<i>order</i>	36	36	36	53	8
Semangka	<i>demand</i>	202	202	202	303	43
	<i>order</i>	242	242	242	343	83
Melon	<i>demand</i>	176	176	176	264	38
	<i>order</i>	216	216	216	304	78
Alpukat	<i>demand</i>	61	61	61	92	13
	<i>order</i>	66	66	66	97	18
Pepaya	<i>demand</i>	68	68	68	102	15
	<i>order</i>	73	73	73	107	20
Nanas	<i>demand</i>	75	75	75	113	16
	<i>order</i>	80	80	80	118	21
Jeruk Nipis	<i>demand</i>	43	43	43	64	9
	<i>order</i>	44	44	44	65	10
Telur Ayam	<i>demand</i>	85	85	85	127	18
	<i>order</i>	87	87	87	129	20
TOTAL	<i>demand</i>	1298	1298	1298	1947	278
	<i>order</i>	1433	1433	1433	2082	413

Berdasarkan data diatas, total *demand* dan *order* setelah dilakukan perhitungan EOQ dengan koordinasi adalah sebagai berikut:

$$Total_{demand} = 1298 + 1298 + 1298 + 1947 + 278 = 6118 \text{ kg}$$

$$Total_{order} = 1433 + 1433 + 1433 + 2082 + 413 = 6793 \text{ kg}$$

Sehingga dapat dilakukan perhitungan *bullwhip effect* kembali untuk mengetahui seberapa besar tingkat keefektifan perhitungan EOQ koordinasi yang telah dilakukan, yaitu sebagai berikut:

TABEL 10
PERHITUNGAN *BULLWHIP EFFECT* SETELAH EOQ

	<i>Demand</i>	<i>Order</i>
Total	6118	6793
<i>mu</i> (rata-rata)	1224	1359
S (standar deviasi)	598.561	598.561
CV (koefisien variabel)	0.489209	0.440595
BE (<i>bullwhip effect</i>)	0.90063	

Berdasarkan perhitungan BE tersebut dapat diketahui bahwa nilai *bullwhip effect* mengalami penurunan jika dibandingkan dengan *bullwhip effect* tanpa perhitungan EOQ koordinasi. Penurunan *bullwhip effect* sebesar 22% dari yang awalnya 1.11479 menjadi 0.90063, sehingga perhitungan ukuran pesanan yang ekonomis atau EOQ tidak hanya berpengaruh terhadap penurunan TC sistem melainkan juga menurunkan nilai *bullwhip effect* di UD. Sayur Mayur.

IV. KESIMPULAN

Berdasarkan hasil dan pembahasan yang telah dibahas sebelumnya, maka kesimpulan yang dapat diambil dalam penelitian ini yaitu terjadinya *bullwhip effect* pada UD. Sayur Mayur dengan tingkat sebesar 1.11479 yang diakibatkan oleh adanya selisih yang cukup signifikan antara *demand* dan *order* pada perusahaan. Maka dari itu perlu dilakukan upaya perbaikan untuk mengurangi tingkat *bullwhip effect* menggunakan *Economic Order Quantity* (EOQ) tanpa koordinasi dan dengan koordinasi dimana mempertimbangkan biaya pesan dan biaya simpan pihak *buyer* dan *supplier* sehingga memperoleh ukuran pesanan yang ekonomis dan niaya yang optimal. Berdasarkan perhitungan EOQ, dilakukan perhitungan *bullwhip effect* kembali untuk mengetahui seberapa besar tingkat keefektifan perhitungan EOQ koordinasi yang telah dilakukan sehingga diperoleh penurunan nilai *bullwhip effect* sebesar 22% dari yang awalnya 1.11479 menjadi 0.90063. Perhitungan ukuran pesanan yang ekonomis atau EOQ tidak hanya berpengaruh terhadap penurunan TC sistem melainkan juga menurunkan nilai *bullwhip effect* di UD. Sayur Mayur.

UCAPAN TERIMA KASIH

Penelitian ini dapat dilaksanakan dengan baik berkat bantuan dari berbagai pihak, untuk itu peneliti mengucapkan terimakasih kepada bapak dan ibu dosen jurusan Teknik Industri, Universitas Merdeka Malang yang telah memberikan kerjasama yang baik dalam penelitian ini

REFERENSI

- [1] Chatfield, Dean C. & Pritchard, Alan M. 2013. Returns and The Bullwhip Effect. United States: Transportation Research Part E 49 (2013) 159-175
- [2] Ernawati, D, dkk. 2021. Bullwhip Effect Reduction Using Vendor Managed Inventory (VMI) Method in Supply Chain of Manufacturing Company. Surabaya: Journal of Physics, Conf. Ser. 1899 012082
- [3] Febriyanto, Indra Dwi. 2018. Analisis *Bullwhip Effect* Pada Perencanaan Kebutuhan Material *Belt Conveyor*. Surabaya: WAHANA, Vol 70. No 1
- [4] Fikriya, Dini Maulida. 2017. Analisis *Bullwhip Effect* Distributor dan *Retailer* Pada Produk Sayuran Non Organik di CV. Rodeo Fresh. Skripsi. Malang: Universitas Brawijaya
- [5] Fransoo, Jan C. & Wouters, Marc J.F. 2000. Measuring the Bullwhip Effect in the Supply Chain. Tilburg University: An International Journal, Vol 5 No 2. 78-89

- [6] Kumar, Sameer & Nigmatullin, Anvar. 2011. A System Dynamics Analysis of Food Supply Chains – Case Study with Non-Perishable Products. USA: Simulation Modelling Practice and Theory 19 (2011) 2151-2168
- [7] Latuny, W. & M. S. Picauly, Wisnu. 2019. Analisis *Bullwhip Effect* Dengan Menggunakan Metode Peramalan Pada Supply Chain di Distributor PT. Semen Tonasa (Studi Kasus: Distributor PT. Semen Tonasa). Ambon: ARIKA, Vol. 13, No. 2
- [8] Pujawan, I Nyoman & Er, Mahendrawati. 2017. *Supply Chain Management* Edisi 3. Surabaya: ANDI Yogyakarta
- [9] Wiedenmann, Marc & Grobler, Andreas. 2019. The Impact of Digital Technologies on Operational Causes of The Bullwhip Effect – a Literature Review. Germany: Procedia CIRP 81 (2019) 552-557