

PENGURANGAN *BULLWHIP EFFECT* MENGUNAKAN METODE *VENDOR MANAGED INVENTORY (VMI)* PADA *SUPPLY CHAIN* DI PT. XYZ

Mohammad Alfin Al Farikh¹⁾, Dira Ernawati²⁾

^{1, 2)} Program Studi Teknik Industri
Fakultas Teknik

Universitas Pembangunan Nasional Veteran Jawa Timur
Jl. Rungkut Madya Surabaya 60294

e-mail : alfinfarik12@gmail.com¹⁾, diraernawati@yahoo.com²⁾

ABSTRAK

Prediksi jumlah produksi dapat dilakukan dengan melakukan peramalan permintaan serta penggunaan metode yang tepat. Rantai pasok yang diteliti pada PT. XYZ terdiri atas Manufaktur (Vendor) dan Kantor Penjualan. Awalnya peramalan dilakukan pada masing – masing level rantai pasok dengan metode peramalan yang berbeda – beda. Maka, diperlukan penyeragaman metode peramalan pada masing – masing pelaku rantai pasok. Berdasarkan pengujian metode peramalan yang dilakukan yakni metode Winter's Method. Model yang digunakan untuk menghubungkan antara peramalan dan pelaksanaan dengan menggunakan pendekatan Vendor Managed Inventory (VMI). Perencanaan persediaan pada rantai pasok tidak dapat dilakukan secara sendiri – sendiri dan harus dipikirkan sebagai suatu sistem yang terkoordinasi. Pengendalian persediaan dilakukan dengan menggunakan perhitungan lot optimal yakni Economic Order Quantity (EOQ). Berdasarkan peramalan permintaan dan penentuan lot optimal, maka dapat dilakukan perhitungan nilai Bullwhip effect yang terjadi setelah penggunaan VMI pada rantai pasok mengalami perubahan yakni 1,359 menjadi 0,514 pada tingkat Manufaktur, sedangkan pada masing-masing tingkat Kantor Penjualan mengalami perubahan yakni 1,458 menjadi 0,501 pada kantor penjualan Banjarmasin, 1,657 menjadi 0,494 pada kantor penjualan Samarinda, 1,497 menjadi 0,888 pada kantor penjualan Makassar, 1,244 menjadi 0,493 pada kantor penjualan Kediri, 1,304 menjadi 0,508 pada kantor penjualan Jember, 1,212 menjadi 0,499 pada kantor penjualan Jogja, 1,198 menjadi 0,499 pada kantor penjualan Surabaya, 1,267 menjadi 0,501 pada kantor penjualan Semarang, 1,327 menjadi 0,508 pada kantor penjualan Bali.

Kata Kunci : *Bullwhip effect, Vendor Managed Inventory (VMI), Winter's Method, Kolaborasi Rantai Pasok*

ABSTRACT

Prediction of the amount of production can be done by forecasting demand and using appropriate methods. The supply chain studied at PT. XYZ consists of Manufacturing (Vendors) and Sales Offices. Initially forecasting is done at each level of the supply chain with different forecasting methods. Therefore, uniform forecasting methods are needed for each supply chain actor. Based on testing the forecasting method conducted, the Winter's Method. The model is used to link forecasting and implementation using the Vendor Managed Inventory (VMI) approach. Inventory planning in the supply chain cannot be done individually and must be thought of as a coordinated system. Inventory control is done by using the optimal lot calculation, namely Economic Order Quantity (EOQ). Based on demand forecasting and optimal lot determination, it can be calculated the value of the Bullwhip effect that occurs after the use of VMI in the supply chain has changed from 1.359 to 0.514 at the Manufacturing level, while at each level of the Sales Office has changed from 1.458 to 0.501 at the sales office Banjarmasin, 1,657 to 0,494 in Samarinda sales office, 1,497 to 0,888 in Makassar sales office, 1,244 to 0,493 in Kediri sales office, 1,304 to 0,508 in Jember sales office, 1,212 to 0,499 in Jogja sales office, 1,198 to 0,499 in Surabaya sales office, 1,304 to 0,508 in Jember sales office, 1,212 to 0,499 in Jogja sales office, 1,198 to 0,499 in Surabaya sales office, 1,267 to 0,501 in the Semarang sales office, 1,327 to 0.508 at the Bali sales office.

Keywords: *Bullwhip effect, Vendor Managed Inventory (VMI), Winter's Method, Collaboration Supply chain*

I. PENDAHULUAN

Persaingan yang sangat ketat antar industri manufaktur dan permintaan konsumen yang terus meningkat tiap tahunnya, membuat para pelaku industri harus melaksanakan kegiatan industri secara optimal. Untuk menyediakan produk yang murah, berkualitas, dan cepat dengan melakukan perbaikan internal sebuah perusahaan manufaktur tidaklah cukup. Ketiga aspek tersebut membutuhkan peran semua pihak mulai dari supplier yang mengolah bahan baku dari alam menjadi komponen, perusahaan yang mengubah komponen dan bahan baku menjadi produk jadi, perusahaan transportasi yang mengirimkan bahan baku dari supplier ke perusahaan, serta jaringan distribusi yang mengantarkan produk jadi ke konsumen. Kesadaran akan pentingnya keterkaitan semua pihak tersebut merupakan konsep *Supply chain Management* (SCM).

Dalam beberapa tahun terakhir di PT. XYZ terjadi perbedaan yang signifikan antara data permintaan dan data penjualan yang diterima oleh perusahaan dan sembilan kantor penjualan yang dimiliki perusahaan. Khususnya pada produk tepung beras dengan kemasan 500gr. Hal tersebut terjadi karena adanya distorsi informasi dan kurangnya sinkronisasi antara pelaku *supply chain* perusahaan sehingga fenomena yang dinamakan *bullwhip effect* telah terjadi pada perusahaan. Adanya ketidakpastian mengharuskan perusahaan untuk memproduksi produk lebih sebagai persediaan untuk menghindari kekurangan.

Berdasarkan masalah yang terjadi pada perusahaan maka pendekatan yang dapat digunakan untuk menyelesaikan masalah *bullwhip effect* ini adalah dengan *information sharing*. Dengan model kolaborasi CPFR (*Collaborative, Planning, Forecasting, and Replenishment*) merupakan solusi yang baik untuk mensinkronkan informasi bagi semua pihak *supply chain*, salah satu konsep CPFR yang menerapkan kolaborasi atau koordinasi antara produsen dan retailer adalah *Vendor Managed Inventory* (VMI). Metode *Vendor Managed Inventory* (VMI) merupakan suatu sistem dimana kebutuhan distributor dan ritel dimonitor dan dikontrol oleh pihak perusahaan atau vendor. Pihak vendor akan bertanggung jawab untuk melakukan pengiriman produk tepat jumlah dan waktu sehingga tidak terjadi stock out yang dapat berdampak pada *customer service level* di tingkat distributor dan ritel.

II. TINJAUAN PUSTAKA

A. *Supply chain Management*

Supply chain adalah jaringan perusahaan-perusahaan yang secara Bersama-sama bekerja untuk menciptakan dan menghantarkan suatu produk ke tangan pemakai akhir. (Pujawan dan Mahendrawati, 2010), Fungsi dari *supply chain* adalah untuk menyediakan produk dan jasa yang cepat, pada waktu yang tepat, dan pada kondisi yang diinginkan dengan tetap memberikan kontribusi yang optimal bagi perusahaan (Fatkhya dan Parwati, 2018).

Jika *supply chain* adalah jaringan fisiknya, yakni perusahaan-perusahaan yang terlibat dalam memasok bahan baku, memproduksi barang, maupun mengirimkan ke konsumen akhir. Sedangkan *supply chain management* adalah metode, alat, atau pendekatan pengelolaannya (Pujawan dan Mahendrawati, 2010). Manajemen *supply chain* merupakan salah satu strategi yang dapat digunakan untuk mengatasi masalah pasokan barang (Yosefa et al, 2015). Manajemen rantai pasok merupakan salah satu cara yang dapat digunakan untuk mengatasi permasalahan mengenai persediaan (Rezky dan Sitompul, 2015).

Salah satu faktor kunci untuk mengoptimalkan kerja dari *supply chain* adalah dengan menciptakan alur informasi yang bergerak secara mudah dan fleksibel serta akurat diantara jaringan atau mata rantai dari *supply chain* tersebut dan pergerakan barang yang efektif dan efisien yang akan menghasilkan kepuasan yang maksimal bagi pelanggan (Indrajit dan Djokopranoto, 2016). *Supply Chain Management* merupakan suatu pendekatan yang

digunakan untuk mengintegrasikan secara efisien antara supplier, pabrik, gudang, dan toko (Kurniawati dan Putranti, 2016) (Simchi-Levi, 2008).

B. Tantangan Dalam Supply chain

Tantangan-tantangan yang harus dihadapi pada *supply chain* adalah sebagai berikut:

1. Kompleksitas struktur *supply chain*.
2. Adanya Ketidakpastian
 - a. Ketidakpastian Permintaan.
 - b. Ketidakpastian Dari Supplier.
 - c. Ketidakpastian Internal (Pujawan dan Mahendrawati, 2010).

C. Distorsi Informasi dan Bullwhip effect

Distorsi informasi pada *supply chain* adalah salah satu sumber kendala dalam menciptakan *supply chain* yang efisien. Sering kali, informasi tentang permintaan konsumen terhadap suatu produk relatif stabil dari waktu ke waktu, namun permintaan dari toko ke penyalur dan dari penyalur ke pabrik jauh lebih fluktuatif dibandingkan dengan pola permintaan dari konsumen tersebut. (Pujawan dan Mahendrawati, 2010).

Bullwhip effect merupakan peningkatan variability dari level bawah menuju level atas dan dalam suatu jaringan *supply chain* (Febryanto, 2018). Dalam situasi ini perusahaan tidak memiliki informasi permintaan yang akurat (Aji dan Yaqoub, 2015). *Bullwhip effect*, istilah ini diciptakan oleh manajemen Procter & Gamble yang melihat amplifikasi dari distorsi informasi sebagai informasi dalam rantai pasok (Talitha, 2010). Adanya *bullwhip effect* pada perusahaan menyebabkan ketidak efisiensinya *supply chain* (Susilo dan Kristyanto, 2017).

Adanya *bullwhip effect* ini dapat membuat sulit perusahaan untuk memahami tuntutan kebutuhan pasar, yang dapat menyebabkan perusahaan harus memproduksi lebih untuk memenuhi permintaan pasar (Dai et al, 2017). Beberapa penelitian telah menyelidiki efek *bullwhip effect* terhadap ketidakpastian persediaan (Dai et al, 2015)

D. Penyebab Bullwhip effect

Terdapat empat penyebab utama dari terjadinya *bullwhip effect*, diantaranya adalah sebagai berikut:

1. *Demand Forecasting Updating*
Pembaruan ramalan permintaan mempengaruhi tingkat akurasi peramalan karena perusahaan mengetahui informasi terbaru terkait permintaan pelanggan dan situasi pasar yang sebenarnya (Dewi dan Garside, 2015) (Lee dan Whang, 1997).
2. *Order Batching*
Ritel yang menjual produk dalam skala kecil akan memesan produk dalam jumlah yang cukup besar dalam jangka waktu yang telah ditentukan. Hal ini menyebabkan distributor akan mendapatkan permintaan yang lebih fluktuatif dibandingkan dengan permintaan yang dihadapi ritel (Dewi dan Garside, 2015) (Lee dan Whang, 1997).
3. Fluktuasi Harga
Adanya pemberian diskon kepada distributor yang mempengaruhi fluktuasi demand dari distributor (Sari et al, 2013).
4. *Rationing dan Shortage Gaming*
Pada situasi dimana permintaan lebih tinggi dari persediaan, penjual sering melakukan apa yang dinamakan rationing, yakni hanya memenuhi seratus persen pesanan pelanggan, namun hanya sebagian dari volume total yang dipesan. (Pujawan dan Mahendrawati, 2010).

E. *Cara Mengurangi Bullwhip effect*

Beberapa pendekatan yang dapat dilakukan untuk mengurangi *bullwhip effect* adalah:

1. *Information Sharing*

Model kolaborasi CPFR (*Collaborative, Planning, Forecasting, Replenishment*) merupakan solusi yang baik untuk mensinkronkan informasi di semua pihak. Salah satu konsep CPFR yang menetapkan kolaborasi atau koordinasi dekat antar produsen dan ritel adalah VMI (*Vendor Managed Inventory*) (Dewi dan Garside, 2015) (Pujawan, 2005).

2. Memperpendek atau Mengubah Struktur *Supply chain*

Dengan struktur *supply chain* yang lebih ramping dan pendek, perusahaan dapat langsung mengetahui pola permintaan konsumen yang sebenarnya (Dewi dan Garside, 2015).

3. Pengukuran Ongkos-Ongkos Tetap

Ukuran batch yang besar adalah salah satu sumber terjadinya *bullwhip effect*. Oleh karena itu pengurangan *bullwhip effect* bisa dilakukan dengan mengupayakan pengurangan ongkos-ongkos tetap sehingga produksi maupun pengiriman bisa dilakukan dengan ukuran batch yang kecil (Pujawan dan Mahendrawathi, 2010).

4. Menciptakan Stabilitas Harga

Pemberian potongan harga (diskon) oleh penyalur ritel harus dikurangi atau diarahkan ke pengurangan harga secara kontinu. Ataupun jika kegiatan promosi diadakan, semua pihak pada *supply chain* harus mengetahui situasi tersebut (Dewi dan Garside, 2015).

F. *Pengukuran Bullwhip effect*

Ukuran *bullwhip effect* di suatu eselon rantai pasok sebagai perbandingan antara koefisien variansi dari order yang diciptakan dan koefisien variansi dari permintaan yang diterima dari eselon yang bersangkutan (Rahmatulloh dan Ilmaniati, 2019) (Fransoo dan Wouters, 2000). Persamaan pengukuran *bullwhip effect* dapat diformulasikan sebagai berikut:

1. Perhitungan koefisien variansi:

$$\mu (Demand) = \frac{Total\ Demand}{Periode} \dots\dots\dots(1)$$

$$\mu (Order) = \frac{Total\ Order}{Periode} \dots\dots\dots(2)$$

$$\sigma = \sqrt{\frac{\sum_{i=1}^n (X_i - \bar{X})^2}{n-1}} \dots\dots\dots(3)$$

$$C_v (Order) = \frac{\sigma (order)}{\mu (order)} \dots\dots\dots(4)$$

$$C_v (Demand) = \frac{\sigma (demand)}{\mu (demand)} \dots\dots\dots(5)$$

Dimana:

- $\mu (Demand)$: Rata-rata permintaan
- $\mu (Order)$: Rata-rata pemesanan
- $\sigma (Demand)$: Standar deviasi permintaan
- $\sigma (Order)$: Standar deviasi pemesanan
- $C_v (Demand)$: Koefisien variansi permintaan
- $C_v (Order)$: Koefisien variansi pemesanan

2. Perhitungan *bullwhip effect* dengan rumus berikut:

$$Bullwhip\ effect = C_v \frac{(Order)}{(Demand)} \dots\dots\dots(6)$$

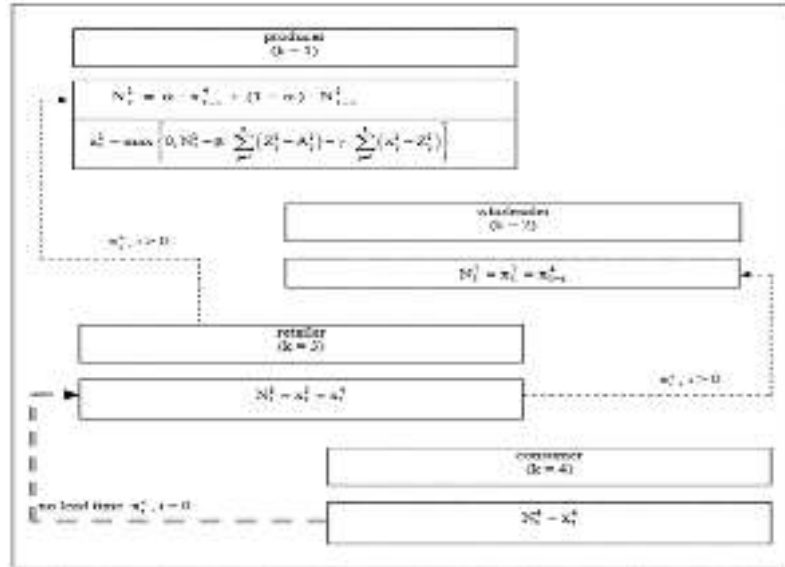
Perhitungan *bullwhip effect* dengan menggunakan parameter korelasi untuk mendapatkan sumber kendala yang signifikan pada pengurangan *bullwhip effect* yang terjadi. Dengan menggunakan rumus :

$$\frac{Var (Order)}{Var (Demand)} \geq 1 + \frac{2L}{P} + \frac{2L^2}{P} \dots\dots\dots(7)$$

Jika nilai variabilitas hasil perhitungan memenuhi syarat persamaan diatas, maka dapat disimpulkan bahwa pada perusahaan tersebut terjadi *bullwhip effect* (Ismail dan Parwati, 2015).

G. *Vendor Managed Inventory (VMI)*

Vendor Managed Inventory (VMI) merupakan strategi kooperatif antara pengguna dan penjual dengan ketersediaan, biaya terendah, dan mengoptimalkan produk bagi kedua belah pihak. (Dai et al, 2017). Penerapan VMI telah berhasil membantu mengurangi biaya dan meningkatkan tingkat pelayanan pelanggan (Pramudyo dan Luong, 2017). Pada dasarnya, ada dua aspek utama pada VMI, yakni *information sharing* dan *control transfer* (Mateen dan Chatterje, 2014) Berikut merupakan model matematis *supply chain* menggunakan *Vendor Managed Inventory*:

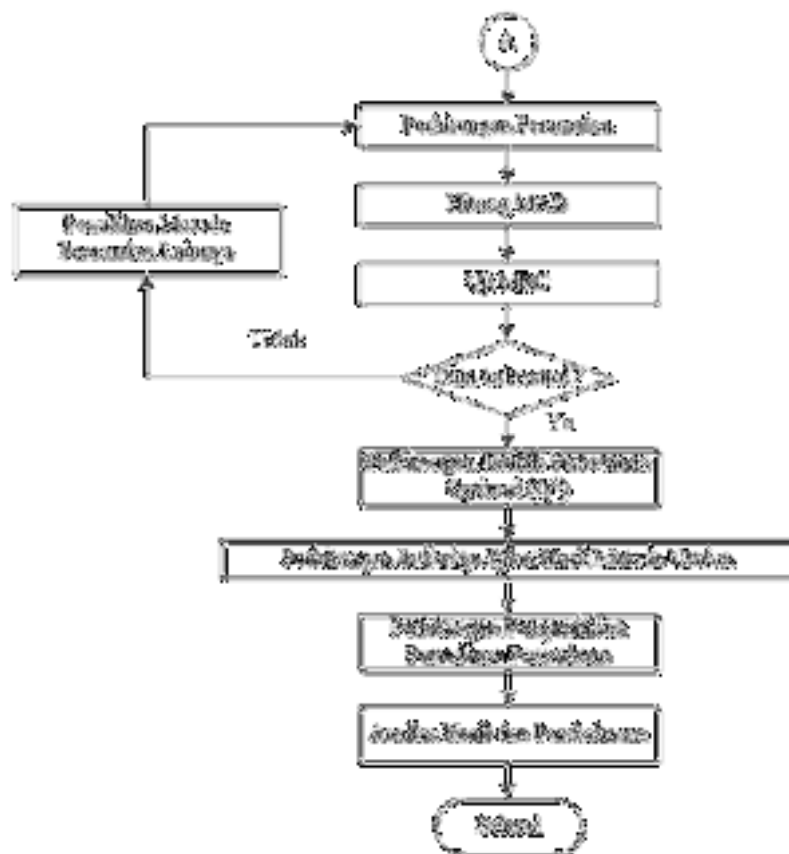


GAMBAR 1 MODEL MATEMATIS SUPPLY CHAIN DENGAN VMI

III. METODE PENELITIAN

Metode yang digunakan dalam penelitian ini adalah metode *Vendor Managed Inventory* Adapun langkah-langkah pemecahan masalah yang dapat dilihat pada gambar dibawah ini:





GAMBAR 2 LANGKAH-LANGKAH DAN PEMECAHAN MASALAH

Gambar diatas merupakan langkah-langkah pemecahan masalah sesuai dengan metode *Vendor Managed Inventory*, dengan menghitung peramalan menggunakan metode yang sesuai dengan pola data permintaan pada level manufaktur dan kantor penjualan. Metode yang digunakan adalah *Winter's Method* karena pola data cenderung musiman dan trend. Kemudian untuk menghitung kebijakan pemesanan optimal digunakan metode *EOQ (Economic Order Quantity)*.

IV. HASIL DAN PEMBAHASAN

A. Pengumpulan Data

Data yang akan digunakan penelitian ini adalah data jumlah permintaan dan jumlah pemesanan mulai dari level vendor manufaktur sampai sembilan kantor penjualan yang dimiliki perusahaan yakni kantor penjualan Banjarmasin, Samarinda, Makasar, Kediri, Jember, Jogja, Surabaya, Semarang, dan Bali. Data ini merupakan data produk tepung beras dengan kemasan 500gr dengan satuan unit.

TABEL 1
DATA PERMINTAAN DAN PEMESANAN VENDOR MANUFAKTUR PADA BULAN OKTOBER 2018 - SEPTEMBER 2019

Bulan	Demand (Unit)	Order (Unit)
Oktober	264.540	294.479
November	221.439	228.812
Desember	238.960	252.461
Januari	221.461	238.052
Februari	232.580	248.050
Maret	272.998	307.238
April	240.120	259.260
Mei	244.941	257.029
Juni	237.620	253.978
Juli	244.654	259.176
Agustus	243.041	257.151
September	275.874	309.502

Sumber: Data Sekunder/Data Perusahaan

TABEL 2
DATA PERMINTAAN DAN PEMESANAN KANTOR PENJUALAN BANJARMASIN PADA BULAN OKTOBER
2018 - SEPTEMBER 2019

Bulan	Demand (Unit)	Order (Unit)
Oktober	19.467	24.534
November	17.786	18.356
Desember	20.765	21.364
Januari	17.454	18.536
Februari	21.832	22.773
Maret	22.735	27.467
April	20.217	23.756
Mei	18.982	20.736
Juni	18.189	21.645
Juli	20.291	23.837
Agustus	21.173	20.837
September	22.127	26.526

Sumber: Data Sekunder/Data Perusahaan

TABEL 3
DATA PERMINTAAN DAN PEMESANAN KANTOR PENJUALAN SAMARINDA PADA BULAN OKTOBER 2018 -
SEPTEMBER 2019

Bulan	Demand (Unit)	Order (Unit)
Oktober	21.560	25.830
November	19.727	20.530
Desember	19.390	22.700
Januari	20.090	21.560
Februari	19.930	22.700
Maret	23.260	28.670
April	17.541	18.560
Mei	18.955	17.908
Juni	19.635	21.890
Juli	20.417	22.970
Agustus	18.223	19.430
September	23.637	27.540

Sumber: Data Sekunder/Data Perusahaan

TABEL 4
DATA PERMINTAAN DAN PEMESANAN KANTOR PENJUALAN MAKASAR PADA BULAN OKTOBER 2018 -
SEPTEMBER 2019

Bulan	Demand (Unit)	Order (Unit)
Oktober	26.830	29.380
November	24.896	27.340
Desember	24.987	26.394
Januari	23.677	26.489
Februari	23.876	26.390
Maret	27.738	31.901
April	23.813	25.930
Mei	25.829	27.908
Juni	24.612	25.903
Juli	25.298	24.890
Agustus	26.018	26.897
September	27.631	31.890

Sumber: Data Sekunder/Data Perusahaan

TABEL 5
DATA PERMINTAAN DAN PEMESANAN KANTOR PENJUALAN KEDIRI PADA BULAN OKTOBER 2018 -
SEPTEMBER 2019

Bulan	Demand (Unit)	Order (Unit)
Oktober	26.990	30.738
November	24.600	26.389
Desember	25.340	26.903
Januari	24.180	25.390
Februari	23.870	26.349
Maret	28.590	31.890
April	24.190	27.890
Mei	25.278	26.908
Juni	23.867	26.760
Juli	24.984	27.390
Agustus	25.899	28.180
September	28.690	31.389

Sumber: Data Sekunder/Data Perusahaan

TABEL 6
DATA PERMINTAAN DAN PEMESANAN KANTOR PENJUALAN JEMBER PADA BULAN OKTOBER 2018 -
SEPTEMBER 2019

Bulan	Demand (Unit)	Order (Unit)
Oktober	32.245	35.678
November	25.645	24.908
Desember	27.678	28.901
Januari	25.901	27.930
Februari	23.271	25.780
Maret	33.237	37.829
April	29.732	31.093
Mei	31.289	32.810
Juni	29.187	30.290
Juli	30.138	31.920
Agustus	30.128	32.030
September	32.391	38.290

Sumber: Data Sekunder/Data Perusahaan

TABEL 7
DATA PERMINTAAN DAN PEMESANAN KANTOR PENJUALAN JOGJA PADA BULAN OKTOBER 2018 -
SEPTEMBER 2019

Bulan	Demand (Unit)	Order (Unit)
Oktober	33.890	36.480
November	24.567	25.389
Desember	27.680	28.190
Januari	24.895	25.648
Februari	26.740	27.189
Maret	34.690	39.102
April	30.190	33.290
Mei	29.808	32.190
Juni	28.901	29.019
Juli	29.018	30.189
Agustus	30.120	32.190
September	36.546	39.018

Sumber: Data Sekunder/Data Perusahaan

TABEL 8
DATA PERMINTAAN DAN PEMESANAN KANTOR PENJUALAN SURABAYA PADA BULAN OKTOBER 2018 -
SEPTEMBER 2019

Bulan	Demand (Unit)	Order (Unit)
Oktober	55.856	59.870
November	45.653	45.890
Desember	48.756	49.870
Januari	45.643	47.920
Februari	46.535	47.290
Maret	56.817	60.290
April	51.138	52.819
Mei	52.129	53.289
Juni	50.138	53.902
Juli	49.817	49.901
Agustus	43.872	45.289
September	57.010	61.029

Sumber: Data Sekunder/Data Perusahaan

TABEL 9
DATA PERMINTAAN DAN PEMESANAN KANTOR PENJUALAN SEMARANG PADA BULAN OKTOBER 2018 -
SEPTEMBER 2019

Bulan	Demand (Unit)	Order (Unit)
Oktober	24.190	26.189
November	19.802	20.190
Desember	21.718	24.290
Januari	20.189	22.389
Februari	24.891	27.190
Maret	22.340	23.910
April	21.901	23.910
Mei	20.390	21.390
Juni	21.890	22.189
Juli	23.130	24.139
Agustus	24.870	27.908
September	23.921	26.910

Sumber: Data Sekunder/Data Perusahaan

TABEL 10
DATA PERMINTAAN DAN PEMESANAN KANTOR PENJUALAN BALI PADA BULAN OKTOBER 2018 -
SEPTEMBER 2019

Bulan	Demand (Unit)	Order (Unit)
Oktober	23.512	25.780
November	18.763	18.506
Desember	22.646	23.849
Januari	19.432	22.190
Februari	21.635	22.389
Maret	23.591	26.179
April	21.398	22.012
Mei	22.281	23.890
Juni	21.201	22.380
Juli	21.561	23.940
Agustus	22.738	24.390
September	23.921	26.910

Sumber: Data Sekunder/Data Perusahaan

B. Pengolahan Data

1. Perhitungan Nilai *Bullwhip effect* Data Historis

Pada penelitian ini menghitung nilai *bullwhip effect* vendor manufaktur dan sembilan kantor penjualan yang dimiliki. Berikut adalah perhitungan nilai *bullwhip effect* pada vendor manufaktur:

1. Perhitungan rata-rata permintaan dan pemesanan produk tepung beras 500gr.

$$\mu (\text{Demand}) = \frac{(264.540+221.439+238.960+\dots+244.654+243.041+275.874)}{12}$$

$$= 244.852$$

$$\mu (\text{Order}) = \frac{(294.479+228.812+252.461+\dots+259.176+257.151+309.502)}{12}$$

$$= 263.766$$

2. Perhitungan standar deviasi produk tepung beras 500gr

$$\sigma = \sqrt{\frac{\sum_{i=1}^n (X_i - \bar{X})^2}{n-1}}$$

$$\sigma (\text{Demand}) = \sqrt{\frac{(264.540-244.852)^2+(221.439-244.852)^2+\dots+(275.874-244.852)^2}{12-1}}$$

$$= 17.839,75$$

$$\sigma (\text{Order}) = \sqrt{\frac{(294.479-263.766)^2+(228.812-263.766)^2+\dots+(309.502-263.766)^2}{12-1}}$$

$$= 25.952,75$$

3. Perhitungan koefisien variansi dari produk tepung beras 500gr

$$C_v(\text{Demand}) = \frac{\sigma (\text{demand})}{\mu (\text{demand})} = \frac{17.839,75}{244.852}$$

$$= 0,073$$

$$C_v(\text{Order}) = \frac{\sigma (\text{order})}{\mu (\text{order})} = \frac{25.952,75}{263.766}$$

$$= 0,098$$

4. Perhitungan *bullwhip effect* produk tepung beras 500gr pada level manufaktur (PT. XYZ)

$$\text{Bullwhip effect} = C_v \frac{(\text{Order})}{(\text{Demand})} = \frac{0,098}{0,073}$$

$$= 1,359$$

5. Menghitung parameter korelasi untuk penentuan apakah terdapat *bullwhip effect* pada produk tepung beras 500gr di PT. XYZ

$$\frac{\text{Var} (\text{Order})}{\text{Var} (\text{Demand})} \geq 1 + \frac{2L}{P} + \frac{2L^2}{P^2}$$

Keterangan:

L merupakan *leadtime* yaitu 1 bulan

P merupakan rentang data pengamatan yaitu 12 bulan

$$1,359 \geq 1 + \frac{2.1}{12} + \frac{2.1^2}{12^2}$$

$$1,359 \geq 1,18$$

Berdasarkan hasil perhitungan diatas maka dapat disimpulkan terjadi *bullwhip effect* sebesar 1,359 di PT. XYZ.

2. Perhitungan Peramalan

Metode peramalan yang digunakan adalah metode *Winter's* dimana menghasilkan tingkat kesalahan peramalan berdasarkan MAD sebesar 2051. Dalam menghitung peramalan menggunakan alat bantu *Minitab*. Kemudian hasil dari peramalan yang diperoleh telah diuji dengan *Moving Range Chart* (MRC) didapatkan bahwa tidak ada data yang keluar batas yang telah ditentukan. Peramalan dilakukan mulai dari vendor manufaktur dan sembilan kantor penjualan yang dimiliki oleh perusahaan. Berikut ini adalah hasil peramalan pada level vendor manufaktur:

TABEL 11
HASIL PERAMALAN PERMINTAAN VENDOR MANUFAKTUR

Bulan	Demand (Unit)
Oktober	257.952
November	220.242
Desember	240.119
Januari	223.559
Februari	235.097
Maret	275.838
April	242.316
Mei	246.802
Juni	239.060
Juli	245.801
Agustus	243.899
September	276.590

Sumber: Pengolahan Data

3. Perhitungan Kebijakan Jumlah Pemesanan dan Nilai *Bullwhip effect*

Perhitungan jumlah pemesanan optimal diperoleh dengan menggunakan rumus persediaan Q untuk sembilan kantor penjualan dan untuk vendor manufaktur diperoleh dari jumlah akumulasi pemesanan dari sembilan kantor penjualan. Persamaan Q adalah sebagai berikut:

Berdasarkan perhitungan diatas maka diketahui C merupakan biaya pemesanan dan h merupakan biaya penyimpanan dan D merupakan jumlah permintaan. Biaya pemesanan dapat disesuaikan dengan biaya yang terdapat pada masing-masing level *supply chain*. Berikut merupakan hasil perhitungan jumlah pemesanan optimal pada level vendor manufaktur yang didapatkan dari akumulasi dari sembilan kantor penjualan yang dimiliki:

TABEL 12
REKAPITULASI KEBIJAKAN PEMESANAN VENDOR MANUFAKTUR

Bulan	Demand (Unit) Forecast	Q*
Oktober	257.952	258.901
November	220.242	236.456
Desember	240.119	247.094
Januari	223.559	237.797
Februari	235.097	244.288
Maret	275.838	264.788
April	242.316	248.294
Mei	246.802	250.399
Juni	239.060	246.602
Juli	245.801	250.130
Agustus	243.899	249.210
September	276.590	265.207

Sumber: Pengolahan Data

Selanjutnya setelah menghitung peramalan dan jumlah pemesanan optimal dilakukan perhitungan nilai *bullwhip effect* untuk membandingkan apakah penerapan metode *Vendor Managed Inventory* dapat mengurangi nilai *bullwhip effect* yang terjadi. Berikut adalah perhitungan pada level vendor manufaktur:

Langkah-langkah perhitungan *bullwhip effect* pada level manufaktur adalah sebagai berikut:

1. Perhitungan rata-rata permintaan dan pemesanan produk tepung beras 500gr.

$$\begin{aligned}\mu (\text{Demand}) &= \frac{(257.952+220.242+240.119\dots+245.801+243.899+276.590)}{12} \\ &= 245.606,3 \\ \mu (\text{Order}) &= \frac{(258.901+236.456+247.094+\dots+250.130+249.210+265.207)}{12} \\ &= 249.930,4\end{aligned}$$

2. Perhitungan standar deviasi produk tepung beras 500gr

$$\begin{aligned}\sigma &= \sqrt{\frac{\sum_{i=1}^n (X_i - \bar{X})^2}{n-1}} \\ \sigma (\text{Demand}) &= \sqrt{\frac{(257.952-245.606,3)^2+(220.242-246.606,3)^2+\dots+(276.590-246.606,3)^2}{12-1}} \\ &= 17.462,72 \\ \sigma (\text{Order}) &= \sqrt{\frac{(258.901-249.930,4)^2+(236.456-249.930,4)^2+\dots+(265.207-249.930,4)^2}{12-1}} \\ &= 9.134,32\end{aligned}$$

3. Perhitungan koefisien variansi dari produk tepung beras 500gr

$$\begin{aligned}C_v (\text{Demand}) &= \frac{\sigma (\text{demand})}{\mu (\text{demand})} = \frac{17.462,72}{245.606,3} = 0,071 \\ C_v (\text{Order}) &= \frac{\sigma (\text{order})}{\mu (\text{order})} = \frac{9.134,32}{249.930,4} = 0,036\end{aligned}$$

4. Perhitungan *bullwhip effect* produk tepung beras 500gr pada level manufaktur

$$\text{Bullwhip effect} = C_v \frac{(\text{Order})}{(\text{Demand})} = \frac{0,036}{0,071} = 0,514$$

5. Menghitung parameter korelasi untuk penentuan apakah terdapat *bullwhip effect* pada produk tepung beras 500gr di manufaktur

$$\frac{\text{Var} (\text{Order})}{\text{Var} (\text{Demand})} \geq 1 + \frac{2L}{P} + \frac{2L^2}{P^2}$$

L merupakan *leadtime* yaitu 1 bulan

P merupakan rentang data pengamatan yaitu 12 bulan

$$\begin{aligned}0,514 &\geq 1 + \frac{2 \cdot 1}{12} + \frac{2 \cdot 1^2}{12^2} \\ 0,514 &\leq 1,18\end{aligned}$$

Berdasarkan hasil perhitungan diatas maka dapat disimpulkan tidak terjadi *bullwhip effect* di manufaktur PT. XYZ karena nilai *bullwhip effect* yang timbul sebesar 0,514 kurang dari nilai parameter yang ditetapkan. Dibandingkan dengan nilai *bullwhip effect* sebelum penggunaan metode VMI sebesar 1,359.

B. Pembahasan

Dari penelitian ini dapat diketahui bahwa pada kondisi aktual perusahaan manufaktur PT. XYZ dan sembilan kantor penjualan telah terjadi fenomena *bullwhip effect*. Namun setelah menggunakan metode usulan *Vendor Managed Inventory* (VMI) nilai *bullwhip effect* dapat berkurang secara signifikan. Dapat dilihat hasil perbandingan nilai *bullwhip effect* antara kondisi aktual perusahaan dan setelah menggunakan metode usulan *Vendor Managed Inventory* (VMI) pada tabel 3 dibawah ini:

TABEL 13
REKAPITULASI PERBANDINGAN NILAI *BULLWHIP EFFECT*

Level <i>Supply chain</i>	Nilai <i>Bullwhip effect</i> Kondisi Aktual Perusahaan	Nilai <i>Bullwhip effect</i> Menggunakan Metode VMI
Vendor Manufaktur	1,359	0,514
Kantor Penjualan Banjarmasin	1,458	0,501
Kantor Penjualan Samarinda	1,657	0,494
Kantor Penjualan Makasar	1,497	0,888
Kantor Penjualan Kediri	1,244	0,493
Kantor Penjualan Jember	1,304	0,508
Kantor Penjualan Jogja	1,212	0,499
Kantor Penjualan Surabaya	1,198	0,499
Kantor Penjualan Semarang	1,267	0,501
Kantor Penjualan Bali	1,327	0,508

Sumber: Pengolahan Data

V. KESIMPULAN

Dari hasil penelitian ini, didapatkan bahwa penggunaan metode *Vendor Managed Inventory* (VMI) dapat mengurangi nilai *bullwhip effect* pada masing-masing level *supply chain* di PT. XYZ, mulai dari vendor manufaktur sampai dengan sembilan kantor penjualan yang dimiliki. Nilai *bullwhip effect* yang timbul sebelum penggunaan metode usulan pada level manufaktur adalah sebesar 1,359 dan setelah menggunakan metode usulan berkurang menjadi 0,514. Sedangkan nilai *bullwhip effect* pada masing-masing kantor penjualan yakni Banjarmasin, Samarinda, Makasar, Kediri, Jember, Jogja, Surabaya, Semarang, dan Bali berurutan sebesar 1,458, 1,657, 1,497, 1,244, 1,304, 1,212, 1,198, 1,267, dan 1,327. Setelah menggunakan metode usulan dapat berkurang menjadi 0,501, 0,494, 0,888, 0,493, 0,508, 0,499, 0,499, 0,501, dan 0,508.

PUSTAKA

- Aji, Gagas G dan Yaqoub, Amak M., (2015), "Identifikasi Penyebab *Bullwhip effect* pada Distribusi PT. Alfian Jaya di Bali", *Jurnal Manajemen Teori dan Terapan*, No.2.
- Azis, Moch T., (2019). "Perencanaan Dan Pengendalian Persediaan Bahan Baku Botol Kaca Dengan Metode *Heuristic Silver Meal* Untuk Meminimalkan Biaya Persediaan Di Nv Pyramid Surabaya", Skripsi. Fakultas Teknik. Universitas Pembangunan Nasional Veteran Jawa Timur.
- Dai, Jianhua et al., (2017). "Mitigation of *Bullwhip effect* in *Supply chain Inventory Management Model*", *Procedia Engineering* 1229-1234.
- Dai, Hongyan et al., (2015). "*Bullwhip effect and supply chain costs with low- and high-quality information on inventory shrinkage*", *Journal Of Operational Research*.
- Dewi, Fenny R dan Garside, Annisa K., (2015). "Pengurangan *Bullwhip effect* Dengan Metode *Vendor Managed Inventory*", *Jurnal Optimasi Sistem Industri*, Vol.14 No.2, Hal 292-298.
- Fatkhiya, Erfanti dan Parwati, CI., (2018). "*Information Sharing System* Untuk Meminimalisasi Resiko *Bullwhip Effect* Pada *Supply Chain Management*", *Journal Of Information Technology*, Vol.3 No.1, Hal 37-44.
- Febryanto, ID., (2018). "Analisis *Bullwhip Effect* Pada Perencanaan Kebutuhan Material *Belt Conveyor*", *WAHANA*, Vol.70 No.1.
- Fransoo, J.C. dan M.J.F. Wouters. Measuring the bullwhip effect in the supply chain. *Supply Chain Management: An International Journal* Vol.5 . No.2 . pp. 78-89. 2000
- Hohmann, Susanne dan Zelewski Stephan., (2015). "Effect of Vendor-Managed Inventory on the *Bullwhip effect*".
- Indrajit, Eko R dan Djokopranoto, R., (2016). "Konsep Manajemen *Supply chain*". (<https://endangcahyapermana.wordpress.com/2016/03/13/e-book-supply-chain-management/>) Diakses pada 10 September 2019 pukul 21.00.
- Ismail, Wahyu dan Parwati Cyrilla I., (2015). "Analisis Kuantitatif *Bullwhip effect* Guna Meningkatkan Efektivitas Distribusi Pada Pt. Madubaru", *Jurnal REKAVASI* Vol.3. No.2. Hal 77-85
- Kurniawati, DA dan Putranti, Arifiani., (2016). "Pengendalian Produksi Cokelat nDalem Dalam Meminimasi *Bullwhip Effect* (Studi Kasus pada CV. nDalem Mulya Mandiri)", Seminar Nasional Teknik Industri Universitas Gadjah Mada 2016.
- Lee, H. L., Padmanabhan, V. dan Whang, S. (1997). "*The Bullwhip Effect In Supply Chain*". *Sloan Management Review*, vol 38, issues 3, pp. 93-102.
- Mateen, Arqum dan Chatterje, AK., (2014). "*Vendor Managed Inventory for Single-Vendor Multi-Retailer Supply Chains*", *Journal Decision Support System*.
- Pramudyo, CS dan Luong, HT., (2017). "*One vendor-one retailer in vendor managed inventory problem with stochastic demand*", *Journal Industrial and System Engineering* Vol.27. No.1.
- Pujawan, Nyoman dan Mahendrawathi., (2010), "*Supply chain Management*", Surabaya: Guna Widya.
- Pujawan, I. N. 2005. *Supply Chain Management*, Edisi Pertama. Surabaya : Guna Widya.
- Rahmatulloh, ME dan Ilmaniaty, Anita., (2019). "Perancangan *Vendor Manage Inventory* (VMI) Pada Usaha Kayu", *Jurnal Media Teknik dan Sistem Industri* Vol.3. No.1. Hal 30-36
- Rezky, Jonathan dan Sitompul, Carles., (2015). "Pengembangan Model *Vendor Managed Inventory* dengan Mempertimbangkan Ketidakpastian *Leadtime* yang Memaksimalkan *Service Level*", *Jurnal Teknik Industri*
- Sari, Rosalina et al., (2013). "Analisis *Bullwhip Effect* dalam Sistem Rantai Pasok pada Produk LL-SR", *Jurnal Teknik Industri* Vol.1. No.4. Hal 341-346
- Sibarani, Febby S., (2019). "Pengurangan *Bullwhip effect* dalam Rantai Pasok *Single Vendor* dan *Multi Retailer* dengan Menggunakan Metode *Vendor Managed Inventory* (VMI) di PT. SINAR SOSRO", Skripsi. Repositori USU. Fakultas Teknik. Universitas Sumatera Utara.
- Simchi-Levi, D., et al., (2008), *Designing and Managing The Supply Chain: Concepts, Strategies And Case Studies*, New York, Mcgraw Hill.
- Susilo, CBR dan Kristyanto B., (2017). "Analisa *Bullwhip Effect* Dengan Metode *Periodic Review*", *Prosiding Seminar Nasional*.
- Talitha, Tita., (2010). "Permasalahan *Bullwhip Effect* Pada *Supply Chain*", *Jurnal Techno Science* Vol.4. No.2.
- Yosefa et al., (2015). "Perancangan Model VMI (*Vendor Managed Inventory*) dengan Satu Pemasok dan Banyak Retailer yang Meminimasi Ongkos Total Rantai Pasok", *Jurnal Rekayasa Sistem Industri* Vol.5. No.2.