

# **PENGURANGAN *BULLWHIP EFFECT* DALAM RANTAI PASOK *SINGLE VENDOR* DAN *MULTI RETAILER* MENGGUNAKAN METODE *VENDOR MANAGED INVENTORY (VMI)* PADA PT. MAGNESIUM GOSARI INTERNASIONAL GRESIK**

**Irfany A. Muzady<sup>1)</sup>, Dira Ernawati<sup>2)</sup>**

<sup>1,2)</sup>Program Studi Teknik Industri Universitas Pembangunan Nasional “Veteran” Jawa Timur  
Jl. Rungkut Madya, Gn. Anyar, Kec. Gn. Anyar, Kota SBY, Jawa Timur 60294  
e-mail: [irfanymuzady10@gmail.com](mailto:irfanymuzady10@gmail.com)<sup>1)</sup>, [dira.ti@upnjatim.ac.id](mailto:dira.ti@upnjatim.ac.id)<sup>2)</sup>

## **ABSTRAK**

*PT. Magnesium Gosari Internasional merupakan salah satu pabrik pupuk dolomit terbesar di Indonesia. Akhir-akhir ini, pada PT. Magnesium Gosari Internasional mengalami permasalahan berupa adanya perbedaan informasi terkait demand dan order yang diperoleh perusahaan dan delapan kantor penjualan perusahaan. Utamanya terhadap produk Pupuk Magnesium Magfertil 20+ ukuran 50 kg. Hal ini menyebabkan perusahaan mengalami gangguan pada supply chain yang membuat jumlah permintaan menjadi tidak pasti atau mengalami variasi permintaan atau yang lebih dikenal dengan fenomena bullwhip effect. Tujuan penelitian ini adalah melakukan pengendalian persediaan yang optimal untuk mengurangi bullwhip effect antar pelaku supply chain pada sistem rantai pasok di PT. Magnesium Gosari Internasional. Metode yang dipakai ialah metode Vendor Managed Inventory (VMI). Hasil perhitungan diperoleh bahwa penerapan metode Vendor Managed Inventory (VMI) sangat efektif untuk mengurangi nilai bullwhip effect pada masing-masing level supply chain. Adapun nilai bullwhip effect I (kondisi aktual perusahaan) pada level manufaktur adalah 1,4503 dan setelah penerapan metode usulan (Vendor Managed Inventory) menjadi 0,4943. Sedangkan nilai bullwhip effect I pada masing-masing kantor penjualan di Denpasar, Subang, Surabaya, Lampung, Jember, Banjarmasin, Balikpapan dan Banjarnegara sebesar 1,4198, 1,4455, 1,6277, 1,4902, 1,3204, 1,2093, 1,2994 dan 1,4744. Tetapi, saat penerapan metode usulan VMI hasilnya nilai bullwhip effect berkurang drastis hingga mendapat angka 0,5007, 0,4773, 0,4909, 0,5097, 0,4975, 0,5015, 0,5014 dan 0,4902.*

**Kata Kunci:** *Supply Chain, Bullwhip Effect, Vendor Managed Inventory*

## **ABSTRACT**

*PT. Magnesium Gosari Internasional is one of the largest dolomite fertilizer manufacturers in Indonesia. Recently, at PT. Magnesium Gosari Internasional experienced problems in the form of discrepancies in information related to requests and orders obtained by the company and the company's eight sales offices. Mainly for the production of Magfer-til 20+ Magnesium Fertilizer 50 kg in size. This causes companies to experience disruptions in the supply chain which makes the number of requests uncertain or experiences variations in demand or better known as the bullwhip effect phenomenon. The purpose of this study is to carry out optimal inventory control to reduce the bullwhip effect between supply chain actors in the supply chain system at PT. Magnesium Gosari International. The method used is the Vendor Managed Inventory (VMI) method. The calculation results show that the implementation of the Vendor Managed Inventory (VMI) method is very effective in reducing the value of the bullwhip effect at each level of the supply chain. The value of bullwhip effect I (actual condition of the company) at the manufacturing level is 1.4503 and after the application of the proposal method (Vendor Managed Inventory) it is 0.4943. Meanwhile, the value of bullwhip effect I in each sales office in Denpasar, Subang, Surabaya, Lampung, Jember, Banjarmasin, Balikpapan and Banjarnegara was 1.4198, 1.4455, 1.6277, 1.4902, 1.3204, 1, 2093, 1.2994 and 1.4744. However, when using the (Vendor Managed Inventory) method, the value of the bullwhip effect decreases drastically until it reaches the numbers 0.507, 0.4773, 0.4909, 0.5097, 0.4975, 0.5015, 0.5014 and 0.4902.*

**Keywords:** *Supply Chain, Bullwhip Effect, Vendor Managed Inventory*

## I. PENDAHULUAN

Pada era industrialisasi seperti saat ini, sektor industri khususnya yang bergerak dalam bidang manufaktur memegang peranan penting dalam persaingan pada pasar bebas. Untuk memenangkan persaingan tersebut, tentunya setiap perusahaan membutuhkan sinergitas dari semua pihak yang terlibat dalam rantai proses industri. Kesadaran akan pentingnya keterikatan antar seluruh komponen rantai proses industri tersebut merupakan hal-hal yang mendasari konsep dasar *Supply Chain Management* (SCM). Adapun masalah yang sering muncul terkait *supply chain* ialah terjadinya fenomena *bullwhip effect* yaitu terjadinya perbedaan secara signifikan antara jumlah persediaan yang tersisa dengan jumlah permintaan yang disebabkan adanya variansi atau ketidakpastian permintaan (Pujawan dan Mahendrawathi, 2017).

Akhir-akhir ini, pada PT. Magnesium Gosari Internasional mengalami kendala yaitu adanya perbedaan informasi terkait *demand* dan *order* yang diperoleh perusahaan dan delapan kantor penjualan perusahaan. Utamanya terhadap produk Pupuk Magnesium Magfertil 20+ ukuran 50 kg. *Distorsi* informasi dan ketidaksinkronan antar pelaku *supply chain* perusahaan merupakan penyebab utama permasalahan tersebut. Hal ini menyebabkan perusahaan mengalami gangguan pada *supply chain* yang membuat jumlah permintaan menjadi tidak pasti atau mengalami variansi permintaan atau yang lebih dikenal dengan fenomena *bullwhip effect*. Adanya ketidakpastian membuat perusahaan mengambil kebijakan produksi hanya berdasarkan estimasi atau perkiraan saja sehingga membuat persediaan yang ada sering terjadi *overstock* atau *out of stock*.

Berdasarkan permasalahan yang terjadi pada PT. Magnesium Gosari Internasional, maka salah satu solusi yang efektif untuk mengurangi besarnya nilai *bullwhip effect* adalah dengan melakukan perbaikan berupa *information sharing*. Konsep CPFR (*Collaborative, Planning, Forecasting and Re-plenishment*) ialah suatu konsep sistem yang memungkinkan semua pihak pada *supply chain* untuk mensinkronisasikan informasi secara akurat. Metode *Vendor Managed Inventory* (VMI) merupakan salah satu metode yang mengimplementasikan konsep CPFR yang implementasinya berfokus pada kolaborasi atau koordinasi antara produsen dengan *retailer*. Metode VMI menjadi sistem yang memungkinkan permintaan yang berasal dari distributor dan ritel dikontrol oleh perusahaan (*vendor*). Pertanggungjawaban terkait pengiriman produk dengan jumlah dan waktu yang tepat dilakukan pihak *vendor* untuk menghindari terjadinya *stock out*. Dengan penerapan *Vendor Managed inventory* (VMI) diharapkan akan meminimalisir nilai *bullwhip effect* yang berlangsung pada rantai pasok di PT. Magnesium Gosari Internasional khususnya pada level perusahaan (*vendor*) dan kantor penjualan (*retailer*) sehingga perusahaan dapat memperoleh informasi yang akurat. Selain itu, dengan menggunakan metode VMI juga diharapkan dapat dilakukan kebijakan penentuan pengendalian persediaan yang optimal pada masing-masing level *supply chain*. Dengan demikian diharapkan proses industri di PT. Magnesium Gosari Internasional dapat berjalan secara optimal.

## II. TINJAUAN PUSTAKA

### A. *Supply Chain Management*

*Supply Chain Management* atau manajemen rantai pasok merupakan suatu rangkaian aktifitas bisnis yang terintegrasi mulai dari tahap perencanaan produk hingga proses distribusi produk sampai ke tangan pembeli. Dalam praktiknya, sistem rantai pasok selalu melibatkan banyak pihak yang terdiri dari berbagai komponen pelaku industri meliputi pabrik atau *vendor*, perusahaan transportasi, *supplier*, distributor serta toko atau *retailer* yang saling berintegrasi untuk meningkatkan kinerja bersama (Pujawan dan Mahendrawathi, 2017).

Menurut Aji dan Yaqoub (2018), faktor kunci (*key faktor*) dari penerapan sistem *supply chain* adalah dengan menciptakan kolaborasi atau integrasi yang kuat antar komponen pelaku rantai pasok. Hal tersebut memungkinkan terciptanya aliran data yang cepat dan akurat lalu perusahaan akan mengolah informasi tersebut sebagai bahan pertimbangan

produksi dalam memenuhi kebutuhan konsumen (Andries, 2019). Oleh karena itu, untuk mengelola informasi tersebut diperlukan gambaran keadaan yang sebenarnya secara lengkap mulai dari yang pertama hingga terakhir (Aziz, 2019). Disamping itu, perlu diperhatikan juga *inventory* dari berbagai level *supply chain*. Adapun *inventory* sendiri merupakan beberapa jenis barang yang disimpan di gudang (Indrajit dan Djokopranoto, 2018).

#### B. Tantangan Supply Chain Management

Dalam membentuk *supply chain* yang efektif, tentunya banyak tantangan yang harus segera diselesaikan oleh perusahaan diantaranya adalah sebagai berikut:

1. *Supply chain* yang memiliki struktur terlalu kompleks (Hohmann dan Zelewski, 2018).
2. Munculnya ketidakpastian baik berupa ketidakpastiaan *demand*, ketidakpastian dari pemasok maupun ketidakpastian yang berasal dari internal (Chiang et al., 2017).

#### C. Distorsi Informasi dan Bullwhip Effect

*Distorsi* Informasi atau ketidaksinkronan antar para pelaku *supply chain* merupakan faktor utama yang menyebabkan aliran *supply chain* tidak berjalan efektif. Informasi permintaan konsumen mengenai suatu produk biasanya relatif stabil (Mateen dan Cahrtejje, 2020). Namun, informasi tersebut akan menjadi fluktuatif ketika berada pada tahap selanjutnya. Misalnya, permintaan dari pihak penyalur ke pabrik yang jauh lebih berubah-ubah dibandingkan permintaan pembeli yang sebenarnya. Sehingga dapat disimpulkan bahwa permintaan pada tingkat pelanggan sebenarnya relatif stabil, tetapi akan terus meningkat perubahannya saat semakin ke hulu *supply chain*. Fenomena peningkatan ketidakpastian atau variansi dari hulu ke hilir pada suatu *supply chain* biasanya disebut fenomena *bullwhip effect*. Pada kondisi ini, perusahaan tidak memperoleh informasi permintaan yang akurat sehingga terjadi *distorsi* informasi (Rosyidah dan Kurniati, 2019). Hal tersebut secara tidak langsung juga akan menyebabkan hilang atau berkurangnya pendapatan produksi sebagai akibat turunya tingkat kepuasan pelanggan yang diakibatkan pelayanan yang kurang optimal (Dai et al., 2017).

#### D. Faktor Penyebab Terjadinya Bullwhip Effect

Adapun faktor-faktor penyebab munculnya fenomena *bullwhip effect* dikarenakan oleh:

##### 1. Demand Forecasting Updating

Pembaruan ramalan permintaan akan berpengaruh pada level keakuratan peramalan yang diakibatkan oleh adanya perubahan informasi yang terjadi di lapangan (Dewi et al., 2019).

##### 2. Order Batching

*Order Batching* terjadi karena penumpukan pesanan yang relatif kecil kemudian pesanan tersebut diberikan ke pemasok. Hal tersebut menyebabkan terjadinya pemesanan besar-besaran dan kosongnya permintaan pada periode tertentu yang menyebabkan terjadinya ketidakpastian (Wardah, 2020).

##### 3. Price Fluktuation

Kegiatan promosi yang dilakukan perusahaan pada periode tertentu menyebabkan kekacauan pada *supply chain*. Hal ini dikarenakan konsumen akan membeli banyak barang pada saat kondisi promosi daripada membeli barang pada saat harga normal. Hal tersebut disebabkan karena *customer* masih memiliki stok barang yang cukup. Sehingga, situasi tersebut menimbulkan ketidakpastian permintaan (Yamit, 2019).

##### 4. Rationing and Shortage Gaming

*Rationing and shortage gaming* merupakan situasi dimana terdapat satu rantai dari *supply chain* yang melakukan “permainan” sehingga dapat menutupi permintaan pasar yang secara aktual. Hal tersebut menyebabkan terjadinya stok yang tidak pasti di pasaran yang mengakibatkan kekacauan di *downstream* (Susilo dan Kristyanto, 2017).

#### E. Pengurangan Nilai Bullwhip Effect

Pengurangan *bullwhip effect* bisa dilakukan secara optimal jika para pelaku *supply chain* mampu menerapkan tindakan efektif yang dapat mengurangi *bullwhip effect*, antara lain:

1. Integrasi Informasi
2. Membuat Struktur *Supply Chain* yang efektif
3. Pengurangan Ongkos-Ongkos Tetap
4. Menjaga stabilitas Harga (Zulhamidi, 2017).

#### F. Perhitungan Bullwhip Effect

Pengukuran besarnya nilai *bullwhip effect* pada suatu level rantai pasok dihitung apabila koefisien variansi dari *order* yang dibuat dibandingkan dengan koefisien variansi dari permintaan yang diterima (Hendrawan, 2018). Adapun hasil *bullwhip effect* yang menghasilkan nilai lebih dari 1, maka perusahaan tersebut terindikasi terjadi *bullwhip effect* berupa terjadinya variansi permintaan (Heriansyah dan Hasibuan, 2017). Adapun pengukuran nilai *bullwhip effect* tersebut dapat dihitung dengan menggunakan formulasi persamaan berikut:

1. Perhitungan koefisien variansi

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

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

$$\sigma = \sqrt{\frac{\sum_{i=1}^n (x_i - \mu)^2}{n-1}} \quad (3)$$

$$C_v (\text{Demand}) = \frac{\sigma (\text{demand})}{\mu (\text{demand})} \quad (4)$$

$$C_v (\text{Order}) = \frac{\sigma (\text{order})}{\mu (\text{order})} \quad (5)$$

Dimana:

$\mu (\text{Demand})$  = Rata – rata *demand*

$\mu (\text{Order})$  = Rata – rata penjualan

$\sigma (\text{Demand})$  = Standar deviasi *demand*

$\sigma (\text{Order})$  = Standar deviasi penjualan

$C_v (\text{Demand})$  = Koefisien variansi *demand*

$C_v (\text{Order})$  = Koefisien variansi penjualan

2. Perhitungan Nilai Bullwhip Effect

$$\text{Bullwhip Effect} = C_v \frac{(\text{order})}{(\text{demand})} \quad (6)$$

Selanjutnya, nilai *bullwhip effect* yang dihasilkan dari perhitungan tersebut dilakukan perbandingan dengan parameter korelasi untuk menentukan apakah terjadi fenomena *bullwhip effect* pada eselon tersebut. Adapun persamaan parameter korelasi tersebut adalah sebagai berikut:

$$\frac{\text{Var} (\text{order})}{\text{Var} (\text{demand})} \geq 1 + \frac{2L}{P} + \frac{2L^2}{P^2} \quad (7)$$

Dimana:

L = *Leadtime*

P = Periode (Sibarani, 2019).

#### G. Vendor Managed Inventory (VMI)

*Vendor Managed Inventory* (VMI) merupakan suatu metode yang memungkinkan suatu perusahaan atau *vendor* untuk memonitor jumlah kebutuhan dari distributor atau *retailer*. Hal tersebut memungkinkan pihak *vendor* menghindari terjadinya *stock out* dengan cara pengiriman produk yang jumlah dan waktu dilakukan dengan tepat oleh pihak *vendor* yang akan berdampak baik untuk distributor dan *retailer* (Ismail dan Parwati, 2017). Metode ini memungkinkan sinkronisasi informasi antar pelaku sistem rantai pasok dapat memberi informasi akurat sehingga membantu perusahaan dalam membuat

produk selalu tersedia dan meminimalisir biaya akibat ketidakpastian serta mengoptimalkan kualitas pelayanan produk dalam rantai pasok (Shofyan, 2018).

### III. METODE PENELITIAN

#### A. Pengumpulan Data

Pada tahap ini dilakukan kegiatan mengumpulkan data dan mencatat data-data yang diperlukan dalam proses perhitungan nilai *bullwhip effect* yaitu data mengenai jumlah *demand* dan jumlah *order* pada produk Pupuk Magfertil 20+ ukuran 50 kg serta biaya simpan dan biaya pemesanan pada perusahaan (*vendor*) dan kantor pemasaran (*retailer*) selama periode September 2020-Agustus 2021.

#### B. Perhitungan Bullwhip Effect I (Kondisi Aktual Perusahaan)

Pada tahap ini dilakukan perhitungan nilai *bullwhip effect* berdasarkan data aktual perusahaan pada masing-masing eselon, yaitu *vendor* dan kantor pemasaran (*retailer*). Jika nilai *bullwhip effect* ( $BE$ )  $\geq 1$  maka perusahaan teridentifikasi terjadi fenomena *bullwhip effect* dan akan dilanjutkan ke langkah penyelesaian berikutnya. Namun, jika nilai *bullwhip effect*  $< 1$  maka perusahaan teridentifikasi tidak terjadi fenomena *bullwhip effect* dan langsung dilanjutkan ke hasil dan pembahasan.

#### C. Peramalan permintaan periode September 2021-Agustus 2022

Pada tahap ini bertujuan untuk menentukan peramalan permintaan periode September 2021-Agustus 2022 dengan menggunakan metode peramalan yang sudah dipilih berdasarkan metode peramalan dengan MAD terkecil dan sudah lolos uji MRC.

#### D. Penentuan jumlah pemesanan optimal periode September 2021-Agustus 2022.

Pada tahap ini dilakukan penentuan jumlah pemesanan optimal untuk masing-masing eselon, yaitu pada eselon pabrik (*vendor*) dan kantor pemasaran (*retailer*). Dalam penentuan jumlah pemesanan optimal ini dihitung dengan menggunakan metode EOQ (*Economic Order Quantity*).

#### E. Perhitungan Bullwhip Effect II Hasil Metode Usulan VMI

Pada tahap ini dilakukan perhitungan nilai *bullwhip effect* II berdasarkan hasil metode usulan menggunakan metode VMI pada masing-masing eselon.

#### F. Perbandingan Bullwhip Effect I (aktual) dengan Bullwhip Effect II (metode VMI)

Setelah dilakukan perhitungan nilai *bullwhip effect* II dengan metode yang diusulkan (VMI) maka langkah selanjutnya adalah membandingkan nilai *bullwhip effect* II hasil metode usulan dengan nilai *bullwhip effect* I yang berasal dari data aktual perusahaan. Jika nilai  $BE I > BE II$  maka metode pengurangan *bullwhip effect* dengan menggunakan metode usulan (VMI) diterima. Namun, jika  $BE II > BE I$  maka akan langsung dilanjutkan ke hasil dan pembahasan mengenai keefektifan penggunaan metode VMI.

#### G. Penentuan Kebijakan Pengendalian Persediaan Perusahaan

Pada tahap ini dilakukan perhitungan kebijakan pengendalian persediaan oleh perusahaan dengan menggunakan kebijakan *safety stock* dan *reorder point* dengan tujuan agar tidak terjadi lagi *over stock* dan *out of stock* serta meminimalisir resiko ketidakpastian permintaan pasar.

### IV. HASIL DAN PEMBAHASAN

#### A. Pengumpulan Data

Pada penelitian ini dilakukan pengumpulan data sekunder yang berasal dari dokumen perusahaan berupa data *demand* dan data *order* mulai dari level *vendor* Manufaktur (PT. Magnesium Gosari Internasional) sampai delapan kantor penjualan yang dimiliki perusahaan yakni kantor penjualan Surabaya, Jember, Banjarnegara, Lampung, Banjarmasin, Denpasar, Subang dan Balikpapan. Adapun produk yang digunakan dalam penelitian ini adalah Pupuk Magnesium Magfertil 20+ ukuran 50 kg dengan rentang waktu mulai dari periode September 2020-Agustus 2021.

TABEL I  
DATA *DEMAND* DAN *ORDER* PABRIK (PT. MAGNESIUM GOSARI INTERNASIONAL)  
PERIODE SEPTEMBER 2020-AGUSTUS 2021.

Periode	<i>Demand</i> (Unit)	<i>Order</i> (Unit)
September 2020	186.801	214.596
Oktober 2020	157.066	163.725
November 2020	171.898	182.156
Desember 2020	155.580	170.378
Januari 2021	165.452	179.384
Februari 2021	198.724	233.516
Maret 2021	169.921	187.327
April 2021	175.018	187.086
Mei 2021	167.526	181.675
Juni 2021	175.312	189.473
Juli 2021	178.591	186.508
Agustus 2021	199.011	231.590

Sumber: PT. Magnesium Gosari Internasional

TABEL II  
DATA *DEMAND* DAN *ORDER* KANTOR PENJUALAN SUBANG  
PERIODE SEPTEMBER 2020-AGUSTUS 2021.

Periode	<i>Demand</i> (Unit)	<i>Order</i> (Unit)
September 2020	17.967	23.034
Oktober 2020	16.286	16.856
November 2020	19.265	19.864
Desember 2020	15.954	17.036
Januari 2021	20.332	21.273
Februari 2021	21.235	25.967
Maret 2021	18.717	22.256
April 2021	17.482	19.236
Mei 2021	16.689	20.145
Juni 2021	18.791	22.337
Juli 2021	19.673	19.337
Agustus 2021	20.627	25.026

Sumber: PT. Magnesium Gosari Internasional

TABEL III  
DATA *DEMAND* DAN *ORDER* KANTOR PENJUALAN SURABAYA  
PERIODE SEPTEMBER 2020-AGUSTUS 2021.

Periode	<i>Demand</i> (Unit)	<i>Order</i> (Unit)
September 2020	20.060	24.330
Oktober 2020	18.227	19.030
November 2020	17.890	21.200
Desember 2020	18.590	20.060
Januari 2021	17.890	21.200
Februari 2021	21.760	27.170
Maret 2021	16.041	17.060
April 2021	17.455	16.408
Mei 2021	18.135	20.390
Juni 2021	18.917	21.470
Juli 2021	16.723	17.930
Agustus 2021	22.137	26.040

Sumber: PT. Magnesium Gosari Internasional

TABEL IV  
DATA *DEMAND* DAN *ORDER* KANTOR PENJUALAN LAMPUNG  
PERIODE SEPTEMBER 2020-AGUSTUS 2021.

Periode	<i>Demand</i> (Unit)	<i>Order</i> (Unit)
September 2020	25.330	27.880
Oktober 2020	23.396	25.840
November 2020	23.487	24.894
Desember 2020	22.177	24.989
Januari 2021	22.376	24.890
Februari 2021	26.238	30.401
Maret 2021	22.313	24.430
April 2021	24.329	26.408
Mei 2021	23.112	24.403
Juni 2021	23.798	23.390
Juli 2021	24.518	25.397
Agustus 2021	26.131	30.390

Sumber: PT. Magnesium Gosari Internasional

TABEL V  
DATA *DEMAND* DAN *ORDER* KANTOR PENJUALAN JEMBER  
PERIODE SEPTEMBER 2020-AGUSTUS 2021.

Periode	<i>Demand</i> (Unit)	<i>Order</i> (Unit)
September 2020	22.012	24.280
Oktober 2020	17.263	17.006
November 2020	21.146	22.349
Desember 2020	17.932	20.690
Januari 2021	20.135	20.889
Februari 2021	22.091	24.679
Maret 2021	19.898	20.512
April 2021	20.781	22.390
Mei 2021	19.701	20.880
Juni 2021	20.061	22.440
Juli 2021	21.238	22.890
Agustus 2021	22.421	25.410

Sumber: PT. Magnesium Gosari Internasional

TABEL VI  
DATA *DEMAND* DAN *ORDER* KANTOR PENJUALAN BANJARMASIN  
PERIODE SEPTEMBER 2020-AGUSTUS 2021.

Periode	<i>Demand</i> (Unit)	<i>Order</i> (Unit)
September 2020	32.390	34.980
Oktober 2020	23.067	23.889
November 2020	26.180	26.690
Desember 2020	23.395	24.148
Januari 2021	25.240	25.689
Februari 2021	33.190	37.602
Maret 2021	28.690	31.790
April 2021	28.308	30.690
Mei 2021	27.401	27.519
Juni 2021	27.518	28.689
Juli 2021	28.620	30.690
Agustus 2021	35.046	37.518

Sumber: PT. Magnesium Gosari Internasional

TABEL VII  
DATA *DEMAND* DAN *ORDER* KANTOR PENJUALAN BALIKPAPAN  
PERIODE SEPTEMBER 2020-AGUSTUS 2021.

Periode	<i>Demand</i> (Unit)	<i>Order</i> (Unit)
September 2020	30.745	34.178
Oktober 2020	24.145	23.408
November 2020	26.178	27.401
Desember 2020	24.401	26.430
Januari 2021	21.771	24.280
Februari 2021	31.737	36.329
Maret 2021	28.232	29.593
April 2021	29.789	31.310
Mei 2021	27.687	28.790
Juni 2021	28.638	30.420
Juli 2021	28.628	30.530
Agustus 2021	30.891	36.790

Sumber: PT. Magnesium Gosari Internasional

TABEL VIII  
DATA *DEMAND* DAN *ORDER* KANTOR PENJUALAN DENPASAR  
PERIODE SEPTEMBER 2020-AGUSTUS 2021.

Periode	<i>Demand</i> (Unit)	<i>Order</i> (Unit)
September 2020	15.467	20.534
Oktober 2020	13.786	14.356
November 2020	16.765	17.364
Desember 2020	13.454	14.536
Januari 2021	17.832	18.773
Februari 2021	18.735	23.467
Maret 2021	16.217	19.756
April 2021	14.982	16.736
Mei 2021	14.189	17.645
Juni 2021	16.291	19.837
Juli 2021	17.173	16.837
Agustus 2021	18.127	22.526

Sumber: PT. Magnesium Gosari Internasional

TABEL IX  
DATA DEMAND DAN ORDER KANTOR PENJUALAN BANJARNEGARA  
PERIODE SEPTEMBER 2020-AGUSTUS 2021.

Periode	Demand (Unit)	Order (Unit)
September 2020	22.830	25.380
Oktober 2020	20.896	23.340
November 2020	20.987	22.394
Desember 2020	19.677	22.489
Januari 2021	19.876	22.390
Februari 2021	23.738	27.901
Maret 2021	19.813	21.930
April 2021	21.892	23.908
Mei 2021	20.612	21.903
Juni 2021	21.298	20.890
Juli 2021	22.018	22.897
Agustus 2021	23.631	27.890

Sumber: PT. Magnesium Gosari Internasional

### B. Pengolahan Data

#### 1. Perhitungan Nilai Bullwhip Effect I (Data Aktual Perusahaan)

Pada penelitian ini dilakukan perhitungan nilai *bullwhip effect* I pada *vendor* manufaktur dan delapan kantor penjualan yang dimiliki. Berikut adalah perhitungan nilai *bullwhip effect* pada level manufaktur

- 1) Perhitungan rata-rata *demand* dan *order* produk Pupuk Magnesium Magfertil 20+ ukuran 50 kg.

$$\mu (\text{Demand/Order}) = \frac{\text{Total Demand}}{\text{Order}} = \frac{\text{Total Demand}}{\text{Periode}}$$

$$\mu (\text{Demand}) = \frac{(186.801+157.066+171.898+\dots+199.011)}{12} = 175.075$$

$$\mu (\text{Order}) = \frac{(214.596+163.725+182.156+\dots+231.590)}{12} = 192.285$$

- 2) Perhitungan standar deviasi produk Pupuk Magnesium Magfertil 20+ ukuran 50 kg.

$$\text{Standar Deviasi } (\sigma) = \sqrt{\frac{\sum_{i=1}^n (x_i - \bar{x})^2}{n-1}}$$

$$\sigma (\text{Demand}) = \sqrt{\frac{(186.801-175.075)^2+(157.066-175.075)^2+\dots+(199.011-175.075)^2}{12-1}}$$

$$= 14.054$$

$$\sigma (\text{Order}) = \sqrt{\frac{(214.596-192.285)^2+(163.725-192.285)^2+\dots+(231.590-192.285)^2}{12-1}}$$

$$= 22.387$$

- 3) Perhitungan standar deviasi produk Pupuk Magnesium Magfertil 20+ ukuran 50 kg.

$$C_v (\text{Demand}) = \frac{\sigma (\text{demand})}{\mu (\text{demand})} = \frac{14.054}{175.075} = 0,0803$$

$$C_v (\text{Order}) = \frac{\sigma (\text{order})}{\mu (\text{order})} = \frac{22.387}{192.285} = 0,1164$$

- 4) Perhitungan *bullwhip effect* I produk Pupuk Magnesium Magfertil 20+ ukuran 50 kg pada level manufaktur (PT. Magnesium Gosari Internasional).

$$\text{Bullwhip Effect I Manufaktur} = C_v \frac{(\text{order})}{(\text{demand})} = \frac{0,1164}{0,0803} = 1,4503$$

- 5) Menghitung parameter korelasi untuk penentuan apakah terdapat *bullwhip effect* pada produk Pupuk Magnesium Magfertil 20+ ukuran 50 kg pada level manufaktur (PT. Magnesium Gosari Internasional).

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

Keterangan:

L merupakan *leadtime* yaitu 1 bulan

P merupakan rentang data pengamatan yaitu 12 bulan

$$1,4503 \geq 1 + \frac{2 \cdot 1}{12} + \frac{2 \cdot 1^2}{12^2}$$

$$1,4503 \geq 1,18$$



Berdasarkan hasil perhitungan diatas maka dapat disimpulkan bahwa terjadi fenomena *bullwhip effect* sebesar 1,4503 di PT. Magnesium Gosari Internasional.

2. Penentuan Metode Peramalan Untuk Periode Selanjutnya

Metode *Winters* merupakan metode yang digunakan dalam penelitian ini. Hal ini karena metode tersebut menghasilkan nilai kesalahan peramalan (MAD) terkecil dengan nilai sebesar 3792. Pada penelitian ini pengukuran peramalan dihasilkan dengan bantuan *software* minitab 18. Selanjutnya hasil peramalan tersebut dilakukan pengujian kembali dengan menggunakan *Moving Range Chart* (MRC) dan didapatkan hasil bahwa tidak ada data yang keluar batas yang telah ditentukan. Peramalan dilakukan pada *suply chain* yang ada di PT. Magnesium Gosari Internasional mulai dari *vendor* manufaktur dan delapan kantor penjualan yang dimiliki oleh perusahaan. Berikut ini adalah hasil peramalan pada level *vendor* manufaktur:

TABEL X  
HASIL PERAMALAN PERMINTAAN LEVEL MANUFAKTUR  
PERIODE SEPTEMBER 2021-AGUSTUS 2022

Periode	Order Aktual (Unit)	Order Forecast (Unit)
September 2021	214.596.	226.176
Oktober 2021	163.725	172.447
November 2021	182.156	191.811
Desember 2021	170.378	179.433
Januari 2022	179.384	189.012
Februari 2022	233.516	246.254
Maret 2022	187.327	197.768
April 2022	187.086	197.786
Mei 2022	181.675	192.373
Juni 2022	189.473	200.985
Juli 2022	186.508	198.217
Agustus 2022	231.590	246.623

Sumber: Pengolahan Data

3. Penentuan Kebijakan Jumlah Pemesanan dan Nilai *Bullwhip Effect*

Penentuan kebijakan jumlah pemesanan optimal diperoleh dengan menerapkan rumus persediaan EOQ untuk delapan kantor penjualan. Untuk *vendor* manufaktur diperoleh dari jumlah akumulasi pemesanan dari delapan kantor penjualan. Berikut merupakan hasil perhitungan jumlah pemesanan optimal pada level *vendor* manufaktur yang didapatkan dari akumulasi delapan kantor penjualan yang dimiliki:

TABEL XI  
REKAPITULASI KEBIJAKAN ORDER MENGGUNAKAN METODE VMI PADA LEVEL VENDOR MANUFAKTUR

Periode	Demand (Unit) Forecast	Q*
September 2021	226.176	229.458
Oktober 2021	172.447	200.586
November 2021	191.811	212.128
Desember 2021	179.433	204.864
Januari 2022	189.012	210.361
Februari 2022	246.254	240.559
Maret 2022	197.768	215.542
April 2022	197.786	215.285
Mei 2022	192.373	212.552
Juni 2022	200.985	217.367
Juli 2022	198.217	215.673
Agustus 2022	246.623	240.716

Sumber: Pengolahan Data

Setelah dilakukan perhitungan yang optimal mengenai peramalan dan pemesanan produk, selanjutnya dilakukan perhitungan nilai *bullwhip effect II* (Hasil Metode VMI). Hal tersebut bertujuan untuk melihat keefektifan penerapan metode *Vendor Managed Inventory* (VMI) untuk mengurangi nilai *bullwhip effect* sebagai berikut:

1) Perhitungan rata-rata *demand* dan *order* Pupuk Magnesium Magfertil 20+ ukuran 50kg.

$$\mu (\text{Demand/Order}) = \frac{\text{Total Demand}}{\text{Order}}$$

$$\text{Demand} = \frac{(226.176+172.447+191.811+\dots+246.623)}{12} = 203.240$$

$$\text{Order} = \frac{(229.458+200.586+212.128+\dots+240.716)}{12} = 217.924$$

- 2) Perhitungan standar deviasi produk Pupuk Magnesium Magfertil 20+ ukuran 50 kg.

$$\text{Standar Deviasi } (\sigma) = \sqrt{\frac{\sum_{i=1}^n (x_i - \bar{x})^2}{n-1}}$$

$$\sigma (\text{Demand}) = \sqrt{\frac{(226.176-203.240)^2+(172.447-203.240)^2+\dots+(246.623-203.240)^2}{12-1}} \\ = 23.959$$

$$\sigma (\text{Order}) = \sqrt{\frac{(229.458-217.924)^2+(200.586-217.924)^2+\dots+(240.716-217.924)^2}{12-1}} \\ = 12.698$$

- 3) Perhitungan koefisiensi variansi produk Pupuk Magnesium Magfertil 20+ ukuran 50 kg.

$$C_v (\text{Demand}) = \frac{\sigma (\text{demand})}{\mu (\text{demand})} = \frac{23.959}{226.176} = 0,1179$$

$$C_v (\text{Order}) = \frac{\sigma (\text{order})}{\mu (\text{order})} = \frac{12.698}{217.924} = 0.0583$$

- 4) Perhitungan *bullwhip effect* II (hasil metode VMI) produk Pupuk Magnesium Magfertil 20+ ukuran 50 kg pada level manufaktur (PT. Magnesium Gosari Internasional).

$$\text{Bullwhip Effect I Manufaktur} = C_v \frac{(\text{order})}{(\text{demand})} = \frac{0,0583}{0,1179} = 0,4943$$

- 5) Perhitungan parameter korelasi untuk penentuan apakah terdapat *bullwhip effect* pada produk Pupuk Magnesium Magfertil 20+ ukuran 50 kg pada level manufaktur (PT. Magnesium Gosari Internasional).

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

Keterangan:

L merupakan *leadtime* yaitu 1 bulan

P merupakan rentang data pengamatan yaitu 12 bulan

$$0,4943 \geq 1 + \frac{2 \cdot 1}{12} + \frac{2 \cdot 1^2}{12^2}$$

$$0,4943 \geq 1,18$$

Berdasarkan hasil perhitungan diatas maka dapat disimpulkan tidak terjadi *bullwhip effect* di *vendor* manufaktur (PT. Magnesium Gosari Internasional) karena nilai *bullwhip effect* yang dihasilkan sebesar 0,4943 atau kurang dari parameter yang ditetapkan. Metode VMI tersebut juga lebih efektif menurunkan nilai *bullwhip effect* dari metode perusahaan dari nilai *bullwhip effect* sebelumnya 1,4503 menjadi 0,4943.

### C. Pembahasan

Dari penelitian yang telah dilakukan dapat diketahui bahwa pada PT. Magnesium Gosari Internasional terjadi fenomena *bullwhip effect* mulai dari level *vendor* manufaktur hingga delapan kantor penjualan yang dimiliki oleh perusahaan. Untuk mengatasi masalah tersebut, maka dalam penelitian ini digunakan solusi permasalahan berupa pengurangan nilai *bullwhip effect* dengan menggunakan metode *Vendor Managed Inventory* (VMI). Penggunaan metode tersebut ternyata terbukti berhasil menurunkan nilai *bullwhip effect* secara signifikan. Hal tersebut dapat dilihat pada tabel 12 berikut ini:

TABEL XII  
REKAPITULASI PERBANDINGAN PERHITUNGAN *BULLWHIP EFFECT* PADA Masing-Masing Level *SUPPLY CHAIN* KONDISI SEBELUM DAN SESUDAH MENGGUNAKAN METODE USULAN (VMI)

Level <i>Supply Chain</i>	Nilai <i>Bullwhip Effect</i> I (Kondisi Aktual)	Nilai <i>Bullwhip Effect</i> II (Hasil Metode VMI)
Vendor Manufaktur	1.4503	0,4943
Kantor Pemasaran Denpasar	1.4198	0,5007
Kantor Pemasaran Subang	1.4455	0,4773
Kantor Pemasaran Surabaya	1.6277	0,4909
Kantor Pemasaran Lampung	1.4902	0,5097
Kantor Pemasaran Jember	1.3204	0,4975
Kantor Pemasaran Banjarmasin	1.2093	0,5015
Kantor Pemasaran Balikpapan	1.2994	0,5014
Kantor Pemasaran Banjarnegara	1.4744	0,4902

Sumber: Pengolahan Data

Dari tabel diatas dapat diketahui bahwa setelah diterapkannya metode VMI tidak terjadi *bullwhip effect* pada delapan kantor penjualan yang dimiliki perusahaan yang meliputi kantor penjualan Denpasar, Subang, Surabaya, Lampung, Jember, Banjarmasin, Balikpapan dan Banjarnegara.

## V. KESIMPULAN

Dari hasil penelitian ini, dihasilkan kesimpulan bahwa penerapan metode *Vendor Managed Inventory* (VMI) sangat efektif untuk mengurangi nilai *bullwhip effect* pada masing-masing level *supply chain* yang terdapat di PT. Magnesium Gosari Internasional mulai dari level *vendor* manufaktur sampai delapan kantor penjualan yang dimiliki perusahaan. Adapun nilai *bullwhip effect I* (kondisi aktual perusahaan) pada level manufaktur adalah 1,4503 dan setelah menggunakan metode usulan (*Vendor Managed Inventory*) menjadi 0,4943. Sedangkan nilai *bullwhip effect I* (kondisi aktual perusahaan) pada masing-masing kantor penjualan yakni Denpasar, Subang, Surabaya, Lampung, Jember, Banjarmasin, Balikpapan dan Banjarnegara berurutan sebesar 1,4198, 1,4455, 1,6277, 1,4902, 1,3204, 1,2093, 1,2994 dan 1,4744. Namun, setelah menggunakan metode usulan (*Vendor Managed Inventory*) nilai *bullwhip effect* dapat berkurang menjadi 0,5007, 0,4773, 0,4909, 0,5097, 0,4975, 0,5015, 0,5014 dan 0,4902. Sehingga dapat disimpulkan bahwa penggunaan metode VMI sangat efektif untuk meminimalisir terjadinya fenomena *bullwhip effect*. Dengan diterapkannya metode VMI diharapkan perusahaan akan dapat menjalankan proses produksi dan distribusi produk secara optimal.

## DAFTAR PUSTAKA

- Aji, Gagas dan Yaqoub., (2018). "Identifikasi Penyebab *Bullwhip Effect* pada Distribusi PT. Alfian Jaya di Bali", *Jurnal Manajemen Teori dan Terapan*, Vol. 8 No.2. Hal. 115-128.
- Andries, A. (2019). "Analisis Persediaan Bahan Baku Kedelai Pada Pabrik Tahu Nur Cahaya di Kota Batu Dengan Metode Economic Order Quantity (EOQ)", *Jurnal EMBA*. Vo. 7 No. 1Hal. 1111-1120.
- Aziz, Moch T., (2019). "Perencanaan Dan Pengendalian Persediaan Bahan Baku Botol Kaca Dengan Metode Heuristic Silver Meal Untuk Meminimalkan Biaya Persediaan Pada Nv Pyramid Surabaya", *Skripsi. Fakultas Teknik, Universitas Pembangunan Nasional Veteran Jawa Timur*.
- Chiang, Yi Wai, Ruddy Swennen dan Meeschart (2017). "An Empirically-Simulated Investigation of the Impact of Demand Forecasting on the Bullwhip Effect: Evidence from U.S. Auto Industry", *Journal Production Economics* 177 Hal 53-65.
- Dai, Jianhua, Fang-Chang T., dan Goris (2017), "Mitigation of Bullwhip Effect in Supply Chain Inventory Management Model", *Procedia Engineering* 1229-1234.
- Dewi, Fenny R dan Garside (2019). "Pengurangan *Bullwhip Effect* Dengan Metode *Vendor Managed Inventory*", *Jurnal Optimasi Sistem Industri*, Vol. 14 No. 2, Hal 292-298.
- Hendrawan, Ahmad. (2018). "Forecasting Model Exponential Smoothing Time Series Mechanical Availability Unit Off Highway Truck Cat 777d Caterpillar", *Jurnal POROS Teknik* Vol. 8 No.1 Hal 1-54.
- Heriansyah, E., dan Hasibuan, S. (2017). "Implementasi Metode Peramalan Pada Permintaan Bracket Side Stand K59a". *Jurnal PASTI* Vol. XII No. 2 Hal 209-223.
- Hohmann, Susanne dan Zelewski Stephan., (2018). "Effect of Vendor Managed Inventory of the Bullwhip Effect"
- Indrajit, Eko R dan Djokopranoto R., (2018). "Manajemen Operasi & Rantai Pasok" Jakarta: Mitra Wacana Media.
- Ismail, Wahyu dan Parwati Cyrilia., (2017). "Analisa Kuantitatif Bullwhip Effect Guna Meningkatkan Efektivitas Distribusi Pada PT. Madubaru", *Jurnal REKAVASI* Vol. 3 No. 2, Hal 77-85.
- Mateen, Arqum dan Chatterje, AK., (2020). "*Vendor Managed Inventory Sollution For Bullwhip Effect*", *Journal Descision Support System*.
- Pujawan, Nyoman dan Mahendrawathi., (2017). "Supply Chain Management". Surabaya: Guna Widya.
- Rosyidah, E., dan Kurniati, N. (2019). "Vendor Managed Consignment Inventory Model for Single Vendor Multi Retailers Under Probabilistic". *Jurnal OASTI* Vol. 9 No.2 Hal. 182-192.
- Shofyan, D.K. (2018). "Perencanaan & Pengendalian Produksi". Lhoksomawe NAD: Graha Ilmu.
- Sibarani, Febby., (2019). "Pengurangan Bullwhip Effect Dengan Metode Vendor Managed Inventory (VMI) di PT Sinar Sosro", *Skripsi, Repositori USU, Fakultas Teknik, Universitas Sumatera Utara*.
- Wardah, Anjani. (2020). "Analisis Peramalan Penjualan Produk Kerupuk Pisang Kemasan Bungkus". *Jurnal Teknik Industri* Vol. XI, No. 3 Hal. 135-142.
- Susilo, Adi dan Kristyanto B., (2017). "Analisa *Bullwhip Effect* Dengan Metode Periodec Review", *Jurnal Rekayasa Sistem Industri* Vol. 5 No.2.
- Yamit, Zulian. (2019). "Manajemen Persediaan", Yogyakarta: EKONISIA.
- Zulhamidi, Nur (2017). "Peramalan Penjualan The Hijau dengan Metode ARIMA (Studi Kasus Pada PT. MK). *Jurnal PASTI* Vol. XI, No. 3 Hal. 231-244.