

## Pengurangan *Bullwhip Effect* pada Rantai Pasok Air Minum Dalam Kemasan Menggunakan Metode *Collaborative Planning, Forecasting, and Replenishment* (CPFR): Studi Kasus

*(Reducing bullwhip effect in Bottled Water Supply Chain using Collaborative Planning, Forecasting, and Replenishment (CPFR) method: Case study)*

Muhammad Qadafi<sup>1</sup>, Endang Suhendar<sup>2</sup>, dan Aliffia Teja Prasasty<sup>3</sup>  
<sup>1,2,3</sup> Program Studi Teknik Industri, Universitas Indraprasta PGRI, DKI Jakarta

Corresponding author: [muh.qadafiii@gmail.com](mailto:muh.qadafiii@gmail.com)

Submit 03-07-2022, Revisi 13-11-2022, Accepted 05-01-2022

**Abstrak.** CV Tirta Alam Dodu merupakan perusahaan milik swasta yang bergerak dalam bidang industri minuman berupa AMDK. Masalah yang dihadapi perusahaan yaitu terjadi selisih antara permintaan dan penjualan, atau lebih dikenal sebagai masalah *bullwhip effect*. Tujuan penelitian ini yaitu mengurangi *bullwhip effect* pada rantai pasok dan mengoptimalkan jumlah persediaan produk sesuai dengan jumlah permintaan. Metode yang digunakan yaitu Metode *Collaborative Planning, Forecasting, and Replenishment* (CPFR). Berdasarkan hasil penelitian yang dilakukan, dapat disimpulkan bahwa analisis perhitungan peramalan permintaan pada produk AMDK di CV Tirta Alam Dodu dilakukan dengan menggunakan data historis permintaan produk melalui 5 metode analisis, antara lain *Trend Linear, Moving Average, Exponential Smoothing, Decomposition* dan *Winter's Model*. Peramalan terbaik dihasilkan *Winter's Model* yang menunjukkan nilai error terkecil dibandingkan keempat model lainnya. Cara meminimalisir agar tidak terjadi *bullwhip effect* yaitu dengan menggunakan metode CPFR, dimana didapatkan nilai *bullwhip effect* pada produk air mineral gelas dan air mineral galon masing-masing 0,985 dan 0,898. Hasil ini menunjukkan bahwa tidak terjadi amplifikasi permintaan dan telah mencapai target perusahaan, yaitu turun dibawah angka satu. Cara mengoptimalkan persediaan agar tidak terjadi kelebihan stok atau kekurangan stok pada produk yaitu dengan membuat jumlah persediaan berdasarkan jumlah permintaan dari hasil peramalan ditambah dengan *safety stock*.

Kata kunci: *bullwhip effect, collaborative planning, forecasting, and replenishmen, supply chain management.*

**Abstract.** CV Tirta Alam Dodu is a privately owned company engaged in the beverage industry in the form of AMDK. The problem faced by the company is that there is a difference between demand and sales, or better known as the *bullwhip effect* problem. The purpose of this study is to reduce the *bullwhip effect* on the supply chain and optimize the amount of product inventory according to the amount of demand. The method used is the *Collaborative Planning, Forecasting, and Replenishment (CPFR)* method. Based on the results of the research conducted, it can be concluded that the analysis of demand forecasting calculations on AMDK products at CV Tirta Alam Dodu was carried out using historical data on product demand through five analytical methods, including *Linear Trend, Moving Average, Exponential Smoothing, Decomposition, and Winter's Model*. The best forecasting resulted in *Winter's Model* which showed the smallest error value compared to the other four models. The way to minimize so that it does not become a *bullwhip effect* is to use the CPFR method, where the *bullwhip effect* value is obtained on glass mineral water products and gallons of mineral water of 0,985 and 0,898, respectively. This result shows that there is no amplification of demand and has reached the company's target, which is to fall below number one. The way to optimize inventory so that there is no excess stock or shortage of stock in the product is to make the amount of inventory based on the amount of demand from the forecasting results plus the *safety stock*.

Keywords: *bullwhip effect, collaborative planning, forecasting, replenishmen, supply chain management.*

## 1 Pendahuluan

Proses kehidupan di bumi tidak terlepas dari adanya dukungan salah satu senyawa penting, yaitu H<sub>2</sub>O atau yang lebih dikenal sebagai air. Pada manusia, air menyusun 2/3 sel yang ada di dalam tubuh, sedangkan pada tumbuhan dan hewan masing-masing 75% dan 67% selnya adalah air (Agrippina, 2019). Dalam upaya untuk memenuhi kebutuhan air sehari-hari, manusia menciptakan berbagai inovasi, salah satunya menciptakan pengelolaan air minum dalam kemasan. Upaya ini didukung dengan hadirnya industri-industri yang bergerak dalam pengelolaan air, dimana mereka mengubah air baku menjadi air minum dalam kemasan. Air Minum Dalam Kemasan (AMDK) adalah air baku yang telah diproses, dikemas, dan aman untuk diminum, mencakup air mineral dan air demineral (SNI, 2006).

Permintaan terhadap AMDK terus mengalami peningkatan selama beberapa tahun terakhir. Hal ini seiring dengan meningkatnya populasi dunia sementara sumber daya air bersih semakin terbatas. Secara teknis, proses penjualan AMDK membutuhkan ketepatan peramalan untuk memprediksi banyaknya permintaan produk di masa yang akan datang. Peramalan penjualan produksi merupakan inti bagi perencanaan aktivitas pabrik, misalnya penyusunan rencana kerja, penyediaan bahan baku produksi, penjadwalan produksi, dan pengendalian produksi. Menurut Armstrong (2001), peramalan merupakan salah satu langkah pendekatan untuk memilih perilaku atas situasi ke depan dengan lebih baik serta terperinci berdasarkan deretan info data histori periode sebelumnya sampai saat ini agar bisa meminimalisir tingkat kesalahan. Peramalan merupakan bagian dasar dalam proses pengambilan keputusan oleh seorang manajer mengenai permintaan di masa depan. Tujuannya mengatur jumlah persediaan atau kapasitas yang dibutuhkan untuk menciptakan keputusan *staffing*, *budget* yang harus disiapkan (Ngantung et al., 2019). Menurut Heizer & Render (2015), peramalan (*forecasting*) berperan untuk mengkaji kebijakan perusahaan yang berlaku saat ini dan di masa lalu serta pengaruhnya di masa depan. Peramalan diperlukan karena adanya waktu tunggu antara ketika suatu kebijakan perusahaan ditetapkan dengan waktu direalisasikan, di samping itu peramalan juga dapat digunakan sebagai dasar penyusunan bisnis di suatu perusahaan sehingga mampu meningkatkan efektivitas sebuah rencana bisnis.

Kemampuan dalam memilih metode peramalan yang tepat akan mempengaruhi kinerja dari suatu rantai pasok. Rantai pasok (*supply chain*) adalah jaringan perusahaan yang bekerja secara bersama-sama untuk menciptakan dan mengantarkan suatu produk ke tangan *end user* (Pujawan, 2017). Pengukuran kinerja rantai pasok sangat esensial untuk mengevaluasi tingkat pemulangan input serta berguna untuk memperbaiki kondisi rantai pasok (Apriyani et al., 2018; Aryanto & Hasibuan, 2021). Akan tetapi, dalam suatu perusahaan, terkadang mengalami *bullwhip effect* yang menyebabkan rantai pasok tidak efisien. *Bullwhip effect* merupakan fenomena pada *supply chain*, dimana terjadi perbedaan jumlah permintaan pada setiap periode, baik permintaan bertambah banyak atau sebaliknya permintaan berkurang, sehingga berpengaruh pada setiap tingkatan *supply chain* (Latuny & Picauly, 2019).

*Supply Chain Management* merupakan suatu konsep mengenai pola pendistribusian produk yang bisa menggantikan pola distribusi secara optimal. Pola baru ini berhubungan dengan aktivitas pendistribusian, jadwal produksi, dan logistik (Subekti, 2020). *Bullwhip effect* merupakan istilah yang digunakan dalam pergudangan yang mendefinisikan bagaimana pergerakan demand dalam *supply chain*. *Bullwhip effect* merupakan istilah yang digunakan dalam pergudangan yang mendefinisikan bagaimana pergerakan demand dalam *supply chain*. Penyebab *bullwhip effect* antara lain adalah ketidaktepatan dalam menentukan banyaknya jumlah permintaan pada suatu produk yang diminta akan terealisasi dalam jangka waktu tertentu pada masa yang akan datang, ketidaksesuaian *lead time*, terjadinya *batch ordering*, adanya fluktuasi harga, atau terjadinya perubahan pemesanan.

CV Tirta Alam Dodu merupakan perusahaan milik swasta yang bergerak dalam bidang industri minuman berupa AMDK. CV Tirta Alam Dodu yang terletak di Jl. Raya Dodu Kel. Dodu Kec. Rasanae Timur, Kota Bima, Nusa Tenggara Barat. Produk yang dihasilkan berupa air minum berukuran 220 ml dan air galon. Dalam produksinya, kebijakan yang diterapkan oleh CV Tirta Alam Dodu yaitu kebijakan produksi pada pelaksana rantai pasok yang meliputi pelaku struktur rantai pasok, yaitu *up stream* berupa pemasok bahan baku, *mid steam* berupa pihak manufaktur yaitu CV Tirta Alam Dodu, dan *down stream* yaitu toko daerah penjualan. CV Tirta Alam Dodu menerapkan

kebijakan penambahan *demands forecast* sebesar 5% sampai 10% pada toko daerah penjualan. Akan tetapi, dampak dari kebijakan tersebut akan menyebabkan kelebihan persediaan produk apabila jumlah permintaan sedikit, dan dapat menyebabkan kekurangan persediaan produk apabila jumlah permintaan banyak. Data *supply* dan *demand* CV Tirta Alam Dodu yang memproduksi dua jenis produk yaitu air minum gelas ukuran 220 ml dan air galon 19 L dapat dilihat pada Tabel 1.

**Tabel 1** Data *supply* and *demand* pada CV Tirta Alam Dodu Tahun 2021

Bulan	Air Mineral Gelas (unit)		Air Mineral Galon (unit)	
	<i>Supply</i>	<i>Demand</i>	<i>Supply</i>	<i>Demand</i>
Januari	21894	20459	824	823
Februari	19285	21487	783	811
Maret	24907	23823	891	775
April	27931	25935	925	864
Mei	26842	27981	792	823
Juni	20948	22598	848	760
Juli	18715	17803	827	786
Agustus	25881	21459	850	793
September	23908	22347	795	890
Oktober	18430	19352	839	921
November	17983	16983	811	862
Desember	19836	21478	923	895
Total	266560	261705	10108	10003

Sumber: CV Tirta Alam Dodu (2022).

Berdasarkan Tabel 1, dapat dipahami bahwa sering terjadi selisih antara jumlah penjualan dan jumlah permintaan, sehingga menyebabkan perusahaan kelebihan persediaan produk, atau sebaliknya perusahaan kekurangan persediaan produk. Selisih permintaan dan penjualan inilah yang disebut sebagai *bullwhip effect*. *Bullwhip effect* tentunya sangat merugikan perusahaan karena terjadi penambahan biaya persediaan. Jika nilai *bullwhip effect* lebih besar sama dengan satu, berarti terjadi amplifikasi permintaan pada produk (Pujawan, 2017).

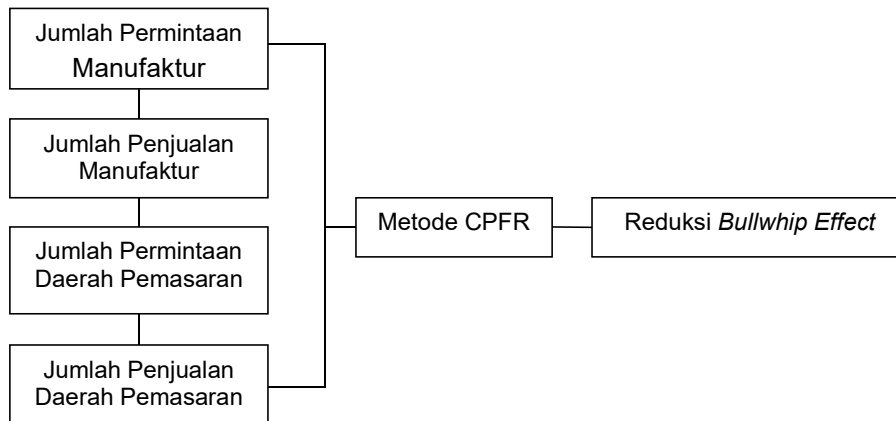
Metode *Collaborative Planning, Forecasting, and Replenishment* (CPFR) diyakini sangat efektif untuk menyelesaikan masalah *bullwhip effect*, yaitu permasalahan dari efek perbedaan ramalan yang besar antara dua atau lebih pelaku rantai pasok dengan mengembangkan suatu kerjasama perencanaan dan peramalan (Kurniawan & Hasibuan, 2018; Hill *et al.*, 2018). Inti dari metode CPFR adalah mengurangi perbedaan antara ramalan yang dibuat oleh dua atau lebih pelaku pada suatu *supply chain*, kemudian secara bersama menentukan kebijakan *replenishment*.

Tujuan penelitian ini adalah menganalisis upaya penurunan *bullwhip effect* pada rantai pasok dan mengoptimalkan jumlah persediaan produk sesuai dengan jumlah permintaan dengan menggunakan metode CPFR. Dengan menerapkan metode CPFR diharapkan akan dapat direkomendasikan kebijakan produksi terbaik yang meliputi jumlah pemesanan dan *safety stock* sehingga dapat meminimalisir penambahan persediaan produk pada rantai pasok AMDK perusahaan.

## 2 Metoda

### Desain Penelitian

Desain penelitian yang digunakan dalam penelitian ini yaitu menggunakan pendekatan kuantitatif dengan metode deskriptif. Desain penelitian dapat dilihat pada Gambar 1. Inti dari metode *Collaborative Planning, Forecasting, and Replenishment* (CPFR) adalah mengurangi perbedaan antara ramalan yang dibuat oleh dua atau lebih pelaku pada suatu *supply chain*, kemudian secara bersama menentukan kebijakan *replenishment*.



Gambar 1 Desain Penelitian.

### **Collaborative Planning, Forecasting, and Replenishment (CPFR)**

Langkah-langkah dalam pembuatan model CPFR meliputi sembilan langkah (Thomé et al., 2014; Panahifar et al., 2015), yaitu:

- a. *Front-end agreement*  
Pihak yang bersangkutan menciptakan perjanjian-perjanjian dan aturan-aturan sebelum melakukan perdagangan.
- b. *Joint business plan*  
Pada tahap *joint business plan* pihak yang bersangkutan menciptakan strategi perdagangan, tujuan dan taktik yang termasuk jenis produk, minimum pemesanan, lead time, dan frekuensi pengiriman.
- c. *Sales-forecast*  
Membuat peramalan penjualan kepada pihak-pihak yang bersangkutan dalam perdagangan untuk dapat menciptakan kebijakan produksi.
- d. *Identify exceptions for sales forecast*  
Mencari kriteria pengecualian dalam peramalan penjualan seperti kesalahan peramalan.
- e. *Resolve/collaborate on exception items*  
Peramalan penjualan yang sudah dipilih diuji hasil peramalan untuk mendapatkan keakuratan data.
- f. *Create order forecast*  
Menciptakan kebijakan produksi pada pihak yang terkait dalam rantai *supply chain*.
- g. *Identify exceptions for order forecast*  
Menganalisa kebijakan produksi yang telah dibuat dapat menekan lonjakan permintaan.
- h. *Resolve/collaborate on exception items*  
Menghitung kebijakan produksi yang tercapai dan dapat meminimalkan terjadinya amplikasi permintaan pada rantai pasok.
- i. *Order generation*  
Melihat hasil pesanan yang telah dibuat bisa memenuhi hasil permintaan yang ada.

### **Teknik Analisis Data**

Langkah-langkah dalam melakukan analisis data yaitu:

- a. Tahap mengidentifikasi permasalahan sistem rantai pasok pada perusahaan.
- b. Melakukan perhitungan dengan *bullwhip effect* berdasarkan data *historis* perusahaan pada Januari s/d Desember 2021.
- c. Menghitung agregasi produk berdasarkan harga penjualan produk.
- d. Menentukan metode peramalan yang sesuai dalam penelitian.
- e. Menghitung verifikasi dan validasi peramalan permintaan produk.
- f. Melakukan perhitungan disagregasi produk.
- g. Menghitung koefisiensi variansi produk dalam peramalan permintaan produk.
- h. Melakukan perhitungan *bullwhip effect* sesudah peramalan.
- i. Menghitung tingkat pelayanan permintaan produk hasil peramalan.

Untuk pengukuran *bullwhip effect*, digunakan persamaan berikut:

$$CV (demand) = \frac{\alpha (order)}{\mu (demand)} \quad (1)$$

$$CV(\text{order}) = \frac{\alpha(\text{order})}{\mu(\text{order})} \quad (2)$$

$$\alpha = \frac{\sqrt{\sum(X_i \dots X_n)^2}}{n - 1} \quad (4)$$

$$\mu = \frac{\sum X_i}{n} \quad (3)$$

$$BE = \frac{CV(\text{order})}{CV(\text{demand})} \quad (5)$$

Keterangan:

BE	= Bullwhip effect
$\alpha$	= Standar deviasi
$\mu$	= Rata-rata
CV (demand)	= Koefisien variansi permintaan
CV (order)	= Koefisien variansi pesan
$X_i$	= data ke-i
n	= banyak data

Jika nilai BE lebih besar sama dengan satu, maka terjadi amplifikasi permintaan pada sebuah produk (Pujawan, 2017). Perhitungan *bullwhip effect* pada kasus rantai pasok AMDK dilakukan dua tahap, yaitu sebelum penggunaan metode CPFR dan sesudah penggunaan metode CPFR.

### Safety Stock

*Safety stock* adalah persediaan yang disimpan sebagai pengaman dari proses produksi perusahaan. Persediaan pengaman dibutuhkan karena dalam realitasnya jumlah bahan baku yang diperlukan untuk proses produksi tidak selalu tepat seperti yang di rencanakan. Perhitungan *safety stock* adalah sebagai berikut (Ruauw, 2011):

$$S_s = z \sqrt{LT \cdot \alpha} \quad (6)$$

Keterangan:

$S_s$	= Safety stock
z	= Tingkat service level yang diinginkan
LT	= Lead time
$\alpha$	= Standar deviasi demand

### Rough-Cut Capacity Planning (RCCP)

*Rough-Cut Capacity Planning* menjelaskan mengenai kebutuhan kapasitas secara kasar dan membandingkannya dengan kapasitas yang ada. Kapasitas yang ada dapat dihitung dengan menggunakan rumus berikut:

$$CA = d \times e \times f \quad (7)$$

Keterangan:

CA	= Capacity available (jam)
d	= Jumlah hari kerja/bulan (hari)
e	= Jumlah hari kerja/hari (jam)
f	= Jumlah mesin produksi yang tersedia (unit)

Kapasitas yang diperlukan bisa dihitung menggunakan rumus berikut:

$$CR = a + (b \times c) \quad (8)$$

Keterangan:

CR	= Capacity requirement (jam)
a	= Waktu setup (jam)
b	= Hasil Peramalan (unit)
c	= Waktu Operasi (jam/unit)

### Service Level

*Service level* atau tingkat pelayanan adalah suatu metode yang berguna untuk menilai kinerja dari manajemen persediaan dan juga manajemen gudang. *Service level* dinyatakan dalam satuan

persen, dimana semakin mendekati nilai 100%, berarti kebutuhan produk dapat terpenuhi dengan sangat baik. Nilai *service level* dapat diperoleh dengan menggunakan rumus berikut:

$$\text{Service level} = \frac{\text{Jumlah permintaan terpenuhi}}{n\text{Total permintaan}} \times 100\% \quad (9)$$

### 3 Hasil dan Pembahasan

#### Analisis Faktor Terjadinya *Bullwhip Effect* (BE) pada Rantai Pasok

Rantai pasok AMDK pada CV Tirta Alam Dodu terdiri dari pihak manufaktur, toko daerah penjualan, dan konsumen akhir. Data *bullwhip effect* yang digunakan yaitu data historis perusahaan dengan rentang waktu Januari - Desember 2021 seperti disajikan pada Tabel 1.

Berdasarkan hasil analisis pada rantai pasok AMDK maka dapat disimpulkan bahwa faktor penyebab *bullwhip effect* sebagai berikut:

a. *Demand forecast updating*

*Demands forecast* merupakan hal yang berpengaruh bagi perusahaan namun CV Tirta Alam Dodu tidak menganggap hal tersebut berpengaruh dalam mengestimasi penjualan. CV Tirta Alam Dodu menerapkan kebijakan penambahan *demands forecast* sebesar 5% sampai 10% pada toko daerah penjualan sehingga menyebabkan kelebihan stok pada produk air mineral gelas.

b. *Rationing*

*Rationing* terjadi ketika situasi pesanan pada pelanggan lebih tinggi dari persediaan yang ada. Pihak perusahaan seringkali hanya bisa melayani sekian persen pesanan dari total volume yang dipesan oleh toko daerah penjualan.

#### Perhitungan BE sebelum menggunakan metode CPFR

Perhitungan *bullwhipt effect* pada produk AMDK dan air mineral galon yang dijual CV Tirta Alam Dodu dalam periode Januari - Desember 2021 dilakukan menggunakan persamaan 1 - 5.

$$CV(\text{supply}) = \frac{\alpha(\text{supply})}{\mu(\text{supply})} = \frac{3542,90}{22213,33} = 0,16$$

$$CV(\text{demand}) = \frac{\alpha(\text{demand})}{\mu(\text{demand})} = \frac{3127,87}{21808} = 0,14$$

$$BE = \frac{CV(\text{supply})}{CV(\text{demand})} = 1,11$$

Berdasarkan perhitungan *bullwhipt effect* di atas, diperoleh hasil BE awal sebesar 1,11 (Tabel 2). Nilai tersebut menunjukkan bahwa terjadinya *bullwhipt effect* karena nilai perbandingan variabilitas permintaan dan persediaan lebih besar dari 1.0.

**Tabel 2** Nilai *bullwhip effect* pada CV Tirta Alam Dodu

P	S			D			Nilai BE	K
	$\alpha$	$\mu$	CV	$\alpha$	$\mu$	CV		
A	3542,90	22213,33	0,16	3127,87	21808,75	0,14	1,11	TAP
B	48,30	842,33	0,06	52,07	833,59	0,07	0,92	TTAP

\*Ket:

A = Air Mineral Gelas

B = Air Mineral Galon

S = *Supply*

D = *Demand*

P = Produk

$\alpha$  = Standar Deviasi

$\mu$  = Rata-rata

CV = Koefisien Variasi

K = keterangan

TAP = Terjadi Amplifikasi Permintaan;

TTAP = Tidak Terjadi Amplifikasi Permintaan.

## Fase Planning

### Front-end agreement

Persetujuan yang ditentukan oleh perusahaan dan toko sebagai berikut:

- Air mineral gelas dan air mineral galon yang sudah dikirimkan oleh pihak manufaktur ke setiap toko daerah tidak dapat dikembalikan.
- Pembayaran bersifat COD (*Cash on Delivery*).
- Air mineral gelas dan air mineral galon yang rusak pada saat pengiriman dapat diganti kepada pihak manufaktur.

### Joint business plan

- Pihak toko maupun produsen harus melakukan pemesanan minimum 2500 unit/bulan.
- Lead time = 2 hari.
- Frekuensi pengiriman empat kali dalam sebulan.

## Fase Forecasting

### Peramalan permintaan

Proses peramalan dimulai dengan melihat pola permintaan produk. Berikut ini adalah data permintaan produk ditunjukkan pada Tabel 3.

**Tabel 3** Data permintaan produk

Bulan	Permintaan (Unit)	
	A	B
Januari	20459	823
Februari	21487	811
Maret	23823	775
April	25935	864
Mei	27981	823
Juni	22598	760
Juli	17803	786
Agustus	21459	793
September	22347	890
Oktober	19352	921
November	16983	862
Desember	21478	895
<b>Total</b>	<b>261705</b>	<b>10003</b>

Ket:

A = Air Mineral Gelas

B = Air Mineral Galon.

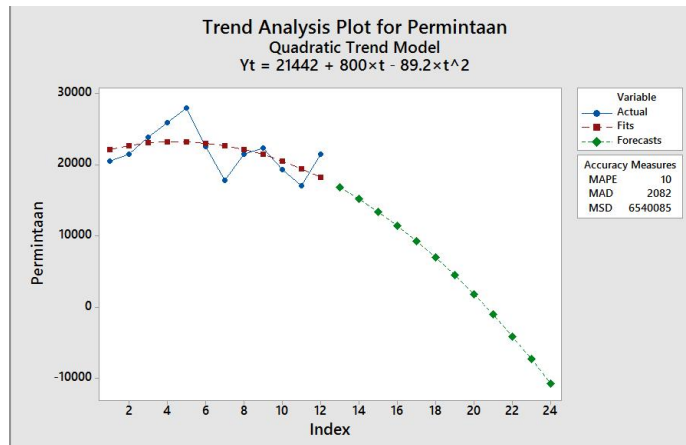
Sumber : CV Tirta Alam Dodu (2022)

### Metode peramalan

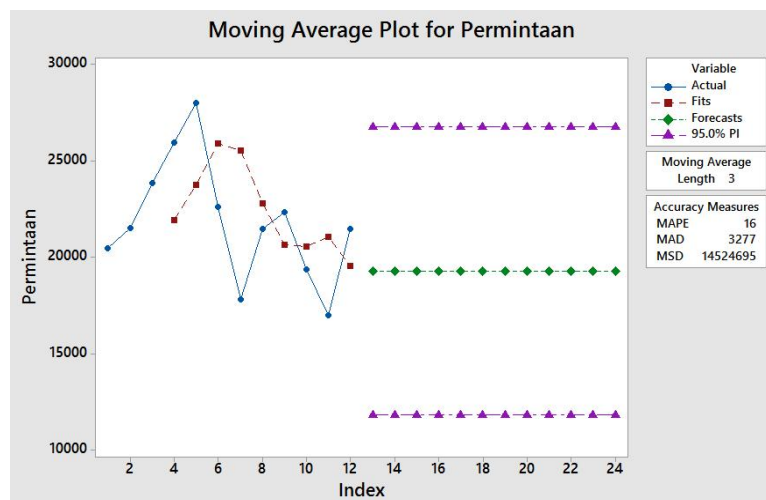
Metode peramalan yang digunakan terdiri dari metode *Trend Linear*, *Moving Average*, *Exponential Smoothing*, *Winter's Model* dan *Decomposition*. Perhitungan hasil peramalan dilakukan dengan bantuan *software* Minitab. Hasil peramalan dengan metode *trend linier*, *moving average*, *exponential smoothing*, *winter's model*, dan *decomposition* tersebut disajikan berturut-turut pada Gambar 2 s.d. Gambar 6.

### Error peramalan

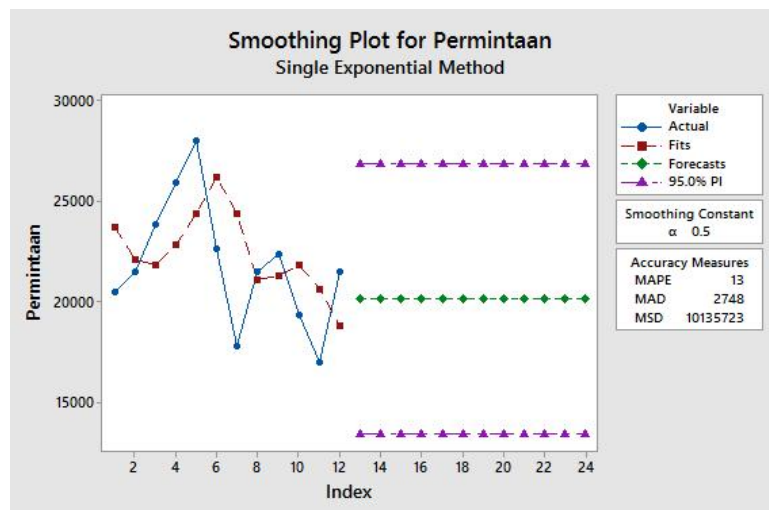
Berdasarkan peramalan yang dibuat. Kemudian untuk setiap peramalan, dilakukan perbandingan error yang bertujuan untuk menentukan metode peramalan dengan *error* terkecil. Berikut adalah perhitungan error peramalan yang ditunjukkan pada Tabel 4.



**Gambar 2** Hasil peramalan *time series* dengan metode *trend linear*.  
Sumber: Pengolahan Data (2022)

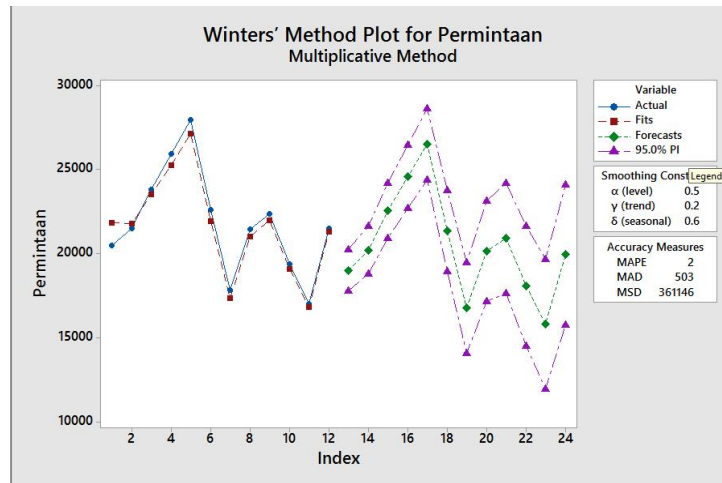


**Gambar 3** Hasil peramalan *time series* dengan metode *moving average*.  
Sumber: Pengolahan Data (2022)

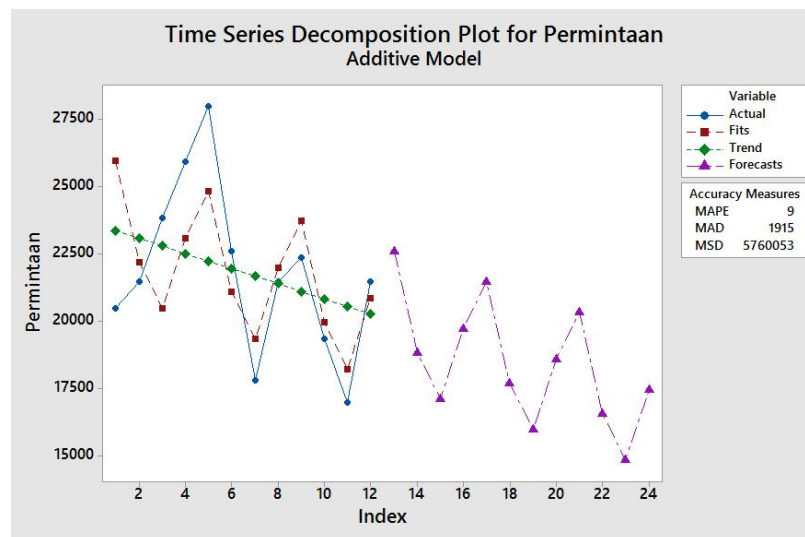


**Gambar 4** Hasil peramalan *time series* dengan metode *single exponential smoothing*.  
Sumber: Pengolahan Data (2022)





Gambar 5 Hasil Peramalan *Time Series* dengan Metode *Winter's Method*.  
 Sumber: Pengolahan Data (2022)



Gambar 6 Hasil peramalan *time series* dengan metode *decomposition*.  
 Sumber: Pengolahan Data (2022)

Tabel 4 Perhitungan *Error* Peramalan Air Mineral Gelas

Metode	Error Peramalan			Keterangan
	MAPE	MAD	MSD	
<i>Tend Linear</i>	10	2082	6540085	
<i>Moving Average</i>	16	3277	14524695	
<i>Decomposition</i>	9	1915	5760053	
<i>Winter's Model</i>	2	503	361146	<b>Terpilih</b>

Sumber: Pengolahan Data (2022)

**Create order forecast**

Membuat kebijakan produksi perusahaan terkait dengan rantai *supply chain*. Berikut merupakan peramalan permintaan pada masing-masing produk pada Tabel 5.

**Identify exceptions for order forecast**

Kenaikan permintaan hasil dari peramalan dapat diantisipasi dengan membuat dan menganalisa kebijakan produksi. Berdasarkan pengolahan data didapatkan bahwa jumlah *safety stock* pada air mineral gelas sebanyak 4.552 unit dan air mineral galon sebanyak 130 unit.

**Tabel 5** Peramalan permintaan pada CV Tirta Alam Dodu

Bulan	P (unit)	
	A	B
Januari	18987	864
Februari	20210	844
Maret	22552	804
April	24598	895
Mei	26519	852
Juni	21368	788
Juli	16783	816
Agustus	20163	824
September	20928	927
Oktober	18065	960
November	15805	900
Desember	19930	935
<b>Total</b>	<b>245908</b>	<b>10409</b>

\*Ket:

A = Air Mineral Gelas

B = Air Mineral Galon

P = Produk

Sumber: CV Tirta Alam Dodu (2022)

**Resolve/collaborate on exception items**

Kebijakan produksi yang dibuat harus mampu meminimalkan amplifikasi per-mintaan pada supply chain. Dalam hal ini cara menurunkan nilai koefisien variansi yaitu dengan perhitungan menggunakan metode *Collabortive Planning, Forecasting, and Replenishment* (CPFR). Berikut hasil perhitungan *bullwhip effect* CPFR pada Tabel 6.

**Tabel 6** Nilai *bullwhip effect* CPFR

P	D			S			Nilai BE
	$\alpha$	$\mu$	CV	$\alpha$	$\mu$	CV	
A	20492,33	1956,56	0,095	20841,91	1961,25	0,094	0,985
B	867,41	55,73	0,064	848,08	48,93	0,057	0,898

\*Ket:

A = Air Mineral Gelas

B = Air Mineral Galon

S = *Supply*D = *Demand*

P = Produk

 $\alpha$  = Standar Deviasi $\mu$  = Rata-rata

CV = Koefisien Variasi.

**Order generation**

Langkah terakhir dalam proses CPFR yaitu *order generation* yang bertujuan menjanjikan pengiriman serta memenuhi jumlah pesanan dari pelanggan. Berikut perhitungan *replenishment* pada Tabel 7.

**Tabel 7** Perhitungan *replenishment*

P	Tingkat <i>Replenishment</i>
A	122,21%
B	114,98%

\*Ket: A = Air Mineral Gelas

B = Air Mineral Galon

P = Produk

Berdasarkan Tabel 7 dapat dilihat bahwa tingkat replenishment di atas 100% yang berarti semua permintaan pelanggan dapat terpenuhi.

#### 4 Simpulan dan Saran

##### Simpulan

1. Analisis perhitungan peramalan permintaan pada produk AMDK di CV Tirta Alam Dodu dilakukan dengan menggunakan data historis permintaan produk melalui 5 metode analisis, antara lain *Trend Linear*, *Moving Average*, *Exponential Smoothing*, *Decomposition* dan *Winter's Model*. Peramalan terbaik dihasilkan *Winter's Model* yang menunjukkan nilai error terkecil dibanding-kan keempat model lainnya.
2. Cara meminimalisir agar tidak terjadi *bullwhip effect* di CV Tirta Alam Dodu yaitu dengan menggunakan metode CPFR, dimana didapatkan nilai *bullwhip effect* pada produk air mineral gelas dan air mineral galon masing-masing 0.985 dan 0.898. Hasil ini menunjukkan bahwa tidak terjadi amplifikasi per-mintaan dan telah mencapai target perusahaan, yaitu turun dibawah angka satu. Sebelum menggunakan metode CPFR nilai yang dihasilkan sebesar 1,11 pada produk air mineral gelas dan 0,92 pada produk air mineral galon.
3. Cara mengoptimalkan persediaan agar tidak terjadi kelebihan stok atau kekurangan stok pada produk AMDK di CV Tirta Alam Dodu yaitu dengan membuat jumlah persediaan berdasarkan jumlah permintaan dari hasil peramalan ditambah dengan *safety stock*. Nilai *safety stock* di CV Tirta Alam Dodu yakni sebanyak 4.552 unit pada produk air mineral gelas dan sebanyak 130 unit pada produk air mineral galon.

##### Saran

1. Peneliti selanjutnya bisa menggunakan metode lain seperti metode *Harley Whithin*, *Periodic Review* dan lain-lain untuk mengurangi *bullwhip effect*.
2. Sebaiknya data permintaan yang diuji menggunakan metode peramalan dengan nilai error terkecil agar ketepatan peramalan lebih akurat.
3. Hubungan antara pelaku rantai pasok sebaiknya ditingkatkan dengan saling berbagi informasi sebagai dasar kerja sama satu sama lain.

##### Referensi

- Agrippina, F.D. (2019). Identifikasi Coliform dan *Escherichia Coli* Pada Air Minum Dalam Kemasan (AMDK) di Bandar Lampung. *Majalah Teknologi Agro Industri*, 11(2), 54-57. <http://ejournal.kemenperin.go.id/tegi/article/view/5428>
- Armstrong, J. S. (2001). Evaluating forecasting methods. In *Principles of forecasting* (pp. 443-472). Springer, Boston, MA.
- Apriyani, D., Nurmalina, R., & Burhanuddin, B. (2018). Evaluasi Kinerja Rantai Pasok Sayuran Organik Dengan Pendekatan Supply Chain Operation Reference (SCOR). *Mix: Jurnal Ilmiah Manajemen*, 8(2), 312. <https://doi.org/10.22441/mix.2018.v8i2.008>
- Aryanto, D., & Hasibuan, S. (2021). Framework pengukuran kinerja rantai pasok industri kemasan plastik menggunakan metode SCOR-AHP. *Operations Excellence: Journal of Applied Industrial Engineering*, 13(2), 183-193. doi:<http://dx.doi.org/10.22441/oe.2021.v13.i2.017>
- Heizer, J. & Render Barry, (2015), *Manajemen Operasi: Manajemen Keberlangsungan dan Rantai Pasokan, edisi 11*, Salemba Empat, Jakarta.
- Hill, C.A., Zhang, G.P., & Miller, K.E. (2018). Collaborative planning, forecasting, and replenishment & firm performance: An empirical evaluation. *International Journal of Production Economics*, 196, 12-23.
- Kurniawan, E., & Hasibuan, S. (2018). Perancangan *Collaborative Planning Forecasting Replenishment "Travel Bag"* Pada Travel Agent Dwidaya Tour. *Operations Excellence: Journal of Applied Industrial Engineering*, 9(2), 91-103.

- Latuny, W., & Picauly, W.M.S. (2019). Analisis *Bullwhip Effect* Dengan Menggunakan Metode Peramalan Pada Supply Chain di Distributor PT. Semen Tonasa (Studi Kasus: Distributor PT. Semen Tonasa). *Arika*, 13(2), 113-126. <https://doi.org/10.30598/arika.2019.13.2.113>
- Ngantung, M., Jan, A.H., Peramalan, A., Obat, P., Ngantung, M., & Jan, A.H. (2019). Analisis Peramalan Per-mintaan Obat Antibiotik Pada Apotik Edelweis Tatelu. *Jurnal EMBA: Jurnal Riset Ekonomi, Manajemen, Bisnis dan Akuntansi*, 7(4), 4859-4867. <https://doi.org/10.35794/emba.v7i4.25439>
- Panahifar, F., Heavey, C., Byrne, P. J., & Fazlollahtabar, H. (2015). A framework for collaborative planning, forecasting and replenishment (CPFR): state of the art. *Journal of Enterprise Information Management*.
- Pujawan, I.N. (2017). *Supply Chain Management*. Edisi 3. Surabaya: Guna Widya.
- Subekti, R.B. (2020). Pengukuran Kinerja Rantai Pasok Buku Dengan Metode Supply Chain Operation Reference (SCOR) Pada CV. Arya Duta. *Journal of Chemical Information and Modeling*, 53(9), 1689–1699.
- SNI [Standar Nasional Indonesia]. (2006). Air minum dalam kemasan. *Badan Standardisasi Nasional: Jakarta*.
- Thomé, A.M., Hollmann, R.L., & Carmo, L.F. (2014). Research synthesis in collaborative planning forecast and replenishment. *Ind. Manag. Data Syst.*, 114, 949-965.