

# PENGURANGAN BULLWHIP EFFECT PADA SISTEM RANTAI PASOK MENGGUNAKAN PERAMALAN DERET BERKALA

Syaeful Arief

Program Studi Teknik Industri, Fakultas Sains dan Teknologi, UIN Sunan Kalijaga Yogyakarta,  
Jl. Marsda Adisucipto Yogyakarta

Email: [syaeful.arief@uin-suka.ac.id](mailto:syaeful.arief@uin-suka.ac.id); [syaeful.arief87@gmail.com](mailto:syaeful.arief87@gmail.com)

## ABSTRAK

Tuntutan konsumen terhadap kualitas produk, harga, ketepatan pengiriman dan ketersediaan produk semakin meningkat. Hal tersebut dapat dicapai dengan Supply Chain Management (SCM). Namun variabilitas permintaan konsumen yang fluktuatif dan unpredictable menjadi permasalahan utama yang tidak terhindarkan, sehingga berakibat terjadinya amplifikasi produksi dengan penjualan yang disebut bullwhip effect. Maka diperlukan penelitian untuk mengidentifikasi bullwhip effect dengan menghitung amplifikasi produksi dan penjualan.

Data yang digunakan dalam penelitian ini adalah data produksi dan penjualan PT XYZ tahun 2017-2020. Bullwhip effect dihitung dengan membandingkan koefisien variansi produksi dengan koefisien variansi penjualan. Solusi yang digunakan untuk mereduksi bullwhip effect adalah dengan meramalkan permintaan menggunakan metode time series. Metode yang digunakan adalah double moving average, double exponential smoothing, menggunakan software Excel. Dari hasil perhitungan, pada periode 2017-2018 besarnya nilai bullwhip effect adalah 0,77; periode tahun 2018-2019 sebesar 1,71; dan periode tahun 2019-2020 sebesar 1,10. Bullwhip effect terjadi pada periode 2018-2019 dan 2019-2020. Dari beberapa metode yang digunakan, metode double eksponensial smoothing dengan nilai  $\alpha = 0.9$  merupakan metode yang terbaik untuk kasus ini menggunakan metode peramalan ini, juga memberikan nilai optimal bullwhip effect yaitu 0,89 yang nilainya mendekati satu.

**Kata Kunci:** Supply Chain Management (SCM); Bullwhip Effect; Peramalan Deret Berkala

## ABSTRACT

Consumer demands on product quality, price, delivery accuracy and product availability are increasing. This can be achieved by Supply Chain Management (SCM). However, the fluctuating and unpredictable variability of consumer demand is the main problem that is unavoidable, resulting in an amplification of production and sales, called the bullwhip effect. Therefore, research is needed to identify the bullwhip effect by calculating the amplification of production and sales.

The data used in this study is the production and sales data of PT XYZ in 2017-2020. The bullwhip effect is calculated by comparing the coefficient of production variance with the coefficient of sales variance. The solution used to reduce the bullwhip effect is to forecast demand using the time series method. The method used is double moving average, double exponential smoothing, using Excel software. From the calculation results, in the 2017-2018 period the value of the bullwhip effect is 0.77; for the period 2018-2019 of 1.71; and the 2019-2020 period of 1.10. The bullwhip effect occurred in the period 2018-2019 and 2019-2020. Of the several methods used, the double exponential smoothing method with a value of  $\alpha = 0.9$  is the best method for this case using this forecasting method, it also provides an optimal bullwhip effect value of 0.89, which is close to one.

**Keywords:** Supply Chain Management (SCM); Bullwhip Effect; Forecasting Time Series.

## I. PENDAHULUAN

Kegiatan yang terkait dengan SCM antara lain perencanaan produksi, perencanaan bahan baku, pengelolaan persediaan, pelayanan konsumen, transportasi dan distribusi (Pujawan, 2004). Komponen-komponen dalam SCM meliputi *supplier*, pabrik, distributor, retail dan pelanggan. Diantara komponen-komponen terdapat aliran informasi, aliran finansial dan aliran bahan perlu dikelola dengan baik dalam SCM agar dapat memberikan keuntungan yang maksimal.

Aliran informasi yang buruk merupakan salah satu penyebab tidak efektifnya SCM. Kejadian ini menimbulkan adanya pemborosan dalam berbagai hal, salah satunya adalah peningkatan variansi permintaan yang terjadi pada setiap eselon *supply chain*. Fenomena ini disebut sebagai *bullwhip effect*, di mana ada variansi permintaan yang meningkat dari konsumen akhir ke produsen dan supplier bahan mentah.

*Bullwhip effect* dapat terjadi di setiap industri yang melibatkan pasokan berantai. Semen merupakan salah satu produk yang memerlukan *supply chain* yang panjang untuk sampai ke konsumen akhir. PT XYZ merupakan pabrik semen berskala nasional. Dalam memproduksi semen, PT XYZ menggunakan data peramalan yang telah dibuat sebelumnya.

Berdasarkan hasil pengamatan yang telah dilakukan diperoleh bahwa jumlah produksi yang ada sering kali melebihi dari jumlah penjualan. Adanya fenomena tersebut dapat diindikasikan terjadinya *bullwhip effect* di PT XYZ. Menurut Lee et al. (1997), penyebab utama terjadi *bullwhip effect* yaitu peramalan permintaan yang tidak tepat, *lead time* yang terlalu lama, *batch ordering*, fluktuasi harga dan *rationing and gaming*. Hal tersebut sesuai dengan penelitian yang dilakukan Chen (2000), dimana salah satu gejala terjadinya *bullwhip effect* adalah adanya amplifikasi antara produksi dan penjualan. Cara menghitung amplifikasi adalah dengan membandingkan variansi produksi dan variansi penjualan (Marwan, 2007) atau dengan simulasi *beer game* pada penelitian Sari (2006), Hapsari (2007).

Salah satu solusi yang dapat memperkecil *bullwhip effect* adalah dengan meramalkan permintaan menggunakan metode deret waktu (*time series*). Senada dengan keterangan di atas, Chen et al. (2000) dalam penelitiannya menyimpulkan bahwa metode peramalan yang digunakan untuk memperkecil *bullwhip effect* adalah menggunakan *single moving average* dan *single exponential smoothing*. Namun Wang (2008) menyatakan bahwa menggunakan metode *single moving average* dan *single exponential smoothing* terlalu sederhana, karena tidak signifikan mengurangi variansi yang terjadi, oleh karena itu metode yang disarankan adalah *double moving average* dan *double exponential smoothing* untuk memperkecil nilai *bullwhip effect*. Sedangkan Sun (2005) dalam penelitiannya tentang *bullwhip effect* menyarankan penggunaan Box-Jenkins

## II. METODELOGI PENELITIAN

Tahap- tahap yang dilakukan dalam penelitian ini adalah sebagai berikut:

### 1. Perumusan Masalah

Perumusan Masalah dan Penentuan Tujuan Penelitian Mengidentifikasi permasalahan yang muncul pada obyek penelitian kemudian menyimpulkannya dalam sebuah rumusan masalah. Setelah rumusan masalah didapatkan, langkah selanjutnya adalah penentuan tujuan penelitian. Tujuan penelitian ini adalah:

- a. Mengetahui *bullwhip effect* yang terjadi pada PT. XYZ
- b. Mengetahui metode peramalan penjualan yang dapat memperkecil nilai *bullwhip effect*.
- c. Mengetahui pola error dari metode peramalan yang direkomendasikan.
- d. Mengetahui performansi ramalan yang direkomendasikan dengan rencana perusahaan.

### 2. Studi Literatur

Tahap ini mencari bahan materi yang cocok digunakan untuk menyelesaikan masalah yang terjadi. Untuk memenuhinya, diperlukan data untuk digunakan dalam penelitian, yaitu:

- a. Data penjualan aktual PT XYZ di seluruh Indonesia pada kurun waktu (2017-2019).
- b. Data jumlah semen yang diproduksi PT XYZ selama kurun waktu (2017-2019).

Data permintaan semen dari tahun 2017 sampai dengan 2019 yang akan dijadikan dasar perhitungan untuk meramal kebutuhan semen untuk tahun 2019. Sehingga data ramalan tersebut dapat dibandingkan dengan data aktualnya, untuk memilih metode peramalan yang tepat.

### 3. Pengolahan Data

#### a. Perhitungan *bullwhip effect*

Perhitungan *bullwhip effect* dari data produksi dan permintaan dengan perhitungan nilai variansi menggunakan program Microsoft Excel. Kemudian membagi variansi data tersebut dengan variansi produksi sebagai penyebut, dan variansi permintaan sebagai pembilang. Rumus-rumus yang digunakan.

#### b. Peramalan.

Peramalan permintaan dengan menggunakan metode *double moving average*, *double exponential smoothing* dan ARIMA. Dari ketiga metode tersebut, dipilih salah satu metode yang terbaik, yaitu yang memberikan nilai *bullwhip effect* terkecil.

c. Ketepatan Peramalan

Peramalan yang dibuat sebisa mungkin benar-benar mencerminkan data masa lalu. Jika dalam proses ditemukan keraguan, maka harus dicari metode peramalan lain yang lebih cocok. Langkah dilakukan yaitu dengan menghitung kesalahan ramalan dengan MAE. Selanjutnya dibuat peta *moving range*, dilakukan uji *run test*, dan autokorelasi. Sehingga didapatkan metode peramalan yang terbaik untuk dijadikan rekomendasi sebagai solusi.

d. Perhitungan Performansi

Performansi dilakukan untuk membandingkan metode ramalan yang direkomendasikan dengan rencana yang dilakukan perusahaan. Cara yang dilakukan yaitu dengan membandingkan *loss sale* dan *over stock*, dimana yang dihitung adalah biaya bongkar muat *over stock*.

e. Analisis Hasil

Analisa hasil yaitu dengan melakukan interpretasi terhadap nilai *bullwhip effect* hasil perhitungan dan peramalan yang dilakukan.

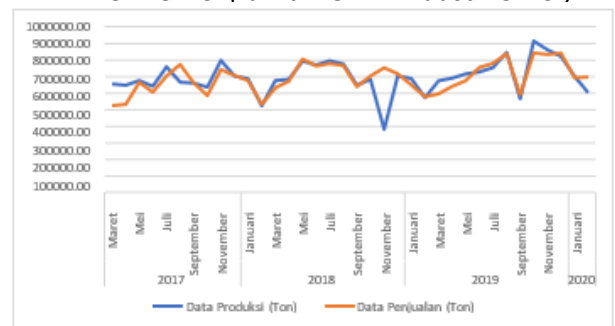
4. Kesimpulan dan Saran

Mengambil kesimpulan dari analisis data yang telah dilakukan. Kesimpulan ini merupakan jawaban dari rumusan masalah yang diangkat dalam penelitian.

### III. HASIL DAN PEMBAHASAN

a. Data

Untuk mengetahui besarnya nilai *bullwhip effect* yang terjadi dalam *supply chain*, data produksi dan data penjualan produk merupakan data yang menjadi acuan dan sumber informasi untuk menentukan amplifikasi pada setiap variansi penjualan dari *customer* dan kemampuan produksi perusahaan.



Gambar 1. Data Produksi dan Data Penjualan

Data produksi dan data penjualan tahun 2017-2018 dapat pada gambar 1. PT. XYZ dalam memproduksi memiliki tiga pabrik yaitu pabrik I, pabrik II, pabrik III. Masing-masing pabrik mampu memproduksi semen sekitar 21000 ton/bulan. Angka hasil produksi merupakan pencerminan dari perkiraan penjualan konsumen yang telah dilihat oleh perusahaan dan disesuaikan dengan kemampuan produksi perusahaan, maka angka hasil produksi digunakan sebagai nilai-nilai penjualan di tingkat perusahaan. Untuk keamanan *stock material*, PT. XYZ melakukan prediksi mengenai seberapa besar penjualan untuk kebutuhan pada periode berikutnya. Peramalan yang dilakukan berdasarkan order-order yang telah dipesan sebelumnya. Data produksi dan penjualan tahun 2018-2019 dapat dilihat pada gambar 1. Dilihat dari hasil produksi antara tahun 2017-2018 dan 2018-2019 pada gambar diatas, secara keseluruhan pada periode 2018-2019 ada peningkatan hasil produksi, dimana pada tahun 2017-2018 produk yang dihasilkan sebesar 7958431.80 ton, sedangkan pada tahun 2018-2019 menjadi 8075497.1 ton, sehingga mengalami kenaikan sebesar 1,47 %. Hal tersebut juga diimbangi dengan kenaikan penjualan sebesar 9,78 %, dimana pada tahun 2017-2018 penjualannya sebesar 7624833 dan pada tahun 2018-2019 sebesar 8370446 ton. Secara keseluruhan produksi dan penjualan mengalami peningkatan, namun pada tiap bulannya produksi dan penjualan cenderung fluktuatif. Data produksi dan penjualan PT. XYZ tahun 2019-2020 dapat dilihat pada gambar 1. Berdasarkan data tahun 2019-2020 produksi mengalami peningkatan dimana pada tahun 2018-2019 produksinya 8075497.1 ton menjadi

8777394.05 ton, sehingga mengalami kenaikan sebesar 8,69 %. Jika dibandingkan dengan tahun sebelumnya 2018-2019 yang naik 1,47

% yang terpaut 7,22 % dari angka produksi. Penjualan pun ikut naik yaitu sebesar 3,69 %. Bisa kita telaah bahwa meskipun permintaan bersifat acak, sehingga fluktuasi yang terjadi setiap bulannya dan ketidakpastianpun sangat sulit diprediksi. Bahkan setiap tahunnya pun permintaan yang ada sangat variative.

b. Perhitungan *bullwhip effect*

*Bullwhip effect* merupakan salah satu fenomena yang ada dalam saluran distribusi. Permintaan konsumen yang tidak stabil, meka perlu meramalkan permintaan dengan tujuan menyesuaikan persediaan dan sumber daya lain (Lee, et al.2004). Terlihat bahwa terjadi amplifikasi antara produksi dan penjualan, dimana salah satu sebab terjadinya *bullwhip effect* adalah adanya amplifikasi antara produksi dan penjualan (Chen, 2000).

**Tabel 1. Perhitungan *Bullwhip Effect***

| Tahun     | Koefisien Variansi Produksi | Koefisien Variansi Penjualan | Bullwhip Effect |
|-----------|-----------------------------|------------------------------|-----------------|
| 2017-2018 | 0.10                        | 0.13                         | 0.77            |
| 2018-2019 | 0.17                        | 0.10                         | 1.70            |
| 2019-2020 | 0.14                        | 0.13                         | 1.10            |

Keterangan:

$$\begin{aligned}
 \text{Rata-rata} &= \text{Rata-rata penjualan} \\
 \text{Std Deviasi} &= \text{Standart deviasi penjualan} \\
 \text{Koeafisien Variansi} &= \frac{\text{Std Deviasi}}{\text{Rata - Rata}} \\
 \text{Bullwhip effect} &= \frac{\text{Koefisien Variansi Produksi}}{\text{Koefisiensi Variansi Penjualan}}
 \end{aligned}$$

Pada tahun 2017-2018 *bullwhip effect* yang terjadi adalah 0.77. ini mengidentifikasi adanya *loss opportunity sale* pada pelaku *supply chain*. Kondisi rasio amplifikasi yang ideal diinginkan yaitu jika rasio amplifikasinya sama dengan satu. Nilai rasio amplifikasi lebih kecil dari satu menunjukkan bahwa koefisien variansi produksi lebih kecil dibandingkan dengan koefisien variansi penjualan. Ini artinya data penjualan lebih variatif daripada data produksi pada tahun 2017-2018.

Nilai rasio yang demikian memperlihatkan bahwa pihak produsen belum mampu memenuhi permintaan yang diinginkan customer. Hal ini dapat disebabkan *lead time*

*JUTI-UNISI (Jurnal Teknik Industri UNISI)* melebihi batas waktu yang diinginkan dalam sistem pendistribusiannya yang mengalami kendala. Selain itu juga peramalan yang dilakukan oleh perusahaan kurang tepat, sehingga tidak dapat memperkirakan yang terjadi pada bulan berikutnya. Sehingga produsen hanya mampu memenuhi 76,8% dari keseluruhan permintaan yang ada pada periode tahun tersebut.

Pada periode berikutnya tahun 2018-2019, terjadi kenaikan *bullwhip effect* yaitu sebesar 122% dari 0,77 menjadi 1.70. Rasio amplifikasi yang terjadi adalah sebesar 1,70 dan ini menunjukkan ada 70%kelebihan beban produksi. Peningkatan ini berimplikasi pada *backorder* dari presentase nilai penjualan produk semen. Kelebihan produksi juga dapat menyebabkan kelebihan jumlah *inventory* di gudang dan ini menimbulkan biaya penyimpanan, belum lagi jika ditambah dengan *holding cost* produk yang disimpan. Dari data pengamatan yang dilakukan, rata-rata produksi PT XYZ tiap tahunnya mengalami kenaikan, hal tersebut diimbangi dengan kenaikan rata-rata penjualan tiap tahunnya. Setelah dilakukan perhitungan, ternyata *bullwhip effect* terjadi pada PT XYZ. Pada tahun 2017-2018 PT XYZ mengalami *lose opportunity sale*, karena nilai *bullwhipnya* kurang dari satu, yaitu sebesar 0,77. Tahun berikutnya nilai *bullwhipnya* 1.70. Hal ini buruk adanya, karena jauh dari nilai ideal, yaitu bernilai satu. Pada periode ini, perusahaan mengalami kelebihan persediaan sebesar 70% dari yang seharusnya ada. Pada periode selanjutnya, yaitu tahun 2019-2020, nilai *bullwhipnya* 1,10. Pada periode 2019-2020, nilainya sudah mendekati nilai yang ideal. Perusahaan tidak banyak mengalami kelebihan beban produksi, karena jumlah yang diproduksi tidak berlebih banyak.

Kelebihan produksi sebesar 70% ini memperlihatkan juga pesediaan yang berlebih 70%, hal ini dapat disebabkan tidak tepatnya peramalan yang dilakukan oleh pihak PT XYZ dalam menetapkan besarnya penjualan semen setiap bulannya. Peramalan dilakukan untuk mengantisipasi persediaan *raw material* jika penjualan sewaktu-waktu melonjak. Dengan demikian implikasi yang terjadi pada bahan baku yang tertunda pengolahannya

adalah biaya. Penurunan nilai amplifikasi terjadi pada periode berikutnya 2019-2020. Besarnya penurunan adalah 35,6% dengan nilai *bullwhip effect* 1,1. Penurunan ini dapat disebabkan oleh perkiraan permintaan lebih rendah dari permintaan sesungguhnya. Pada periode sebelumnya terjadi peningkatan rasio amplifikasi, yang diakibatkan oleh naiknya penjualan dimana pengalaman pada periode sebelumnya perkiraan yang dilakukan oleh PT XYZ selalu lebih tinggi dari permintaan *actual customer*. Di lain sisi PT XYZ berupaya untuk lebih meminimalisasikan persediaan produksi guna menekan biaya.

Pola produksi yang tidak menentu, PT XYZ dapat meminimumkan kelebihan produksi dan biaya simpan. Namun disisi lain perusahaan mengalami fluktuasi yang tinggi dalam pemenuhan bahan baku, penggunaan tenaga kerja dan perputaran tenaga kerja dalam perusahaan sangat tinggi yang membutuhkan biaya tidak sedikit. Untuk itu diperlukan peramalan permintaan yang tepat.

c. Peramalan.

Peramalan adalah perkiraan mengenai sesuatu yang belum terjadi (Subagyo, 1986). Dalam penjualan jumlahnya serba tidak pasti dan sukar diperkirakan secara tepat. Dalam melakukan peramalan penjualan, digunakan data penjualan tahun 2017 sampai 2019. Metode peramalan yang digunakan adalah *double moving average*, dan *double exponential smoothing*. Untuk *double moving average*, *double exponential smoothing* menggunakan program excel. untuk *double moving average* menggunakan tiga, empat, dan lima perubahan. Untuk *double exponential smoothing* nilai  $\alpha$  yang digunakan adalah 0.1; 0.5; dan 0.9. nilai  $\alpha$  ini menunjukkan bobot yang diberikan pada nilai peridesebelumnya. Model ini dipilih karena merupakan model yang terbaik untuk data yang akan diramalkan. Metode peramalan yang digunakan adalah *double moving average*. Untuk meramalkan periode depannya dengan menggunakan tiga, empat, dan lima perubahan. Perhitungan ramalan *double moving average* menggunakan bantuan *software excel*. Error yang terjadi diselidiki dengan melakukan moving range, uji run, dan autokorelasi. Dari hasil yang telah dilakukan, semua error masih berada pada batas kendali.

Uji run dan autokorelasi menunjukkan bahwa error yang dihasilkan tidak memiliki pola. Selanjutnya dapat dilihat nilai MAE untuk Metode *double moving averages*. Setelah dilakukan perhitungan diperoleh nilai MAE metode *Double Moving Averages* dengan tiga perubahan dengan rata-rata 114.332,49 ton. Nilai kesalahan rata-rata yang paling rendah adalah dengan lima perubahan yaitu sebesar 74.487,12 ton. Untuk *double exponential smoothing* menggunakan nilai pemulusan ( $\alpha$ ) 0,1; 0,5; 0,9. Hal ini dimaksudkan untuk mendapatkan nilai  $\alpha$  yang maksimal. Langkah selanjutna adalah menghitung kesalahan ramalan. Untuk mengetahui metode ini layak digunakan atau tidak, maka dilakukan perhitungan moving range, uji run, dan autokorelasi. Dari hasil yang telah dilakukan, semua error masih berada pada batas kendali. Uji run dan autokorelasi menunjukkan bahwa error yang dihasilkan tidak memiliki pola. Ini artinya metode ini bias digunakan untuk melakukan peramalan. Selanjutnya dapat dibuat dilihat nilai MAE untuk Metode *double exponential smoothing*. Setelah dilakukan perhitungan diperoleh nilai MAE metode *Double exponential smoothing* dengan nilai  $\alpha = 0,9$  memiliki rata-rata error terkecil, yaitu sebesar 703.071,94 ton

d. Ketepatan Peramalan

Dari hasil ramalan dapat nilai *Mean Absolute Error* (MAE), dapat dilihat perbandingan harga MAE untuk Metode *double moving averages*, metode *double exponential smoothing*. Sehingga diperoleh metode yang cocok untuk peramalan banyaknya semen yang terjual pada tahun 2009 dengan mengambil metode yang mempunyai harga MAE paling kecil. Dari keseluruhan perhitungan yang dilakukan, nilai kesalahan yang paling rendah adalah dengan menggunakan metode *double exponential smoothing* dengan nilai  $\alpha$  0.9. Dengan nilai kesalahan yang paling kecil, ternyata memberikan nilai *bullwhip* yang mendekati nilai ideal, yaitu 0,88.

e. Perhitungan Performansi

Lee et al.(2004) mendefinisikan *bullwhip effect* sebagai peningkatan variasi dari hulu. Dari analisa mengenai *bulwhip effect* tersebut di atas, bahwa fenomena *bulwhip effect* ini

berpengaruh pada *supply chain* pada PT XYZ. Pertama, hal ini dapat menyebabkan *loss opportunity of sale*, dimana perusahaan kehilangan peluang menjual produknya, setelah dilakukan peramalan dengan menggunakan metode *double exponential smoothing* menggunakan nilai  $\alpha = 0,9$  didapatkan PT XYZ mengalami *loss opportunity of sale* sebesar 98931,51 ton. Dengan adanya hal tersebut, maka perusahaan mengalami kerugian. Selain itu juga mengalami *stock out* sebesar 74814,71 ton. Dengan adanya kelebihan stock tersebut, maka perusahaan harus mengeluarkan biaya. Biaya terbesar yang dikeluarkan untuk menangani stock tersebut adalah biaya bongkar muat yang besarnya Rp 3,- tiap kg. Biaya yang harus dikeluarkan untuk kelebihan *stock* tersebut adalah Rp 224.444.130,-. Peningkatan penjualan yang tidak pasti tentunya akan menyulitkan dalam pengaturan *stock* bahan baku untuk produksi. Dilain sisi perusahaan tidak ingin kondisi bahan bakunya mengalami *stock out*. Sehingga semakin sering intensitasnya penjualan yang tidak pasti, maka akan berdampak pada fluktuasi tenaga kerja subkontrak yang direkrut oleh PT. XYZ untuk memenuhi penjualan. Harapan yang diinginkan oleh konsumen belum tercapai sesuai dengan target pesanan. Ini bisa disebabkan oleh *lead time* yang panjang hingga produk diterima oleh konsumen. Ketidak tepatan oleh *lead time* bisa karena penjadwalan yang kurang baik, koordinasi internal dan eksternal perusahaan masih belum terjalin, faktor alam seperti cuaca buruk, hujan, bencana alam serta sistem transportasi yang kurang memadai

#### IV. KESIMPULAN

Dari penelitian ini dapat disimpulkan:

1. Hasil pengamatan awal yang dilakukan bahwa jumlah produksi yang sering kali melebihi jumlah penjualan yang menyebabkan terjadinya *bullwhip effect*. Variabilitas penjualan yang fluktuatif setiap bulannya dari tahun 2017-2019 menimbulkan *bullwhip effect* meskipun persentasenya minimum. Dan hasil perhitungan pada periode tahun 2017-2018 rasio amplifikasi yang terjadi adalah sebesar 0,768, tahun 2018-2019 sebesar 1,704 dan tahun 2019-2020 sebesar 1,097.

JUTI-UNISI (Jurnal Teknik Industri UNISI) *Bullwhip effect* terjadi pada periode tahun 2018-2019 yang berakibat pada 70,4% kelebihan produksi, sehingga berdampak pada *inventory* dan *holding cost* terbesar.

2. Hasil dari pengujian tersebut metode yang digunakan dapat diterima semua, karena nilai kesalahan berada pada batas kendali. Dari tiga metode peramalan, yang terbaik adalah metode *double exponential smoothing* dengan nilai  $\alpha = 0,9$ . Dari peramalan tersebut didapatkan jumlah *loss opportunity of sale* sebesar 98.931,51 ton, *over stock* sebesar 74.814,71 ton dan nilai *bullwhip effect* sebesar 0,88 atau mendekati satu, sehingga metode ini dipilih sebagai masukan kepada perusahaan.
3. Dari hasil perhitungan performansi ramalan diketahui bahwa metode peramalan hasil penelitian lebih baik dari metode yang digunakan oleh perusahaan. Hal tersebut terbukti bahwa metode peramalan hasil penelitian dapat memperkecil biaya yang diakibatkan oleh *over stock* dapat dikurangi sebesar 226.556 ton dan besarnya *loss sale* dapat dikurangi sebesar 57.698,45 ton.
4. Berdasarkan hasil penelitian dapat diramalkan permintaan semen pada bulan April 2020 dengan menggunakan metode *double exponential smoothing* dengan  $\alpha = 0,9$  sebesar 136.410,50 ton.
5. Perlu dilakukan penelitian yang lebih mendalam dan pengembangan lebih lanjut mengenai *bullwhip effect* ke depannya. Sehingga ditemukan cara untuk mengatasinya dengan melakukan peramalan yang mempertimbangkan persediaan penyangga (*buffer inventory*) menggunakan metode yang tepat. Dimana dapat menurunkan nilai *bullwhip effect* secara signifikan

#### REFERENSI

- Arikunto, S. 2006. *Prosedur Penelitian Suatu Pendekatan Praktik*. Jakarta: PT Rineka Cipta.
- Chen. 1998. The Impact of a Double Moving Average Forecast on The Bullwhip Effect. Working Paper, School of Industrial Engineering. Purdue University
- Gasparz, V. 1998. *Production Planning and Inventory Control Berdasarkan Pendekatan Sistem terintegrasi MRP II dan JIT Menuju Manufacturing*. 21. Jakarta: Gramedia Pustaka Utama.
- Handoko, TH 1984. *Dasar-dasar Manajemen Produksi dan Operasi*. Yogyakarta: BPFE Yogyakarta.
- Indrajit, RE. 2002. *Strategi Mengelola*

Lee. 1997. *Bullwhip Effect in a Supply Chain*, Sloan Management Review, Spring. Singapura: Departemen of Industrial and System Engineering, National University of Singapura.

Lee. 2001. *Information Distortion in a Supply Chain: The Bullwhip Effect*, Management Science. Singapura: Departemen of Industrial and System Engineering, National University of Singapura.

Markidarkis, S. Dkk. 1992. *Metode dan Aplikasi Peramalan, Jilid 1*. Jakarta: Erlangga.

Marwan pada, 2007 yang berjudul *Evaluasi Bullwhip effect pada supply chain management* studi kasus di PT Supratik Suryamas. TA. UGM.

Mason, D. Dkk. 1999. *Teknik Statistika Untuk Bisnis & Ekonomi*. Jakarta: Erlangga.

Nasution, AH dan Prasetyawan, Y. 2008. *Perencanaan dan Pengendalian Produksi*. Yogyakarta. Graha Ilmu.

Sarie, Nilla, 2006. *Analisis Bullwhip Effect Dengan Menggunakan Manajemen Supply chain* Pada Sistem Distribusi Di PT. Coca Cola Distribution Indonesia Sales Centre Solo. TA. UMS.

Subagyo, P. 1986. *Forecasting Konsep dan Aplikasi*. Yogyakarta: BPFE Yogyakarta.

Sun, HX. 2005. *The Impact of Forecasting Methods on The Bullwhip Effect in Supply Chain Management*. Singapura: Departemen of Industrial and System Engineering, National University of Singapura.

Supranto, J. 2000. *Statistik Teori dan Aplikasi*. Jakarta: Erlangga.

Triati Hapsari, Rika, 2007 *Analisis Sistem Distribusi Produk dengan Pendekatan Supply Chain Management* studi kasus PT. Bangun Indopralon Sukses Cabang Yogyakarta, TA, UMS.

Wang, C. 2008. *Quantitative Analysis on The Bullwhip Effect in a Supply Chain Using Double Moving Average and Double Exponential Smoothing Forecast*. Shanghai China: School of Management Shanghai Maritime University.

Zang, X. 2004. *The Impact of Forecasting Methods on The Bullwhip Effect*. Madison USA: Departemen of Information System and decision Science, Fairleigh Dickinson University.

Zape, AW. 2003. *Data Analysis & Decision Making*. United States of America: Thomson.