

Analisis Bullwhip Effect dalam Sistem Rantai Pasok pada Produk LL-SR

Rosalina Sari¹, M Adha Ilhami², Bobby Kurniawan³

Jurusan Teknik Industri Universitas Sultan Ageng Tirtayasa¹²³

rosalinasari.ocha@gmail.com¹, adha@ft-untirta.ac.id², b.kurniawan@ft-untirta.ac.id³

ABSTRAK

PT. Lotte Chemical Titan Nusantara adalah perusahaan pertama dan terbesar sebagai produsen Polyethylene (PE) di Indonesia. PE adalah salah satu polimer yang paling banyak digunakan untuk membuat berbagai produk plastik dari film kemasan dan wadah untuk komponen dan sejumlah industri. Salah satu produk unggulan yang ada di PT. Lotte Chemical Titan Nusantara adalah produk LL-SR. Produk LL-SR merupakan produk yang paling diminati oleh perusahaan karena proses pembuatannya menggunakan Etylen yang langsung dapat digunakan sehingga biaya produksinya lebih rendah daripada produk lain. Yang melatarbelakangi penelitian di PT. Lotte Chemical Titan Nusantara adalah adanya fenomena Bullwhip Effect yaitu terjadi fluktuasi antara order dan demand, persaingan pasar, dan Forecast yang dilalukan untuk target penjualan pada produk LL-SR. Maka tujuan penelitian ini adalah untuk menghitung nilai Bullwhip Effect, menentukan peyebab utama terjadinya Bullwhip Effect dan menentukan usulan perbaikan order dan demand produk LL-SR. Penelitian ini dimulai dengan menghitung Bullwhip Effect pada dua eselon. Metode yang digunakan dalam peneleitian ini adalah Metode simulasi diskrit. Hasil penelitian ini yaitu Nilai Bullwhip Effect pada eselon 1 (Supplier dan PPIC) = 1.22 dan eselon 2 (PPIC dan distributor)= 0.78. Nilai tersebut menunjukkan terjadinya bullwhip effect pada eselon 1 sedang eselon 2 tidak terjadi. Penyebab dominan adanya Bullwhip Effect adalah kenaikan harga material, persaingan pasar, forecast dilakukan untuk target penjualan dan peramalan permintaan masih belum mendekati akurat. Rancangan perbaikan yang diusulkan adalah melakukan kerja sama long term dengan pihak supplier dan distributor sehingga mendapatkan jaminan harga yang tetap dan berkelanjutan.

Kata Kunci : Bullwhip Effect, Supply Chain, Simulasi Diskrit

PENDAHULUAN

Salah satu perusahaan kimia yang terletak di area Cilegon-Banten yaitu PT. Lotte Chemical Titan Nusantara. PT. Lotte Chemical Titan Nusantara adalah perusahaan pertama dan terbesar sebagai produsen Polyethylene (PE) di Indonesia. PE adalah salah satu polimer yang paling banyak digunakan untuk membuat berbagai produk plastik dari film kemasan dan wadah untuk komponen dan sejumlah industri. Salah satu produk unggulan yang ada di PT. Lotte Chemical Titan Nusantara adalah produk LL-SR. Produk LL-SR merupakan produk yang paling diminati oleh perusahaan karena proses pembuatannya menggunakan Etylen yang langsung dapat digunakan sehingga biaya produksinya lebih rendah daripada produk lain. Perusahaan mendapatkan profit yang lebih besar dari produk LL-SR.

Salah satu permasalahan yang terjadi di PT. Lotte Chemical Titan Nusantara adalah ketika fluktuasi order lebih besar daripada fluktuasi demand. Hal ini ditunjukkan dengan nilai Bullwhip Effect lebih dari satu. Dilihat dari hasil nilai Bullwhip Effect Existing yaitu order dari PPIC ke Supplier adalah sebesar 1.22. Dari nilai tersebut dapat dikatakan bahwa adanya variabilitas order dari supplier ke PPIC lebih besar daripada demand. Sementara pada distributor yaitu antara PPIC dan distributor, dimana nilai Bullwhip Effect adalah

sebesar 0.78. Dari nilai tersebut menyatakan adanya fluktuasi demand yang lebih besar daripada order atau dapat dikatakan bahwa adanya variabilitas demand dari distributor ke PPIC lebih besar daripada order. Hal yang terjadi dimungkinkan oleh kenaikan harga material dan adanya persaingan pasar. Selain itu, hal yang mungkin menyebabkan hal ini adalah penjualan produk LL-SR di PT. Lotte Chemical Nusantara masih berdasarkan terhadap target penjualan dan adanya pemberian diskon kepada distributor yang mempengaruhi fluktuasi demand dari distributor.

Karena hal-hal yang disebutkan diatas maka perlu dilakukan analisa penyebab terjadinya Bullwhip Effect dan juga mengusulkan suatu kebijakan yang tepat terkait permasalahan diatas. Dalam penelitian sebelumnya oleh Hesty (2011) yaitu "Analisis Bullwhip Effect Dalam Sistem Supply Chain Retailer Bulog", pengukuran Bullwhip Effect dalam sistem rantai pasok yaitu order dan demand antara distributor dan retailer. Untuk mengetahui akar penyebab terjadinya Bullwhip Effect yaitu dengan menggunakan cause effect dan dilakukan simulasi order dan demand usulan untuk menghasilkan nilai Bullwhip Effect = 1. Analisis Bullwhip Effect lainnya dilakukan oleh Swesti (2011), yaitu "Analisis Bullwhip Effect Dalam Sistem Supply Chain Retailer PT. ABC Daerah Penjualan Pasar Kemis dan Gading Serpong". Pengukuran Bullwhip Effect sama seperti penelitian Hesty (2011) yaitu antara

distributor dan *retailer*. Untuk mengetahui akar penyebab terjadinya *Bullwhip Effect* yaitu dengan menggunakan *cause effect*. Untuk memperkecil terjadinya *Bullwhip Effect*, Swesti (2011) melakukan koordinasi biaya *inventory* dan kordinasi harga dalam satu periode tetap.

Untuk penelitian di PT. Lotte Chemical Titan Nusantara , nilai *Bullwhip Effect* yang di analisa yaitu antara Supplier, PPIC (manufaktur) dan Distributor. Untuk mengidentifikasi penyebab utama *Bullwhip Effect*, peneliti menggunakan *cause effect*. Selanjutnya, untuk menghasilkan nilai *Bullwhip Effect* = 1, maka dilakukan simulasi diskret menggunakan *Ms. Excel* dan mengadakan kerja sama dengan supplier dan distributor dalam satu periode.

METODE PENELITIAN

Dalam melakukan penelitian dibutuhkan suatu metodologi penelitian yang merupakan suatu cara berfikir mulai dari penentuan suatu masalah, pengumpulan data baik melalui buku-buku (studi pustaka) maupun pengamatan langsung di lapangan (studi lapangan), kemudian melakukan penelitian berdasarkan data yang ada sampai dengan penarikan kesimpulan dari permasalahan yang menjadi objek penelitian. Adapun tahapan-tahapan dalam penelitian ini yaitu studi lapangan dan wawancara Merupakan tahap yang dilakukan untuk mengidentifikasi permasalahan yang terdapat pada perusahaan. Observasi lapangan dilakukan dengan mengamati dari pemesanan bahan baku, pembuatan produk hingga produk tersebut sampai di tangan konsumen. Wawancara dilakukan dengan tanya jawab secara langsung kepada bagian *Procurment*, PPIC dan *Logistic* sehingga dapat mengetahui permasalahan yang ada di lapangan. Kemudian dilanjutkan dengan metode pengumpulan data dan pengolahan data yaitu Mengumpulkan data-data perusahaan yang diperlukan dalam pengolahan data. Data diambil dengan melakukan wawancara, observasi lapangan dan data sekunder yang telah ada. Data yang diperlukan dalam penelitian adalah data penjualan dan pembelian untuk produk LL-SR dari bulan Mei 2012-April 2013. Pengolahan data dilakukan dengan menggunakan perhitungan *Bullwhip Effect* pada *supply chain*, mengidentifikasi peyebab utama terjadinya *Bullwhip Effect* kemudian membuat *order* dan *demand* usulan menggunakan simulasi diskrit dengan *Ms. Excel*. Lalu membandingkan *order* dan *demand Bullwhip Effect* existing dan *Bullwhip Effect* Usulan.

HASIL DAN PEMBAHASAN

Berikut ini merupakan hasil dari *perhitungan bullwhip effect* (BE) Existing pada Eselon 1 dan Eselon 2. Pada Eselon 1 yaitu adanya hubungan antara pihak supplier dan PPIC (manufaktur). Sedangkan Pada Eselon 2 yaitu hubungan antara distributor dan PPIC (Manufaktur).

Tabel 1. BE Existing Pada Eselon 1 dan 2

	s_o	μ_o	CV_o	s_d	μ_d	CV_d	BE
Eselon 1	1182.03	6941.67	0.17	1051.05	7533.33	0.14	1.22
Eselon 2	1221.93	6941.67	0.18	1624.80	7226.09	0.22	0.78

Berdasarkan hasil perhitungan nilai *Bullwhip Effect* (BE), maka diperoleh nilai yang menunjukkan besarnya tingkat variabilitas permintaan (amplifikasi permintaan) pada eselon 1 yaitu antara Supplier dan PPIC (manufaktur). Terlihat dari tabel 1 bahwa nilai eselon 1 adalah 1.22 dan nilai eselon 2 (PPIC dan Distributor) adalah 0.78. Besarnya nilai dari hasil perhitungan BE ini diperoleh dari hasil bagi dari koefisien variansi *order* dengan koefisien variansi penjualan. Untuk lebi jelasnya dapat dilihat dari contoh perhiyungan berikut ini :

$$BE = \frac{CV_o}{CV_d}$$

Dimana:

$$CV_o = \frac{S_o}{\mu_o}$$

$$\mu_o = \frac{(7,300 + 6,000 + 6,100 + \dots + 8000)}{12}$$

$$\mu_o = 6,941.67$$

$$S_o = \frac{\sqrt{(x - \bar{x})^2}}{n - 1}$$

$$S_o = \frac{\sqrt{(7,300.00 - 6,941.67)^2 + \dots + (8,000 - 6,491.67)^2}}{12 - 1}$$

$$S_o = 1,182.03$$

$$CV_o = \frac{1,182.03}{6,941.67}$$

$$CV_o = 0.17$$

$$CV_d = \frac{S_d}{\mu_d}$$

$$\mu_d = \frac{(7,950.00 + \dots + 8650 + 7800)}{12}$$

$$\mu_d = 7533.33$$

$$S_d = \frac{\sqrt{(x - \bar{x})^2}}{n - 1}$$

$$S_d = \frac{\sqrt{(7,950.00 - 7,533.333)^2 + \dots + (8,000.00 - 7,553.33)^2}}{12 - 1}$$

$$S_d = 1051.04$$

$$CV_d = \frac{1051.04}{7533.33}$$

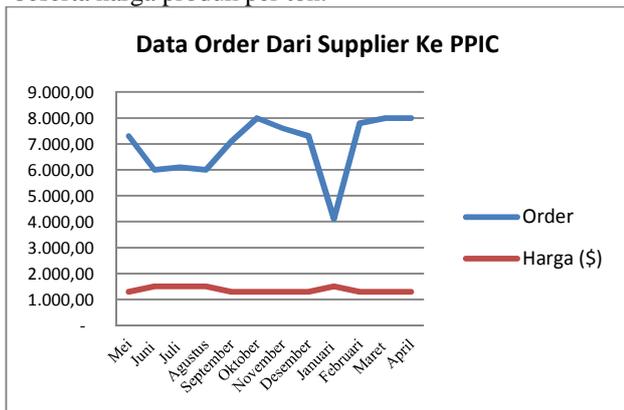
$$CV_d = 0.14$$

$$BE = \frac{0.17}{0.14}$$

$$BE = 1.22$$

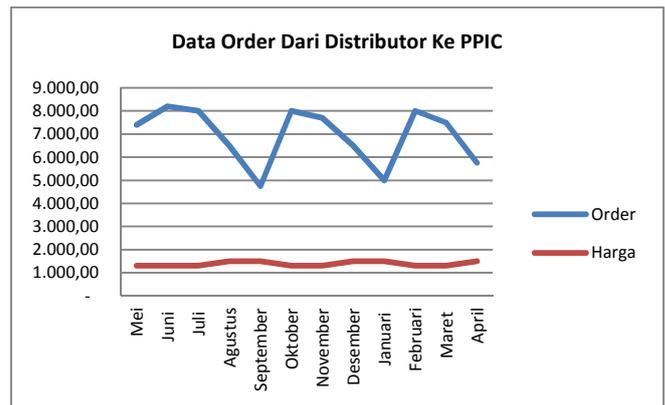
Dari perhitungan pada tiap eselon. Terlihat nilai BE pada Eselon 1 adalah 1.22. Nilai ini menunjukan bahwa BE1 > 1. Sedangkan untuk BE 2 < 1. Hal ini terjadi karena variasi harga dari supplier antara \$1300-\$1500 per ton dan dengan distributor adalah \$1950-\$2250 per ton. Untuk penentuan harga pada tiap produk yaitu diketahui terlebih dahulu harga produk per ton yang akan dijual dipasaran. PT. Lotte Chemical Titan Nusantara menetapkan harga produk yaitu sebesar \$ 1300 sampai \$ 1500 per ton. Berikut ini merupakan

gambar data *order* supplier ke PPIC dalam 1 periode beserta harga produk per ton.



Gambar 1. Data Order Dari Supplier Ke PPIC

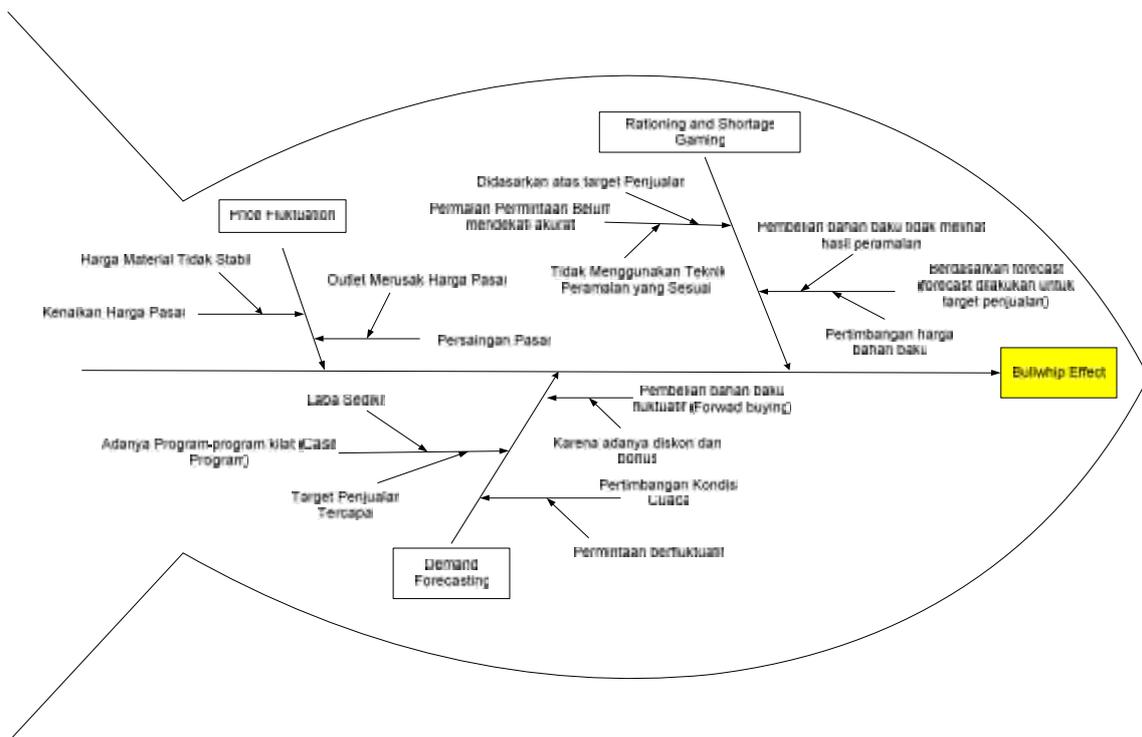
Dari Gambar.1 dapat dilihat bahwa penurunan yang sangat drastis ada pada bulan Januari. Terlihat jelas bahwa harga sangat mempengaruhi *Order* dari supplier ke PPIC (Manufaktur). Fluktuasi ini sangat mempengaruhi profit perusahaan, karena *order* yang tak stabil dapat mempengaruhi perusahaan dalam memproduksi produknya. Kemudian dari gambar 2 dapat dilihat bahwa penurunan yang sangat drastis ada pada bulan September dan Januari. Terlihat jelas bahwa harga sangat mempengaruhi *Order* dari Distributor ke PPIC (Manufaktur). Fluktuasi ini sangat mempengaruhi profit perusahaan, karena *order* yang tak stabil dapat mempengaruhi perusahaan dalam memproduksi produknya. Untuk lebih jelasnya dapat dilihat dari gambar berikut :



Gambar 2. Data Order Dari Distributor Ke PPIC

Selanjutnya adalah mengidentifikasi penyebab utama terjadinya *Bullwhip Effect* menggunakan *cause effect* diagram. Untuk lebih jelasnya dapat dilihat dari gambar 3.

Berdasarkan perhitungan *bullwhip effect* pada kedua eselon tersebut, pengukuran yang paling berpengaruh adalah pengukuran terhadap *Direct Reduction*, diketahui ternyata Eselon 1 yang mengalami *Bullwhip Effect*, identifikasi dilakukan dengan menggunakan diagram *cause effect*. Dari *cause effect*, dilanjutkan dengan mengidentifikasi dan menganalisa potensi kegagalan dan akibatnya yang bertujuan untuk merencanakan proses produksi secara mantap dan dapat menghindari kegagalan proses produksi dan kerugian yang tidak diinginkan menggunakan FMEA (*Failure moda and effect analysis*) dapat. Berikut ini merupakan tabel FMEA *Bullwhip effect* :



Gambar 3. Diagram Cause Effect penyebab Bullwhip effect

Tabel 2. FMEA Bullwhip effect

Rank	Failure Mode	Actionable Cause	Design Action	Design Validation
1	Kenaikan Harga Material	Harga Material Tidak stabil	Melakukan koordinasi kepada semua pihak supply chain	Melakukan pertemuan secara berkala dan kontinuu untuk melakukan koordinasi kepada semua pihak supply chain setiap tiga bulan sekali
2	Persaingan Pasar	Outlet Merusak Pasar	Semua pihak melakukan monitoring terhadap penjualan dan kebijakan harga yang sama rata	Monitoring penjualan dilakukan minimal dua kali dalam satu bulan, memberikan pengarah kepada semua pihak tentang penetapan harga ini
3	Forecast dilakukan untuk target penjualan	Pertimbangan harga material	Melakukan koordinasi kepada semua pihak supply chain, dan melakukan kesepakatan harga dalam satu periode	Mengevaluasi kinerja setiap supply chain tiap bulannya
4	Peramalan permintaan masih belum mendekati akurat	Didasarkan atas target penjualan	Melakukan koordinasi kepada semua pihak supply chain untuk memberikan informasi permintaan setiap bulannya agar peramalan mendekati akurat	Memonitoring dan mengevaluasi hasil peramalan dan penjualan tiap bulannya
5	Peramalan permintaan masih belum mendekati akurat	Tidak menggunakan teknik peramalan yang sesuai	Mempelajari teknik peramalan yang sesuai dengan pola permintaan yang ada	Konsultasi dengantenga ahli dalam melakukan teknik peramalan dan mencari informasi tentang teknik peramalan
6	Pertimbangan Kondisi Cuaca	Permintaan Fluktuatif	Mempelajari karakteristik tiap pihak supply chain dan keadaan lingkungannya sebagai antisipasi keadaan iklim yang dapat berubah	Memonitoring setiap kegiatan penjualan dan mengevaluasi setiap permintaan apakah berpengaruh terhadap cuaca.
7	Forward buying	Karena ada diskon dan bonus	Menghitung kontribusi diskon yang ditawarkan dengan penjualan dan besarnya persiapan yang ada	Membandingkan kontribusi penjualan dengan diskon yang ditawarkan
8	Forecast dilakukan untuk target penjualan	Pemilihan material tidak melihat hasil peramalan	Melakukan koordinasi kepada semua pihak supply chain, dan melakukan kesepakatan harga dalam satu periode	Mengevaluasi kinerja setiap supply chain tiap bulannya
9	Adanya program-program kilat (Case Program)	Target Penjualan Tercapai	Memilih dengan teliti program-program kilat yang menguntungkan perusahaan demi tercapainya target penjualan	Membandingkan kontribusi penjualan dengan program-program yang telah dilakukan maupun diskon yang ditawarkan
10	Adanya program-program kilat (Case Program)	Labu sedikit	Memilih dengan teliti program-program kilat yang ditawarkan	

Untuk mengetahui rank tertinggi, terlebih dahulu dilakukan *Table Action Planning for Failure Mode*. *Table Action Planning for Failure Mode* merupakan cara untuk menentukan solusi permasalahan *bullwhip effect*. Dari *Action Planning for Failure Bullwhip effect* peneliti dapat mengetahui 4 penyebab utama terjadinya *bullwhip effect* di PT. Lotte Chemical Titan Nusantara dengan perhitungan *risk priority number* (RPN).

Tabel 3. Cause Of Bullwhip effect Bullwhip effect

Rank	Failure Mode	Actionable Cause	Cause Of Bullwhip Effect
1	Kenaikan Harga Material	Harga Material Tidak stabil	Price Fluctuation
2	Persaingan Pasar	Outlet Merusak Pasar	
3	Forecast dilakukan untuk target penjualan	Pertimbangan harga material	
4	Peramalan permintaan masih belum mendekati akurat	Didasarkan atas target penjualan	Rationing and Shortage Gaming

Tabel 4. Action Planning for Failure Bullwhip effect

Design FMEA Item Function/Process FMEA (Function/requirement)	Mode of Failure	Cause of Failure	Effect of Failure	Degree of Severity (1-10)	Frequency of occurene (1-10)	Chance of Detection (1-10)	RPN (1-1000) Freq.SeriDet	Rank
	Persaingan Pasar	Outlet Merusak Pasar	Harga produk berfluktuatif untuk menarik konsumen	9	7	5	315	2
	Kenaikan Harga Material	Harga Material Tidak stabil	Harga material meningkat	8	7	6	336	1
	Pembelian Bahan baku fluktuatif (forward buying)	Karena ada diskon dan bonus	Salah merencanakan produksi	7	7	4	196	7
	Pertimbangan Kondisi Cuaca	Permintaan Fluktuatif	Pembelian meningkat pada bulan tersebut, nersedian harvak	7	6	5	210	6
BULLWHIP EFFECT	Peramalan permintaan masih belum mendekati akurat	Didasarkan atas target penjualan	Tidak menggunakan teknik peramalan yang sesuai Persediaan banyak	8	6	5	240	5
	Adanya program-program kilat (Case Program)	Target Penjualan Tercapai	Pembelian meningkat pada bulan tersebut dan mencapai target penjualan	7	5	4	140	9
	Forecast dilakukan untuk target penjualan	Labu sedikit	Pemilihan material tidak melihat hasil peramalan	6	5	4	120	10
	Forecast dilakukan untuk target penjualan	Labu sedikit	Kelebihan persediaan Berubahnya harga material	8	6	4	192	8
				8	6	6	288	3

Dari perhitungan *risk priority number* (RPN) terdapat penyebab utama *bullwhip effect* yaitu *price fluctuation* dan *rationing and shortage gaming*. *Price Fluctuation* (Fluktuasi harga) ini dapat disebabkan oleh harga minyak dunia yang meningkat, maupun adanya kegiatan tiap outlet yang merusak pasar. Selain itu, peramalan yang dilakukan atas target penjualan adalah salah satu penyebab yang harus diperhitungkan perusahaan. Karena apabila hanya didasarkan kepada target, perusahaan tidak memperhitungkan persediaan yang dapat terlalu menumpuk maupun kekurangan. Hal ini dapat mempengaruhi profit yang didapatkan perusahaan.

Untuk menghindari itu, maka akan dilakukan kerjasama dalam penetapan harga dan penurunan fluktuasi *order* dan *demand*. Berikut ini merupakan cara untuk mengurangi nilai *Bullwhip effect* maka dilakukan simulasi diskrit dengan menggunakan *MS. Excel*. Hal ini dilakukan untuk membuat nilai $BE = 1$. Yang pertama dilakukan adalah memberikan usulan perbaikan BE dengan cara menentukan Standar deviasi pada tiap eselon dengan rata-rata *demand* dan *order* adalah tetap. Setelah didapatkan standar deviasi baru, maka kita dapat menentukan *order* dan *demand* usulan. Kemudian peneliti menentukan biaya total produksi sebelum melakukan kordinasi dan setelah melakukan kordinasi.

Untuk usulan perbaikan pada eselon 1, perusahaan menjalin kerjasama *long term* sehingga banyaknya *order* dan *demand* tiap bulan antara *supplier* dan Manufaktur (PPIC) juga Manufaktur dan Distributor hampir selalu sama, ini akan berpengaruh terhadap nilai *Bullwhip effect*. Untuk Standar deviasi diubah dan distabilkan sementara rata-rata *order* dan *demand* disesuaikan dengan aktualnya. Data yang digunakan

pada usulan perbaikan pada *order* dan *demand* yang disesuaikan dengan *mean* aktualnya yaitu sebesar 900 dan 1051.01. Sedangkan Untuk Eselon 2 Data yang digunakan pada usulan perbaikan pada *order* dan *demand* yang disesuaikan dengan *mean* aktualnya yaitu sebesar 6941.67 dan 7226.09. Sehingga *mean* dan standar deviasi antara *order* dan *demand* akan menghasilkan nilai *Bullwhip Effect* sama dengan 1. Berikut Ini adalah usulan perbaikan *order* dan *demand* pada eselon 1 dan 2 :

Tabel 5. Eselon 1 usulan 4

Data Order Dari Supplier Ke PPTC LL-SR Tahun 2012												Data Order Dari supplier Ke PPTC LL-SR Tahun 2013			
Bulan	Mei	Juni	Juli	Agustus	September	Oktober	November	Desember	Januari	Februari	Maret	April			
Tot	7.251,77	7.853,91	6.436,29	6.149,29	6.494,94	7.454,50	6.309,40	7.552,07	7.703,63	6.702,03	7.779,64	8.828,08			

Data Demand PPTC Ke Distributor LL-SR Tahun 2012												Data Demand PPTC Ke distributor LL-SR Tahun 2013			
Bulan	Mei	Juni	Juli	Agustus	September	Oktober	November	Desember	Januari	Februari	Maret	April			
Tot	8.935,10	7.216,67	7.136,03	7.731,24	6.737,08	7.027,03	6.333,83	7.670,28	7.509,44	6.860,88	7.711,33	7.166,60			

BE 1	s	mu	CV	Usulan 4
D	851,00	6.941,67	0,12	1,00
O	920,00	7533,33	0,12	

Tabel 6. Rekapitulasi Eselon 1 usulan

Nilai Bullwhip Effect	Eselon 1
Usulan 1	1.08
Usulan 2	0.94
Usulan 3	0.96
Usulan 4	1.00

Untuk mencapai nilai BE = 1, maka yang diubah adalah Covariansinya (CV)
 Dan untuk mengubah Cov (CV), yaitu dengan cara mengecilkkan nilai Standat Deviasi (s), dengan rata-rata tiap bulannya tetap.

$$BE = \frac{CV_o}{CV_d}$$

Dimana:

$$CV_o = \frac{S_o}{\mu_o}$$

$$\mu_o = 6.941.67 \text{ (rata-rata tetap)}$$

$$S_o = 920.00 \text{ (penurunan standar deviasi)}$$

$$CV_o = \frac{920.00}{6.941.67}$$

$$CV_o = 0.12$$

$$CV_d = \frac{S_d}{\mu_d}$$

$$\mu_d = 7533.33 \text{ (rata-rata tetap)}$$

$$S_d = 850.00 \text{ (penurunan standar deviasi)}$$

$$CV_d = \frac{850.00}{7533.33}$$

$$CV_d = 0.12$$

$$BE = \frac{0.12}{0.12}$$

$$BE \text{ 1 usulan 1} = 1.00$$

Sedangkan untuk menghitung *order* dan *demand* syntaxnya adalah sebagai berikut:

$$= \text{NORMINV}(\text{RAND}(), \text{MEAN}, \text{STDV})$$

$$= \text{NORMINV}(\text{RAND}(), 6,941.67, 920.00)$$

$$= 7,251.77$$

Tabel 7. Eselon 2 usulan 3

Data Order Dari Distributor Ke PPTC LL-SR Tahun 2012												Data Order Distributor Ke PPTC LL-SR Tahun 2013			
Bulan	Mei	Juni	Juli	Agustus	September	Oktober	November	Desember	Januari	Februari	Maret	April			
Tot	7.882,53	10.030,48	6.959,21	6.493,15	7.690,41	6.013,63	8.301,17	8.586,28	3.310,63	7.555,78	6.430,63	8.321,63			

Data Demand PPTC Ke Distributor LL-SR Tahun 2012												Data Demand PPTC Ke Distributor LL-SR Tahun 2013			
Bulan	Mei	Juni	Juli	Agustus	September	Oktober	November	Desember	Januari	Februari	Maret	April			
Tot	6.219,65	5.962,18	6.172,93	4.947,42	6.587,60	7.331,66	7.163,61	8.679,97	6.090,00	5.783,97	8.597,35	9.889,08			

BE 2	s	mu	CV	Usulan 3
D	1.420,00	6.941,67	0,20	1,00
O	1.475,00	7226,09	0,20	

Contoh Perhitungan :

Untuk mencapai nilai BE = 1, maka yang dirubah adalah Covariansinya (CV)

Dan untuk mengubah Cov (CV), yaitu dengan cara mengubah nilai Standat Deviasi (s), dengan rata-rata tiap bulannya tetap.

$$BE = \frac{CV_o}{CV_d}$$

Dimana:

$$\mu_o = 6.941.67 \text{ (rata-rata tetap)}$$

$$S_o = 1420.00 \text{ (perubahan standar deviasi)}$$

$$CV_o = \frac{1420.00}{6.941.67}$$

$$CV_o = 0.20$$

$$CV_d = \frac{S_d}{\mu_d}$$

$$\mu_d = 7226.09$$

$$S_d = 1.475.00 \text{ (penurunan standar deviasi)}$$

$$CV_d = \frac{1475.00}{7226.09}$$

$$CV_d = 0.20$$

$$BE = \frac{0.20}{0.20}$$

$$BE \text{ 2 usulan 3} = 1$$

Tabel 8. Rekapitulasi Eselon 2 usulan

Nilai Bullwhip Effect	Eselon 2
Usulan 1	0.90
Usulan 2	0.97
Usulan 3	1.00

Setelah dilakukan perbaikan usulan *order* dan *demand* dengan menghasilkan nilai BE = 1, Maka dilakukan perhitungan biaya total keseluruhan biaya total ini mencakup biaya simpan dan biaya kekurangan. Total biaya keseluruhan ini didapat dari tiap-tiap eselon. Perbandingan tiap eselonnya meliputi Biaya total existing, biaya total dengan *order* usulan tanpa adanya koordinasi harga dan biaya total dengan *order* usulan dengan adanya koordinasi harga. Untuk Lebih Jelasnya dapat dilihat dari tabel berikut ini :

Tabel 9. Perbandingan Biaya Total Keseluruhan Pada Order Awal tanpa adanya kordinasi harga

	Eselon 1												Total (USD)
	Mei	Jun	Juli	Agustus	September	Oktober	November	Desember	Januari	Februari	Maret	April	
Biaya Operasi	9,490,000.00	9,000,000.00	9,150,000.00	9,000,000.00	9,200,000.00	10,140,000.00	9,800,000.00	9,840,000.00	6,150,000.00	10,140,000.00	10,400,000.00	10,400,000.00	112,750,000.00
Selisih	(630.00)	(1,530.00)	(1,800.00)	1,650.00	(600.00)	300.00	(1,650.00)	(500.00)	(3,450.00)	400.00	150.00	-	-
Biaya Simpan	-	-	-	645,500.00	-	101,400.00	-	-	-	153,200.00	50,700.00	-	99,800.00
Biaya Kekurangan	1,267,500.00	3,407,500.00	4,650,000.00	-	1,170,000.00	-	2,047,500.00	975,000.00	7,262,500.00	-	-	-	20,780,000.00
Total (USD)													134,420,800.00

	Eselon 2												Total (USD)
	Mei	Jun	Juli	Agustus	September	Oktober	November	Desember	Januari	Februari	Maret	April	
Biaya Operasi	14,430,000.00	15,940,000.00	15,600,000.00	14,425,000.00	10,687,500.00	15,600,000.00	15,015,000.00	14,425,000.00	11,250,000.00	15,600,000.00	14,425,000.00	12,975,500.00	170,985,000.00
Selisih	(1,420.00)	(500.00)	221.00	(2,307.00)	1,370.00	(80.00)	1,668.00	791.00	(914.65)	(1,095.53)	(279.72)	(1,476.00)	-
Biaya Simpan	-	-	112,047.00	-	806,130.00	-	541,476.00	482,735.00	-	-	-	-	1,922,380.00
Biaya Kekurangan	445,290.00	1,628,000.00	-	7,786,125.00	-	286,690.00	-	-	3,087,688.75	3,198,560.63	818,195.62	4,981,500.00	22,222,000.00
Total (USD)													195,119,388.00

Tabel 10. Perbandingan Biaya Total Keseluruhan Pada Order Usulan Tanpa Adanya Kordinasi Harga

	Eselon 1												Total (USD)
	Mei	Jun	Juli	Agustus	September	Oktober	November	Desember	Januari	Februari	Maret	April	
Biaya Operasi	8,955,345.35	10,686,095.67	7,612,714.74	12,655,234.00	8,176,234.95	10,550,645.00	8,740,074.44	7,118,754.14	10,319,689.21	9,042,779.65	9,099,641.36	10,025,530.00	113,768,741.82
Selisih	(1,414.37)	(1,113.26)	(2,922.14)	471.53	(2,119.67)	765.17	33.47	(1,371.45)	(1,065.50)	1,553.47	127.87	252.96	-
Biaya Simpan	-	-	-	183,896.57	-	257,952.69	11,313.55	-	-	525,074.46	43,219.32	85,500.17	1,106,957.65
Biaya Kekurangan	2,780,028.35	2,504,854.36	6,574,812.66	-	4,133,754.94	-	-	2,596,354.06	2,262,370.91	-	-	-	20,830,135.26
Total (USD)													155,705,834.75

	Eselon 2												Total (USD)
	Mei	Jun	Juli	Agustus	September	Oktober	November	Desember	Januari	Februari	Maret	April	
Biaya Operasi	13,959,558.55	11,485,000.70	14,106,728.78	16,001,965.55	13,945,653.92	15,930,215.40	10,807,053.61	16,761,212.04	13,916,401.51	14,427,265.47	14,801,558.01	18,054,417.92	171,965,241.26
Selisih	799.29	(1,072.24)	(368.27)	(448.68)	(1,229.95)	723.84	(879.47)	(297.02)	(1,456.44)	482.98	(648.80)	760.82	(3,619.92)
Biaya Simpan	405,328.70	-	-	-	-	366,986.09	-	-	-	244,871.14	-	445,081.48	1,462,177.41
Biaya Kekurangan	-	3,136,297.52	1,071,338.82	1,514,308.28	4,150,999.61	-	2,572,457.23	1,002,454.50	4,915,501.06	-	1,897,738.91	-	20,261,075.93
Total (USD)													195,704,862.67

Tabel 11. Perbandingan Biaya Total Keseluruhan Pada Order Usulan Dengan Adanya Kordinasi Harga

	Eselon 1												Total (USD)
	Mei	Jun	Juli	Agustus	September	Oktober	November	Desember	Januari	Februari	Maret	April	
Biaya Operasi	9,322,521.53	9,641,081.12	6,867,656.62	11,399,780.67	8,511,770.78	10,983,232.27	9,104,672.38	7,410,670.29	9,310,431.79	10,246,343.63	9,472,155.69	10,456,616.06	112,707,395.43
Selisih	(1,414.37)	(1,113.26)	(2,922.14)	471.53	(2,119.67)	765.17	33.47	(1,371.45)	(1,065.50)	1,553.47	127.87	252.96	-
Biaya Simpan	-	-	-	165,911.65	-	208,529.01	11,777.42	-	-	546,083.04	44,991.36	89,086.70	1,126,819.17
Biaya Kekurangan	2,871,110.31	2,259,863.77	5,931,801.77	-	4,302,243.69	-	-	2,702,786.40	2,041,113.63	-	-	-	20,109,918.36
Total (USD)													133,944,132.96

	Eselon 2												Total (USD)
	Mei	Jun	Juli	Agustus	September	Oktober	November	Desember	Januari	Februari	Maret	April	
Biaya Operasi	14,694,340.01	11,089,570.24	14,849,256.16	14,596,969.81	12,722,489.69	14,671,873.43	11,576,094.22	15,291,092.12	12,965,723.15	15,106,644.30	15,570,112.09	16,452,527.40	169,997,913.15
Selisih	799.29	(1,072.24)	(368.27)	(448.68)	(1,229.95)	723.84	(879.47)	(297.02)	(1,456.44)	482.98	(648.80)	760.82	-
Biaya Simpan	436,569.12	-	-	-	-	366,302.93	-	-	-	257,760.28	-	406,041.12	1,476,673.35
Biaya Kekurangan	-	3,301,301.06	1,127,730.28	1,381,480.69	3,786,894.32	-	2,707,462.22	914,505.87	4,484,337.47	-	1,997,429.13	-	19,710,820.94
Total (USD)													191,176,407.45

Contoh Perhitungan :

Biaya Total Keseluruhan Pada Order Usulan Dengan Adanya Kordinasi Pada Bulan Mei

- Biaya Operasi = Harga produk x Order
 Biaya Operasi = \$ 1,353.30 x 6,888.73
 Biaya Operasi = \$ 9,322,521.53
- Selisih = Order-Demand
 Selisih = 6,888.73-8,303.10
 Selisih = (1,414.37)
- Biaya simpan = Selisih x Harga x 26%
 Biaya simpan = (1,414.37) x \$ 1,353.30 x 26%
 Biaya simpan = -
- Biaya Kekurangan = -(Selisih) x Harga x 1.5
 Biaya Kekurangan = 1,414.37 x \$ 1,353.30 x 1.5
 Biaya Kekurangan = \$ 2,871,110.31
- Total Biaya Keseluruhan Eselon 1 = Total Biaya Operasi + Total Biaya Simpan + Total Biaya Kekurangan
 Total Biaya Keseluruhan Eselon 1 = \$ 112,707,395.43 + \$ 1,126,819.17 + \$ 20,109,918.36
 Total Biaya Keseluruhan Eselon 1 = \$ 133,944,132.96

Tabel 11. Rekapitulasi Perbandingan Biaya Total Keseluruhan Pada Eselon 1 dan 2

Perbandingan	Eselon 1 (USD)	Eselon 2 (USD)	Total
Exsisting	134,420,800.00	195,119,388.00	329,540,188.00
Usulan tanpa adanya Kordinasi Harga	135,705,834.75	193,704,862.67	329,410,697.42
Usulan dengan adanya Kordinasi Harga	133,944,132.96	191,176,407.45	325,120,540.41

Dari tabel 11 hasil total biaya Exsisting lebih besar daripada total biaya usulan. Untuk usulan *order*, perusahaan telah melakukan kordinasi kesepakatan harga oleh supplier dan distributor. Supplier, Manufaktur (perusahaan) dan Distributor melakukan kesepakatan dalam satu periode dengan harga yang ditawarkan tetap, sehingga *order* dalam satu periode juga tetap. Dengan adanya kesepakatan tersebut, permintaan akan stabil.

KESIMPULAN

Berdasarkan hasil dari pengolahan data maka dapat disimpulkan bahwa berdasarkan hasil perhitungan nilai *Bullwhip Effect* (BE) Eselon 1 antara Supplier dan PPIC (Manufaktur) didapatkan nilai BE = 1.21. Sedangkan untuk Eselon 2 yaitu antara PPIC dan distributor, nilai BE = 0.78. Faktor dominan penyebab *Bullwhip Effect* pada produk LL-SR yaitu *Price Fluctuation* dan *rationing and shortage gaming*. Usulan perbaikan *order* dan *demand* pada produk LL-SR dengan simulasi diskret menggunakan MS. Excel yaitu mengurangi nilai *Bullwhip effect* pada tiap Eselon. Dari usulan *order* dan *demand* yang dilakukan, biaya total yang dikeluarkan lebih besar daripada biaya Exsisting. Maka Supplier, perusahaan dan distributor melakukan kesepakatan harga. Untuk *order* usulan pada eselon 1 dan eselon 2 adalah sebesar \$ 133,944,132.96 dan \$ 191,176,407.45. Kestabilan harga yang diberikan perusahaan dalam satu periode, akan membuat semua belah pihak mendapatkan keuntungan.

DAFTAR PUSTAKA

Emeralda, I. 2012. Analisis Bullwhip Effect Sistem Supply Chain 4 Echelon Dan Rancangan Perbaikan Dengan Simulasi Powersim. *Tugas Akhir*. Jurusan Teknik Industri. Untirta.

Heizer & Render. 2005. *Manajemen Operasi Edisi 7*. Jakarta : Salemba Empat.

Haryadi H,Erni Nofi. 2011. Pengukuran Bullwhip Effect Rantai Pasok. *Tugas Akhir*. Jurusan Teknik Industri, Fakultas teknik, Universitas Esa Unggul.

Kurniasari, H. 2011. Analisis Bullwhip Effect Dalam Sistem Supply Chain Retailer Bulog. *Skrripsi*. Jurusan Teknik Industri, Fakultas teknik, Universitas Sultan Ageng Tirtayasa. Cilegon

Lee H. L.,Padmanabhan V., Whang S. 1997. The Bullwhip Effect In Supply Chain. *Pensylvania State University, Sloan Management Review Volume 38(3)*,pp,93-102

Pujawan. 2005. *Supply Chain Management Edisi Pertama*. Surabaya : Guna Widya.