

---

# ANALISA DISTRIBUSI PRODUK DENGAN PENDEKATAN *SUPPLY CHAIN MANAGEMENT* DAN APLIKASI *BEER* *GAME*

## **Indah Pratiwi**

Jurusan Teknik Industri Universitas Muhammadiyah Surakarta  
Jl. A. Yani Tromol Pos 1 Pabelan Surakarta  
email: indah\_pratiwi@yahoo.com

## **Ratnanto Fitriadi**

Jurusan Teknik Industri Universitas Muhammadiyah Surakarta  
Jl. A. Yani Tromol Pos 1 Pabelan Surakarta  
email: ratnanto23@yahoo.com

## **Rika Triati Hapsari**

Jurusan Teknik Industri Universitas Muhammadiyah Surakarta  
Jl. A. Yani Tromol Pos 1 Pabelan Surakarta

## **ABSTRAKSI**

*Di dunia industri terutama menyangkut pendistribusian produk saat ini masih sering terdapat bullwhip effect, yaitu adanya simpangan yang jauh antara persediaan yang ada dengan permintaan. Hal ini dikarenakan kesalahan dari interpretasi data permintaan di rantai distribusi dan sistem informasi didalam sistem pendistribusiannya, yang disebabkan kurang terintegrasinya level-level supply chain dalam menyampaikan informasi permintaan dari konsumen ke level atasnya.*

*Hal itu juga yang dialami oleh PT Bangun Indopralon Sukses Cabang Yogyakarta yang merupakan salah satu perusahaan yang bergerak dibidang pendistribusian produk tangki air, pipa PVC, pintu PVC, sambungan, slang air, ember cor, pagar BRC dan talang di wilayah Yogyakarta dan sekitarnya. Dimana terdapat masalah pengiriman dengan lead time yang terlalu lama membuat retailer tidak dapat memperhitungkan persediaan ketika melakukan pemesanan. Karena itu terjadi bullwhip effect di 11 retailer untuk pengukuran  $\omega 1$  pada pengukuran upstream.*

*Untuk melakukan suatu perbaikan dalam proses pendistribusian digunakan konsep Supply Chain Management (SCM), dimana didalamnya tidak hanya membahas mengenai pendistribusian produk saja, tetapi juga mengenai persediaan dan sistem informasi yang mendukung penerapan SCM. Selain itu juga diperlukan suatu peramalan agar perusahaan dapat memprediksi permintaan yang akan datang dimana dalam kasus ini menggunakan metode yang memiliki nilai MAD (Mean Absolute Deviation) terkecil. Selain itu juga digunakan aplikasi Beer Game untuk mengidentifikasi adanya bullwhip effect, dan memilih beberapa kebijakan (policy) untuk meminimalkan terjadinya bullwhip effect.*

**Kata kunci:** *bullwhip effect, supply chain management, beer game*

## **Pendahuluan**

Saat ini tuntutan konsumen terhadap kualitas produk, harga, ketepatan pengiriman serta ketersediaan produk di pasaran semakin tinggi. Fungsi dari sistem supply chain untuk menyediakan produk atau jasa yang tepat, pada tempat yang tepat, waktu yang tepat, dan kondisi yang diinginkan. Dimana teknologi telah mengubah

logistik dari pengaturan persediaan dan transportasi menjadi suatu peningkatan nilai tambah dari barang dan jasa.

*Supply Chain Management* (SCM) diterapkan untuk mengintegrasikan manufaktur, pemasok, retailer, dan penjual secara efisien sehingga barang dapat diproduksi dan didistribusikan dengan jumlah yang tepat dan biaya keseluruhan yang minimum. Untuk menghasilkan *supply chain* yang efektif dan efisien perlu dibuat peta sistem logistik dan distribusi secara keseluruhan yang digunakan untuk melihat perilaku pergerakan aliran produk yang ditujukan untuk pendistribusian yang terjadi di setiap elemen.

Untuk menciptakan pelayanan yang diinginkan koordinasi antar pihak-pihak *supply chain* sangat diperlukan. Kurangnya koordinasi seringkali menimbulkan kesalahan informasi yang salah satu akibatnya adalah variasi permintaan yang terjadi pada saluran *supply chain*. Variasi tersebut mengarah dari arah hulu ke hilir yang dinamakan fenomena *bullwhip effect*.

PT. Bangun Indopralon Sukses adalah suatu perusahaan yang bergerak dibidang pendistribusian dan penjualan antara lain tangki, pipa PVC, pintu PVC, sambungan, slang air, pagar BRC, ember cor, talang dalam berbagai jenis dan ukuran.

Setelah dilakukan pengukuran dan jika ternyata terjadi *bullwhip effect*, maka harus dilakukan perbaikan sistem informasi antara pihak retailer dan pihak distributor. Selain dilakukan peramalan, juga menganalisa data aktual yang ada dengan *software Beer Game*, didalam tampilan *Beer Game* terlihat adanya *back order* dan nilai *system cost* yang tinggi yang merupakan fenomena dari *bullwhip effect*.

### Perumusan Masalah

1. Bagaimana perhitungan pengukuran variabilitas persediaan dan variabilitas permintaan yang mengidentifikasi terjadinya *bullwhip effect* di perusahaan?
2. Bagaimana Beer Game bisa diaplikasikan untuk meminimalisasi terjadinya *bullwhip effect*?

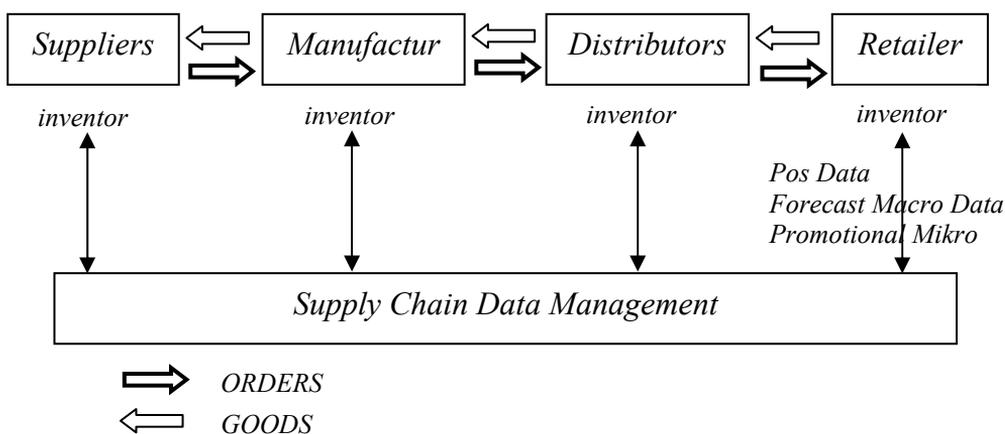
### Tinjauan Pustaka

1. Nilla Sarie. 2006. "Analisis *Bullwhip Effect* Dengan Menggunakan Manajemen Rantai Pasokan Pada Sistem Distribusi Di PT. Coca Cola Distribution Indonesia Sales Centre Solo" . Tugas Akhir Teknik Industri UMS, mengidentifikasi terjadinya *bullwhip effect* di PT. Coca Cola Distribution Indonesia Sales Centre Solo untuk produk *softdrink* Sprite. Pada perhitungan *bullwhip effect*, hanya dilakukan satu kali pengukuran ( $\omega 1$ ) saja.
2. Indah Pratiwi. 2001. " Evaluasi *Bullwhip Effect* pada Supply Chain di PT Kimia Farma PBF-Surabaya. Thesis Teknik Industri ITS, membahas tentang pengidentifikasian penyebab *bullwhip effect*, menentukan ukuran yang dapat digunakan untuk mengevaluasi terjadinya *bullwhip effect*, mencari akibat yang ditimbulkan sehingga mendapatkan alternatif solusi yang tepat untuk mengurangi terjadinya *bullwhip effect*. Dengan produk yang diteliti adalah produk obat bebas tanpa resep dokter, antara lain bedak Marck Creme 60gr, bedak Marck Putih 60gr, bedak Marck Rose 60gr, Batugin Elixir 300 ml, Enkasari 120 ml dan tablet Kina

0,222 strip 12 drg. Pada perhitungan *bullwhip effect*, ada 4 kali pengukuran ( $\omega_1$ ,  $\omega_2$ ,  $\omega_3$ ,  $\omega_4$ ).

## Dasar Teori

Sesuai dengan perkembangan ilmu pengetahuan dan teknologi, istilah *Supply Chain Management* (SCM) telah berkembang, dari sekedar proses persediaan dan transportasi menjadi peningkatan hasil tambah (*value creation*) dari barang dan jasa, yang berfokus pada efisiensi dan efektifitas aliran material, aliran mata uang, dan yang paling penting adalah aliran informasi yang terjadi secara simultan, sehingga akan meningkatkan performansi rantai pasokan secara keseluruhan. Prinsip yang digunakan dalam *Supply Chain Management* adalah: “*Getting the right product, to the right place, at the right time, for the right price.*”



Gambar 1. *The Interenterprise Supply Chain Model*

## Bullwhip Effect

*Bullwhip effect* didefinisikan sebagai perbandingan variabilitas permintaan dan persediaan di setiap tahap pada *Supply Chain*. *Bullwhip effect* sangat penting pada manufaktur, distributor, dan retailer karena: ada beberapa cara untuk mendapatkan data yang diminta untuk menghitung *bullwhip effect*. Terdapat 4 level agregasi dimana standar deviasi dari permintaan bisa ditentukan asumsi pada hubungan *supply chain* dengan pertimbangan :

1. Produk/ retailer ( $\omega_1$ ), analisa yang paling detail, pengukuran dilakukan untuk tiap-tiap produk di tiap-tiap retailer.
2. Produk ( $\omega_2$ ), pengukuran dilakukan untuk tiap-tiap produk, tanpa memperhatikan retailer.
3. Retailer ( $\omega_3$ ), pengukuran untuk tiap-tiap retailer, tanpa memperhatikan jenis produk.
4. *Echelon* ( $\omega_4$ ), pengukuran untuk tingkat yang lebih tinggi, untuk tiap-tiap produk.

Pengukuran variabilitas dapat diketahui dengan menggunakan rumus :

$$\omega = \frac{C_{out}}{C_{in}} \quad \dots (1)$$

$$C_{in} = \frac{\sigma(D_{in})}{\mu(D_{in})} \quad \dots (2)$$

$$C_{out} = \frac{\sigma(D_{out})}{\mu(D_{out})} \quad \dots (3)$$

$$\sigma = \sqrt{\frac{\sum[x_1 - (x)]^2}{(N-1)}} \quad \dots (4)$$

$$\frac{Var(Q)}{Var(D)} \geq 1 + \frac{2L}{P} + \frac{2L^2}{P^2} \quad \dots (5)$$

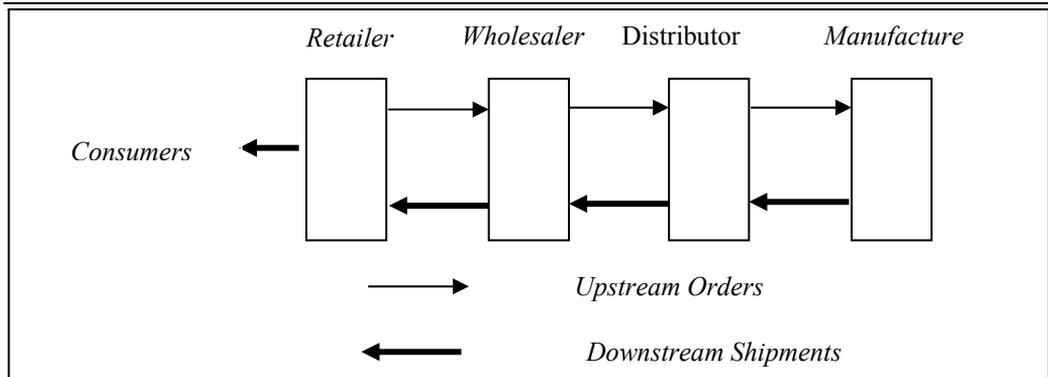
Keterangan :  $\omega$  = koefisien variabilitas  
 $\sigma$  = standar deviasi  
 $\mu$  = rata-rata  
 $C_{in}$  = variabel permintaan  
 $C_{out}$  = variabel persediaan  
 $D_{in}$  = total permintaan  
 $D_{out}$  = total persediaan  
 $L$  = Lead Time  
 $P$  = Periode pengamatan

Dari perhitungan diatas dicari nilai yang  $\geq 1 + \frac{2L}{P} + \frac{2L^2}{P^2}$ , dimana nilai tersebut mengidentifikasi adanya *bullwhip effect* (Levi, David Simchi; et al 2000).

### Aplikasi *Beer Game*

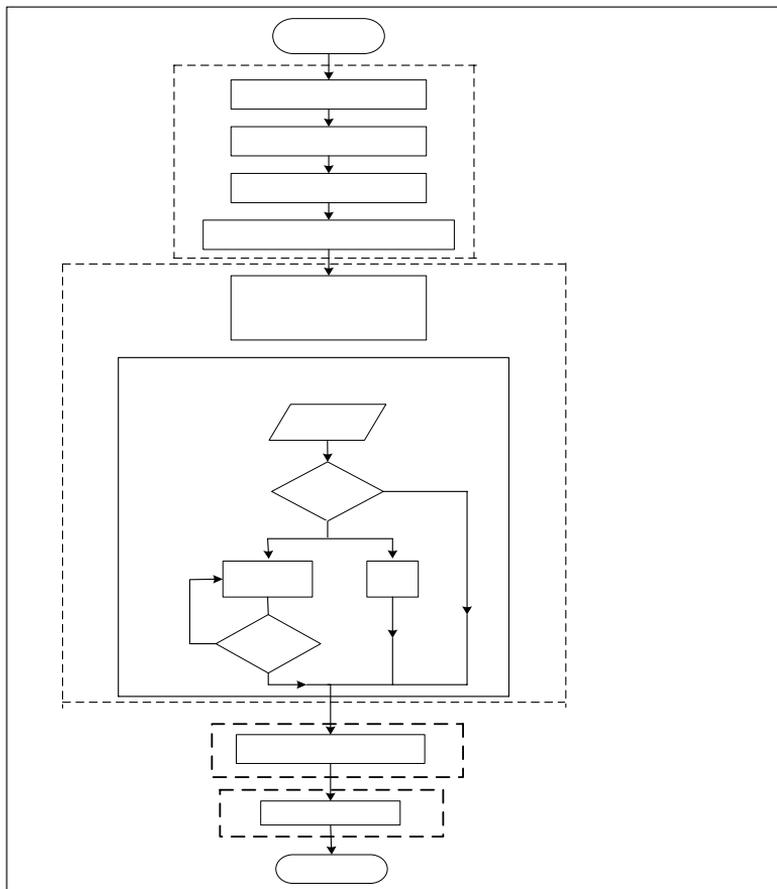
*Beer Game* merupakan suatu model yang menggambarkan aliran informasi dan material didalam suatu saluran produksi-distribusi, yang terdiri dari empat pemain yaitu *retailer*, *wholesaler*, distributor, dan pabrik. *Beer Game* pertama kali dikembangkan oleh Jay W. Forrester pada tahun 1950 dan disempurnakan oleh Massachusetts Institute of Technology (MIT) pada tahun 1960 (<http://www.masystem.com/beergame>).

*Game* ini merupakan suatu simulasi komputer dari *retailer* dan *wholesaler* dalam suatu sistem persediaan, digunakan sebelum kita mengenal *Economic Order Quantity* (EOQ) dan stok pengaman (*safety stock*). *Game* ini berhubungan dengan beberapa tujuan dari manajemen persediaan yaitu meminimasi biaya dan tingkat pelayanan, termasuk jumlah pemesanan, waktu tunggu (*Lead Time*), pemesanan ulang (*Reorder Points*) dan stok pengaman. Dalam permainan ini, kita bisa menemukan *bullwhip effect* dan dampaknya dalam *supply chain* dan menemukan cara untuk meminimalkan *bullwhip effect*.



**Gambar 2. Beer Game Supply Chain Diagram**

### Kerangka Pemecahan Masalah



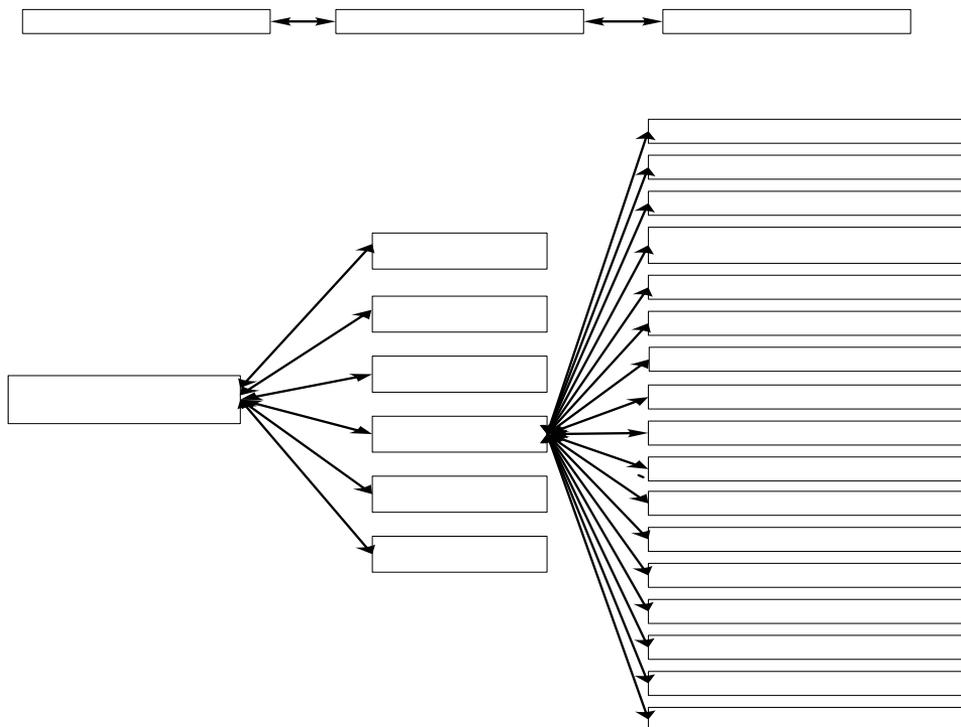
**Gambar 3. Kerangka Pemecahan Masalah**

---

### Pengumpulan dan Pengolahan Data

Pada penelitian ini, data yang diperlukan untuk menghitung variabilitas permintaan dan variabilitas persediaan, yaitu :

1. Data permintaan dan penjualan retailer pada distributor bulan Januari-Maret 2007
2. Data persediaan yang dimiliki oleh retailer, yaitu data jumlah produk yang ada di gudang pada bulan akhir bulan Desember 2006 dan diasumsikan menjadi data persediaan awal untuk bulan Januari 2007
3. Data permintaan dan penjualan distributor kepada pabrik bulan Januari-Maret 2007
4. Data persediaan yang dimiliki distributor, yaitu data jumlah produk yang ada di gudang pada bulan akhir bulan Desember 2006 dan diasumsikan menjadi data persediaan awal untuk bulan Januari 2007



**Gambar 4. Pola Supply Chain PT. Bangun Indopralon Sukses Cabang Yogyakarta**

### Pengukuran Variabilitas *Downstream*

Berdasarkan analisa ABC (Aturan 80/20), diambil 17 toko besi dan bahan bangunan (retailer) yang ada di kota Bantul. Seperti terlihat pada tabel 1 yaitu data persediaan dan permintaan pada salah satu retailer di kota Bantul untuk periode Januari – Maret 2007, dengan *lead time* 3 hari.

**Tabel 1. Data pada Retailer Bintang Utama Periode Januari – Maret 2007**

Nama Produk (Pcs)	D	Jan '07				Feb '07				Mar '07			
		1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4
Tangki Air	Din	2		1			2				5		2
	Dout	9	9	10	10	10	11	10	10	9	13	13	13
Pipa PVC	Din		1750						1350	950		1000	
	Dout	1532	3047	2927	2827	2622	2512	2308	3524	4248	4040	4900	4800
Pintu PVC	Din	1			5						3		
	Dout	14	12	10	14	14	12	11	11	9	9	8	3
Sambungan	Din			100			50					100	
	Dout	80	80	149	149	129	169	155	155	155	110	184	131
Slang Air	Din	3		4		3	2				2		
	Dout	7	7	11	11	14	16	16	16	16	18	18	18
Ember Cor	Din	100							25	100			40
	Dout	96	96	97	99	102	106	107	109	112	116	117	119
Pagar BRC	Din	5					15					35	
	Dout	12	12	10	10	5	12	12	5	1	1	36	34
Talang	Din	35	100										
	Dout	25	111	106	98	95	87	83	77	63	58	46	46

Dengan perhitungan bahwa :

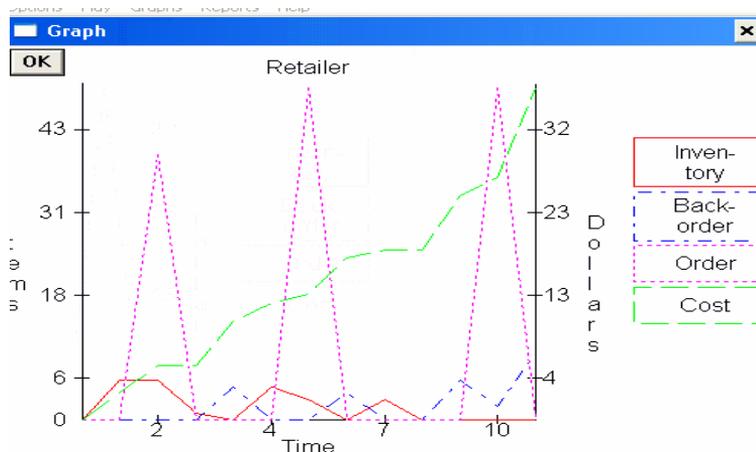
$$\frac{\text{Var}(Q)}{\text{Var}(D)} \geq 1 + \frac{2L}{P} + \frac{2L^2}{P^2}$$

Dari tabel 1, jika nilai  $\frac{C_{out}}{C_{in}} \geq 1,08$ , maka terjadi *bullwhip effect*, seperti terlihat dari hasil perhitungan pada tabel 2.

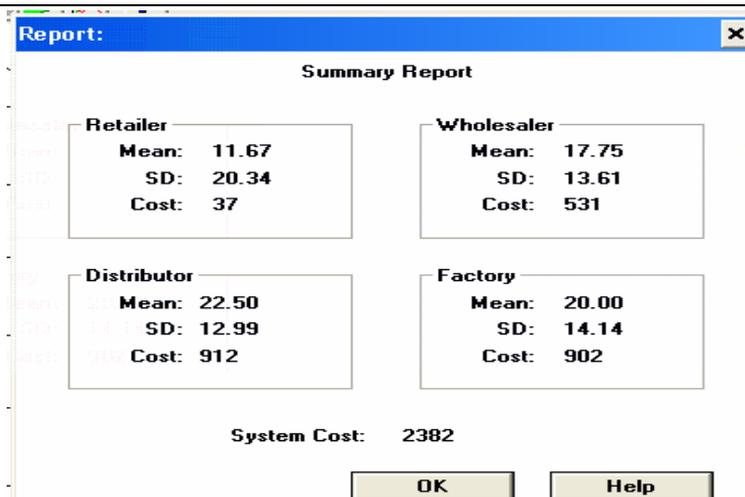
**Tabel 2. Perhitungan *Bullwhip Effect* untuk Pengukuran  $\omega_1$  (Produk/ Retailer)**

Nama Retailer	Nama Produk (Pcs)	D	$\mu$	$\sigma$	C in	C ut	$\omega$	Ket.
Bintang Utama	Tangki Air	Din	2,4	1,5166	0,632		0,234	
		Dout	10,583	1,5643		0,148		
	Pipa PVC	Din	1262,5	370,53	0,293		1,083	Ada BE
		Dout	3273,9	1040,8		0,318		
	Pintu PVC	Din	3	2	0,667		0,446	
		Dout	10,583	3,1467		0,297		
	Sambungan	Din	83,333	28,868	0,346		0,69	
		Dout	137,17	32,78		0,239		
	Slang Air	Din	2,8	0,8367	0,299		0,967	
		Dout	14	4,0452		0,289		
	Ember Cor	Din	66,25	39,449	0,595		0,133	
		Dout	106,33	8,4244		0,079		
Pagar BRC	Din	18,333	15,275	0,833		1,085	Ada BE	
	Dout	12,5	11,302		0,904			
Talang	Din	67,5	45,962	0,681		0,531		
	Dout	74,583	26,986		0,362			

Aplikasi *Beer Game* digunakan untuk mengidentifikasi adanya *bullwhip effect*. Contoh salah satu produk yaitu produk sambungan di retailer Nur Rohmat,



**Gambar 5. Grafik *Beer Game* dengan *Policy Updated s* dan *Demand Random***



Gambar 6. Summary Report Beer Game dengan Policy Updated  $s$  dan Demand Random Normal

Tabel 3. Tabel Rekapitulasi Beer Game dengan Policy Update  $s$  dan Demand Deterministic

Nama Retailer	Nama Produk	Week	RETAILER			WHOLESALE		
			Total Cost	Backorder	Recent Order	Total Cost	Backorder	Recent Order
Nur Rohmat	Sambungan	0	0	0	0	0	0	0
		1	3	3	0		0	
		2	9	6	40		0	
		3	20	11	0		28	
		4	36	16	0		28	
		5	43	7	0		28	
		6	54	11	50		16	
		7	68	14	0		66	
		8	74	6	0		66	
		9	88	14	0		54	
		10	108	20	0		54	
		11	125	17	50		54	
12	148	23	0		74			

#### Analisa Pengukuran Variabilitas

Pengukuran  $\omega_1$  (Produk/ Retailer) pada *Downstream*

*Bullwhip effect* terjadi pada jenis produk tertentu dan di beberapa retailer saja, karena :

- Tingkat permintaan yang terlalu besar dan tidak tetap, tidak sebanding dengan tingkat penjualan yang kecil.
- Sistem informasi yang ada di retailer masih kurang baik, pihak retailer tidak begitu memperhitungkan jumlah persediaan ketika melakukan pemesanan.
- Lead time* yang terlalu lama.

**Tabel 4. Rekapitulasi Retailer Yang Mengalami *Bullwhip Effect***

No.	Nama Retailer	Nama Produk
1.	Bintang Utama	Pipa PVC, pagar BRC
2.	Kurnia Kartini	Slang air
3.	Nur Rohmat	Pintu PVC, sambungan
4.	Tunas Mekar	Pagar BRC
5.	Mastaka	Pipa PVC
6.	Berkah Abadi	Slang air
7.	Selomas	Ember cor
8.	Hasi Putra	Sambungan
9.	Maju Mapan	Slang air
10.	Sidodadi	Pipa PVC, slang air
11.	Dogongan	Ember cor, talang

### Analisa Aplikasi *Beer Game*

*Beer game* diaplikasikan untuk mengetahui jumlah *back order* yang terjadi, menemukan dan dengan beberapa kebijakan yang ada berusaha untuk meminimasi *bullwhip effect*. Seperti kebijakan s-Q, order to S, order Q, update s, pengurangan *lead time* dan pemilihan parameter permintaan yaitu *deterministic* dan *random normal*. Pengolahan dengan *beer game* pada produk sambungan di retailer Nur Rohmat, dapat diketahui tampilan grafik yang menunjukkan *inventory*, *backorder*, *order*, *cost* pada retailer dan *summary report* yang menampilkan nilai *mean*, standar deviasi, dan *total cost* untuk keempat pemain. Kemudian dari tampilan tabel 3 dapat diketahui dari minggu ke minggu pada retailer nilai *total cost* semakin naik, dan nilai *backorder* juga cenderung naik. Dimana nilai :  $TC(\text{retailer}) \text{ periode } n = TC \text{ periode } (n-1) + \text{backorder periode } (n)$

Salah satu kebijakan yang dapat meminimalkan *bullwhip effect* pada produk sambungan di retailer Nur Rohmat adalah dengan menggunakan *policy order Q* dan *demand random normal*. Dengan kebijakan ini, nilai *system cost* yang dihasilkan yaitu 942, lebih kecil daripada nilai *system cost* yang dihasilkan oleh kebijakan lainnya. Dari grafik dapat dilihat bahwa di retailer ada *backorder*, tapi nilainya sangat kecil.

### Kesimpulan

1. Setelah dilakukan 2 pengukuran yaitu pengukuran *downstream* dan pengukuran *upstream* teridentifikasi *bullwhip effect* di pengukuran *downstream* yaitu di pengukuran  $\omega_1$  (Produk/ Retailer), ada 15 produk di 11 retailer.
2. *Beer Game* dapat digunakan untuk mengidentifikasi dan meminimalkan terjadinya *bullwhip effect*.
3. Dengan adanya beberapa *policy* yang ada, dapat digunakan untuk meminimalkan terjadinya *bullwhip effect*. Seperti dengan

---

menggunakan *policy order Q* dan *demand random normal*, dapat membuat nilai *system cost* dan *backorder* menjadi lebih kecil.

### Daftar Pustaka

- Angipora, Marius P. 1999. *Dasar-dasar Pemasaran*. PT Raja Grafindo Persada. Jakarta.
- Buffa. 1993. *Manajemen Produksi/ Operasi Modern* Jilid I. Erlangga. Jakarta.
- ” Beer Distribution Game ”, <http://www.pom.edu/beer>
- Indrajit & Djokopranoto. 2002. *Konsep Manajemen Supply Chain: Cara Baru Memandang Mata Rantai Penyediaan Barang*. PT Gramedia Widiasarana Indonesia. Jakarta.
- Sunil Chopra & ManMohan Sodhi, 2004. *”Avoiding Supply Chain Breakdown”*, MIT Sloan Management Review, Fall, Vol. 46, No. 1
- Kimbrough, Steven O, D.J. Wu, Fang Zong. “ *Artificial Agents Play the Beer Game Elominate the Bullwhip Effect and Whip the MBAs* “. [www.opim.wharton.uppen.edu](http://www.opim.wharton.uppen.edu)
- Lamb, Hair&Donals. 2001. *Pemasaran*. PT Salemba Empat. Jakarta.
- Levi, David Simchi; et al 2000. *Designing And Managing The Supply Chain: Concept, Strategies and Cases Studies*. McGraw-Hill; Singapore.
- Pratiwi, Indah. 2001. *Evaluasi Bullwhip Effect Pada Supply Chain di PT Kimia Farma PBF-Surabaya*. Thesis Teknik Industri ITS. Surabaya (tidak dipublikasikan)
- Raghavan, Srinivasa, Bishal B. Shreshtha and S. V. Rajeev. “*Object Oriented Design and Implementation of A Web-enabled Beer Game for Illustrating the Bullwhip Effect in Supply Chains*”i. [www.iisc.ernet.in](http://www.iisc.ernet.in)
- Sarie, Nilla. 2006. *Analisis Bullwhip Effect Dengan Menggunakan Manajemen Rantai Pasokan Pada Sistem Distribusi Di PT. Coca Cola Distribution Indonesia Sales Centre Solo*. Tugas Akhir Teknik Industri UMS Surakarta (tidak dipublikasikan)
- Sterman, John D. Sloan. “*Teaching Takes Of - Flight Simulators for Management Education ”The Beer Game*”. <http://web.mit.edu/jsterman/www/SDG/MFS/beerMFS.html>
- ”The Beer Game ”, <http://www.masystem.com/beergame>
- ”The Beer Game ”, <http://solonline.org/pratool/beer/html>
- Viale, J David. 2000. *Dasar-Dasar Manajemen Sediaan Dari Gudang Ke Pusat Distribusi*. Penerbit PPM. Jakarta.