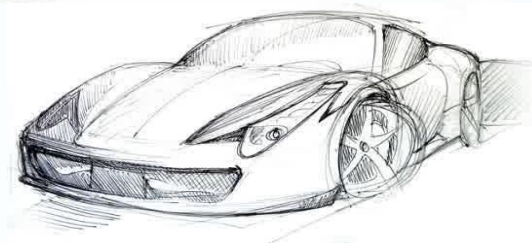
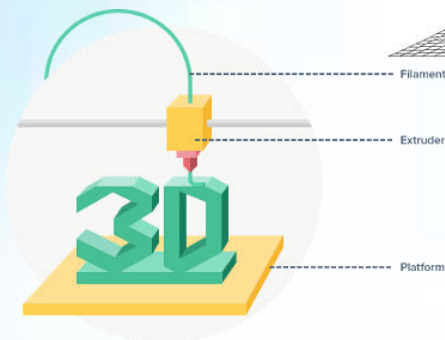
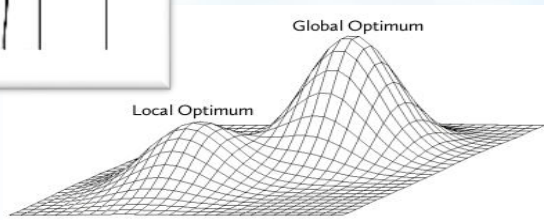
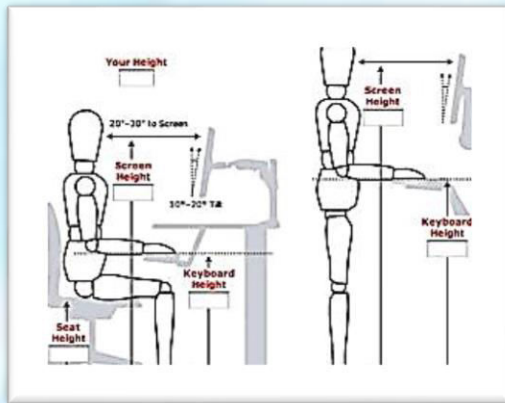


JURNAL REKAVASI

Jurnal Rekayasa & Inovasi Teknik Industri



Institut Sains & Teknologi AKPRIND Yogyakarta					
Jurnal REKAVASI	Vol. 3	No. 2	Hlm. 60-125	Yogyakarta Desember 2015	ISSN: 2338-7750

Daftar Isi

Analisis dalam Perencanaan Kebutuhan Distribusi Produk Gula Menggunakan <i>Distribution Requirement Planning</i> (DRP) di PT. Madubaru <i>Dewi Paramitasari, Muhammad Yusuf</i>	60-68
Analisis Dampak Sistem <i>Shift</i> Kerja Terhadap Performansi Karyawan (Studi Kasus Minimarket Indomaret) <i>Kurnia Itsnaini, Muhammad Yusuf, Cyrilla Indri Parwati</i>	69-74
Analisis Kuantitatif <i>Bullwhip Effect</i> Guna Meningkatkan Efektivitas Distribusi pada PT. Madubaru <i>Wahyu Ismail, Cyrilla Indri Parwati</i>	75-83
Analisis Pengukuran Nilai Efektivitas Mesin Produksi dengan Metode <i>Overall Equipment Effectiveness</i> (OEE) dan 5-S Sebagai Usulan Penjadwalan Perawatan Mesin pada Divisi Engineering (Studi Kasus PT. Pura Barutama Kudus) <i>Hery Kristanto Sinurat, Joko Susetyo, Risma A. Simanjuntak</i>	84-91
Desain Mesin <i>Mixing</i> pada Proses Produksi Tempe Menggunakan <i>Quality Function Deployment</i> Berdasarkan Ergonomi <i>M. Rifqi Ariantono, Titin Isna Oesman, Risma Adelina Simanjuntak</i>	92-101
Optimalisasi Biaya Distribusi Produk PT. Madubaru dengan Pendekatan Metode <i>Saving Matrix</i> Dan <i>Generalized Assignment</i> <i>Ulfah Nur Azizah, Titin Isna Oesman</i>	102-107
Perencanaan Kebutuhan Bahan Baku dengan Metode <i>Silver Meal</i> Berdasarkan Klasifikasi ABC Untuk Menentukan Persediaan Bahan Baku pada PT. Yogya Presisi Tehnikatama Industri <i>Keren Irene Sengke, Risma A. Simanjuntak, Endang Widuri Asih</i>	108-116
Redesain Alat Pengupas Biji Mete Berbasis <i>Ergonomi</i> dan <i>Quality Function Deployment</i> (QFD) Guna Meningkatkan Kualitas Kesehatan Pekerja <i>Tomi Agus Setiawan, Titin Isna Oesman, Cyrilla Indri Parwati</i>	117-125

ANALISIS KUANTITATIF *BULLWHIP EFFECT* GUNA MENINGKATKAN EFEKTIVITAS DISTRIBUSI PADA PT. MADUBARU

Wahyu Ismail, Cyrilla Indri Parwati

Jurusan Teknik Industri

Fakultas Teknologi Industri, Institut Sains & Teknologi AKPRIND Yogyakarta

Jl. Kalisahak No. 28 Yogyakarta

E-mail: cindriparwati@yahoo.com

ABSTRACT

Phenomena happened in very supply chain that is request product to improving and tune by named is Bullwhip Effect. It's causes by mistake interpretation of request date and not integrated information system of distribution chain. That problem was happened too PT Madubaru that produce sugar consumption.

To do repaired in distributions process, used Supply Chain Management concept. It's not only discuss about product distribution, but about Inventory and Supply Chain Management implementation too. As for purpose of this research is how to analyze bullwhip effect and how to minimized total inventory cost with Continous Review method.

The calculation result shows the value of the variability of the bullwhip effect in almost all product that is sent to retailers-retailers. Overall happened bullwhip be between another: MK ½ Kg sent to retailers Carrefour; (MK-M, MK-B, MK ½ Kg, Polos 1 Kg and Polos ½ Kg) sent to retailers Superindo; (MK-M, MK-B, and MK ½ Kg) sent to retailers Indogrosir; (MK-B, ½ Kg MK and MK Mnl) sent to retailers Progo; (MK-M, MK-B, MK ½ Kg, Polos 1 Kg, Polos ½ Kg, and MK Mnl) sent to retailers Mirota, (MK ½ Kg, Polos 1 Kg, Polos ½ Kg, and MK Mnl) sent to retailers Pamela; and (MK-M, Polos ½ Kg, and MK Mnl) were sent to the retailer Lotte Mart. Since each retailer has value variation demand by 1,007 to 1,762, which means greater than the value of the comparison between the function and the lead time period of 1,005. From calculation of supply Policy with system Q method, obtained for sugar products MK-M with a total inventory cost Rp 229,055,425.6; for sugar MK-B with a total inventory of Rp 534,425,962.1; for sugar MK (½ kg) with a total inventory of Rp 8,978,662.105; for sugar Polos (1 kg) with a total inventory of Rp 100,942,837.4; for sugar Polos (½ kg) with a total inventory of Rp 14,663,860.3; and for sugar MK (Mnl) with a total inventory of Rp 10,835,204.92.

Keyword: supply chain management, bullwhip effect, effectiveness

INTISARI

Salah satu kendala yang masih sering dijumpai dalam sistem distribusi produk adanya fenomena *Bullwhip Effect* yaitu simpangan yang jauh antara persediaan yang ada dengan permintaan. Hal ini disebabkan kesalahan interpretasi data permintaan dan sistem informasi yang kurang terintegrasi di tiap rantai distribusi. Hal itu juga yang dialami oleh PT. Madubaru yang memproduksi produk gula konsumsi.

Untuk melakukan perbaikan digunakan pendekatan *Supply Chain Management* (SCM), dimana didalamnya tidak hanya membahas tentang distribusi produk saja, tetapi juga mengenai persediaan dan sistem informasi yang penerapan SCM. Adapun tujuan penelitian ini untuk menganalisis *Bullwhip Effect* dan meminimalisasi total biaya persediaan dengan metode *Continous Review*.

Hasil perhitungan nilai variabilitas menunjukkan terjadinya *bullwhip effect* hampir disemua produk yang dikirimkan ke retailer-retailer. Keseluruhan yang terjadi *bullwhip effect* antarai lain : MK ½ Kg yang dikirim ke retailer Carrefour; (MK-M, MK-B, MK ½ Kg, Polos 1 Kg, dan Polos ½ Kg) yang dikirim ke retailer Superindo; (MK-M, MK-B, dan MK ½ Kg) yang dikirim ke retailer Indogrosir; (MK-B, MK ½ Kg, dan MK Mnl) yang dikirim ke retailer Progo; (MK-M, MK-B, MK ½ Kg, Polos 1 Kg, Polos ½ Kg, dan MK Mnl) yang dikirim ke retailer Mirota, (MK ½ Kg, Polos 1 Kg, Polos ½ Kg, dan MK Mnl) yang dikirim ke retailer Pamela; dan (MK-M, Polos ½ Kg, dan MK Mnl) yang dikirim ke retailer Lotte Mart. Karena masing-masing retailer tersebut memiliki nilai variasi permintaan sebesar 1,007 sampai 1,762 yang berarti lebih besar dari nilai perbandingan antara fungsi periode dan *lead time* sebesar 1,005. Dari hasil pengolahan data *inventory* dengan metode *system Q*, diperoleh untuk produk gula MK-M dengan total biaya persediaan Rp 229.055.425,6 ; untuk gula MK-B dengan total persediaan Rp 534.425.962,1 ; untuk gula MK (½ Kg) dengan total persediaan Rp 8.978.662,105; untuk gula Polos (1 Kg) dengan total persediaan Rp 100.942.837,4 ; untuk gula Polos (½ Kg) dengan total persediaan Rp 14.663.860,3 ; dan untuk gula MK (Mnl) dengan total persediaan Rp 10.835.204,92.

Kata kunci: *supply chain management, bullwhip effect, efektivitas.*

PENDAHULUAN (INTRODUCTION)

Dalam dunia perekonomian saat ini, pengaruh perubahan kondisi sosial dan ekonomi serta persaingan yang ketat merupakan tantangan tersendiri yang tidak mungkin dapat dihindari oleh perusahaan. Pasar yang semakin luas akibat pengaruh globalisasi juga menyebabkan masuknya kompetitor, baik dari dalam maupun luar negeri yang lebih siap dalam berbagai bidang, seperti sumber daya manusia yang berkualitas, modal finansial yang besar, jaringan pemasaran yang luas, serta teknologi dan sumber informasi yang lebih maju. Semakin tinggi tingkat persaingan, konsumen semakin diuntungkan karena banyaknya pilihan produk atau jasa yang ada, sehingga konsumen semakin kritis terhadap kualitas dari produk/jasa yang ditawarkan oleh perusahaan. Oleh karena itu suatu perusahaan dituntut harus mampu mengambil langkah-langkah strategis untuk memenangkan pasar, sebab perusahaan sebagai salah satu unit ekonomi, biasanya bertujuan mengejar keuntungan yang maksimal dengan mengelola semua kegiatan sebaik-baiknya.

Salah satu strategi yang dikembangkan dalam menghadapi permasalahan ketidakpastian dalam dunia perekonomian adalah melalui strategi *Supply Chain Management (SCM)*. Salah satu permasalahan yang timbul pada *supply chain* adalah *bullwhip effect*. *Bullwhip effect* yaitu adanya simpangan yang jauh antara persediaan yang ada dengan permintaan. Biasanya perusahaan mendasarkan pada peramalan produksi, perencanaan kapasitas, pengendalian persediaan dan penjadwalan produksi dari arah hilir.

PT. Madubaru merupakan salah satu perusahaan yang bergerak pada bidang pengolahan dan pembuatan gula konsumsi. PT. Madubaru terletak di Padokan Lor Tirtonirmolo Kasihan Bantul Yogyakarta yang sudah berdiri sejak puluhan tahun yang lalu dan merupakan penghasil gula di daerah Yogyakarta, dan merupakan penyuplai gula untuk daerah Yogyakarta maupun luar Yogyakarta.

PT. Madubaru perlu menjaga kualitas dan proses produksi yang baik sehingga masyarakat mau mengkonsumsi produknya walaupun banyak kompetitor lain yang menawarkan produk sejenis. Oleh karena itu diperlukan suatu perencanaan produksi secara matang, guna mengoptimalkan proses produksi berikutnya dan tingkat pemenuhan kebutuhan konsumen setinggi-tingginya serta menurunkan tingkat persediaan. Untuk memenuhi kebutuhan tersebut, PT. Madubaru masih mengalami banyak kesulitan dalam menentukan jumlah produk yang optimal dengan pasar yang akan diraih. Hal tersebut dapat terlihat dengan adanya rantai distribusi pada PT. Madubaru yang lemah dikarenakan adanya permintaan yang sangat berfluktuatif dan tidak menentu, hal ini terbukti setiap bulan permintaannya selalu berubah-ubah. Terlebih pendistribusian yang terjadi di daerah kota. Di daerah pemasaran tersebut sering terjadi keterlambatan pengiriman, bahkan melonjaknya permintaan tiap bulan.

Untuk itu diperlukan suatu analisis distribusi, salah satunya menggunakan pendekatan *Supply Chain Management (SCM)*, sehingga PT. Madubaru tidak lagi mengalami lemahnya sistem informasi didalamnya yang menyebabkan permintaan yang fluktuatif dan tidak menentu atau lebih dikenal dengan sebutan *bullwhip effect*. Sehingga permasalahan dalam penelitian ini adalah bagaimana menganalisis kuantitatif *bullwhip effect* guna meningkatkan efektivitas distribusi pada PT. Madubaru? Penelitian ini bertujuan menghitung terjadinya *bullwhip effect* dan mengoptimalisasi total biaya persediaan dengan metode *continous review*.

Konsep *supply chain* merupakan konsep baru dalam melihat persoalan logistik. Konsep lama melihat logistik lebih sebagai persoalan *intern* masing-masing perusahaan, dalam pemecahannya dititikberatkan pada pemecahan *intern* masing-masing perusahaan pula. Dalam konsep yang baru ini yaitu *supply chain*, masalah logistik dilihat sebagai masalah yang cukup luas sejak dari bahan dasar sampai dengan barang jadi yang dipakai oleh konsumen akhir. *Supply Chain* merupakan suatu proses terintegrasi yang terdiri dari sejumlah *entity*, diantaranya *suppliers*, *manufactures*, *warehouses*, dan *retailers*, yang bekerja secara bersama-sama merubah bahan baku menjadi produk atau jasa yang disampaikan kepada *customer*. *Supply Chain* dapat didefinisikan pendekatan yang mengatur secara efisien antara *suppliers*, *manufactures*, *warehouses*, dan *stores*, sehingga produk tersebut dapat diproduksi dan didistribusikan pada ukuran yang tepat, lokasi yang tepat, dan pada waktu yang tepat dalam biaya *order* yang minimal serta servis level yang memuaskan sesuai keinginan konsumen (Simchi-Levi dkk., 2000). Untuk mencapai efisiensi *supply chain* diperlukan 3 aspek yang merupakan kunci dari manajemen *supply chain* yaitu sebagai berikut: 1) Mengatur aliran fisik material 2) Mengatur aliran informasi 3) Mengatur struktur organisasi dari kegiatan *supply chain*.

Secara umum *Supply Chain Management* merupakan suatu sistem tempat perusahaan menyalurkan barang hasil produksi dan jasanya pada pelanggan. Rantai ini juga merupakan jaringan dari berbagai bagian yang saling berhubungan dan mempunyai tujuan sama yaitu sebaik mungkin menyelenggarakan pengadaan dan penyaluran produk (Indrajit dan Djokopranoto, 2002). *Supply Chain Management* antara lain meliputi penetapan:

- 1) Pengangkutan
- 2) Pembayaran secara tunai atau kredit
- 3) *Supplier*
- 4) Distributor dan pihak yang membantu transaksi seperti bank
- 5) Hutang maupun piutang
- 6) Pergudangan
- 7) Pemenuhan pemesanan
- 8) Informasi mengenai ramalan permintaan, produksi maupun pengendalian persediaan

Informasi yang kurang dari salah satu unsur kepada yang lainnya dapat mengakibatkan tidak efisien yang besar seperti: *inventory* yang berlebih, pelayanan pelanggan yang kurang baik, salah satu menentukan perencanaan kapasitas, penjadwalan produksi yang salah dan transportasi yang kurang efektif. Salah satu permasalahan yang cukup pelik adalah *bullwhip effect* ini mendistorsi informasi permintaan dari mata rantai yang bawah (*end customer*) ke rantai di atasnya. Biasanya perusahaan itu mendasarkan peramalan produksi, *fluctuation increase* perencanaan kapasitas, pengendalian persediaan dan penjadwalan produksi terhadap data penjualan dari arah hilir.

Bullwhip effect didefinisikan sebagai peningkatan variabilitas permintaan di setiap tahap pada *supply chain*. *Bullwhip effect* juga merupakan istilah yang digunakan dalam dunia *inventory* yang mendefinisikan bagaimana pergerakan *demand* dalam *supply chain*. Konsepnya adalah suatu keadaan yang terjadi dalam *supply chain*, dimana permintaan dari *customer* mengalami perubahan, baik semakin banyak atau semakin sedikit, perubahan ini menyebabkan distorsi permintaan dari setiap *stage supply chain*. Distorsi tersebut menimbulkan efek bagi keseluruhan *stage supply chain* yaitu permintaan yang tidak akurat.

Istilah *Bullwhip Effect* pertama kali digunakan oleh eksekutif Procter & Gamble (P & G) ketika mengalami amplifikasi permintaan yang meluas untuk produknya 'pampers'. *Bullwhip Effect* didefinisikan sebagai peningkatan variabilitas permintaan di setiap tahap *Supply Chain*.

Analisis *Bullwhip Effect* sangat penting bagi manufaktur, distributor, *retailer*, karena :

- 1) Kebutuhan setiap fasilitas untuk meningkatkan *safety stock* pada pesanan untuk memberikan *service level*
- 2) Peningkatan biaya menjadi penting apa bila terlalu banyak menyimpan barang.
- 3) Tidak efisiennya penggunaan sumber daya, tenaga kerja dan transportasi.

Bullwhip effect mengakibatkan banyak *inefisiensi* pada *supply chain*. Misalnya pabrik memproduksi dan mengirim lebih banyak dari yang sesungguhnya dibutuhkan akibat salah membaca *signal* permintaan dari pemain bagian hilir *supply chain*. Kegiatan dari pabrik dan pemasok lebih fluktuatif sehingga sering lembur menghadapi pesanan yang berlebih atau menganggur karena distributor/ritel tidak memesan dalam waktu yang relatif panjang akibat melakukan *forward buying*. Efek dari kondisi ini adalah semakin tidak akuratnya data permintaan.

Menurut Krajewski dan Ritzman (1997) dalam Pujawan (2005), penyebab dari *bullwhip effect* ini ada empat yaitu sebagai berikut:

- 1) **Pembaharuan Peramalan permintaan**
Peramalan ini diperlukan untuk membuat keputusan jangka panjang, jangka menengah maupun jangka pendek. Tingkat akurasi ramalan biasanya meningkat semakin mendekati periode yang diramalkan karena informasi seperti *order* dari pelanggan, situasi pasar, dan sebagainya menjadi semakin jelas. Untuk mengakomodasikan informasi dan pengetahuan terbaru ke dalam ramalan, setiap saat perusahaan harus melakukan pembaharuan (*updating*) terhadap peramalan tersebut.
- 2) ***Order batching***
Order batching adalah menumpuknya sejumlah order yang jumlahnya relatif kecil, kemudian setelah beberapa waktu sekumpulan *order* tersebut diberikan kepada pemasoknya. *Order batching* diperlukan karena proses produksi dan pengiriman tidak akan ekonomis bisa dilakukan dalam ukuran kecil. Hal ini karena ukuran pesanan yang terlalu kecil akan mengakibatkan biaya pemesanan yang besar. Padahal semakin besar biaya pemesanan maka semakin besar pula ukuran pesanan yang ekonomis.
- 3) **Fluktuasi harga**
Fluktuasi harga biasanya terjadi karena adanya kondisi tertentu misalnya pemberian diskon. Jika harga lain murah, pembeli akan membeli dengan jumlah besar sampai menumpuk *stock*. Ketika harga naik maka perusahaan akan menunda pembelian kembali sampai barang stoknya habis terjual kembali. Akibatnya timbul permintaan yang tidak stabil bahkan cenderung meningkat namun tidak

seimbang karena program diskon hanya berlaku sesaat. Variasi dari pembelian lebih besar dari variasi *consumsion rate* sehingga ini menimbulkan *bullwhip effect*.

4) *Rationing and stortage gaming*

Jika permintaan melebihi *supply* yang ada, maka permintaan tersebut akan dijatah dengan perbandingan yang sama dengan jumlah produk yang dipesan. Untuk mengatasi hal ini maka konsumen akan lebih-lebihkan permintaan yang dipesan. Jika permintaan berkurang, maka terjadilah pembatalan pesanan. Hal ini sering disebut dengan *phantom order*. Cara ini dapat merusak informasi pasar pada *supply chain*. Pemain yang ada di bagian hulu tidak akan pernah mendapatkan informasi pasar yang mendekati kenyataan akibat motif *gaming* dan *spekulatif* yang dilakukan oleh pelanggan. Pabrik dan pemain hulu lainnya tidak akan dengan mudah membedakan antara kenaikan pesanan yang bermotif *spekulatif* dan peningkatan pesanan yang murni merefleksikan peningkatan permintaan dari pelanggan akhir.

Bullwhip effect bisa dikurangi dengan mengerti terlebih dahulu sebabnya. Teknik atau cara pendekatan yang bisa digunakan untuk mengurangi *bullwhip effect* tentunya harus berkorespondensi dengan penyebabnya. Adapun pendekatan-pendekatan yang diyakini dapat mengurangi *bullwhip effect* antara lain sebagai berikut:

1) *Information sharing*

Informasi yang tidak transparan mengakibatkan banyak pihak pada *supply chain* melakukan kegiatan atas dasar ramalan atau tebakan yang tidak akurat. Hal ini terjadi karena masing-masing *supply chain* baik pusat distribusi, pabrik, pemasok, ritel maupun toko tidak menyampaikan informasi secara jelas. Akibatnya terjadi kesalahan pola permintaan pada masing-masing *supply chain* sehingga menyebabkan terjadinya *bullwhip effect*.

2) Pemendekan *lead time*

Lead time mempunyai peranan yang penting dalam menciptakan *amplifikasi* permintaan yang berhubungan dengan *bullwhip effect*. Hal ini menunjukkan bahwa *bullwhip effect* dapat dikurangi dengan melakukan pemendekan *lead time*. *Lead time* bisa diperpendek dengan mengubah struktur atau konfigurasi *supply chain* (misalnya dengan menggunakan pemasok lokal), mengubah model transportasi, perbaikan manajemen penanganan *order*, penjadwalan produksi maupun pengiriman yang lebih baik.

3) Memperpendek atau mengubah struktur *supply chain*

Semakin panjang dan kompleks struktur *supply chain* maka semakin besar pula kemungkinan terjadinya *distorsi* informasi. Oleh karena itu cara yang baik untuk mengurangi *bullwhip effect* adalah dengan mengubah struktur *supply chain* sehingga menjadi lebih pendek atau memungkinkan terjadinya pertukaran informasi menjadi lebih lancar.

4) Menciptakan stabilitas harga

Pemberian potongan harga oleh penyalur ke toko-toko atau ritel bisa mengakibatkan reaksi *forward buying* yang sebetulnya tidak berpengaruh pada permintaan dari pelanggan akhir. Untuk menghindari reaksi *forward buying*, frekuensi dan intensitas kegiatan promosi parsial seperti ini harus dikurangi dan lebih diarahkan ke pengurangan harga secara kontinyu sehingga bisa menciptakan program seperti *every day low Price* (EDLP).

5) Mengurangi ongkos-ongkos tetap untuk kegiatan produksi maupun pengiriman.

Biaya-biaya tetap yang terlalu tinggi mengakibatkan kegiatan produksi maupun pengiriman yang kecil tidak bisa dilakukan dengan *batch* yang kecil sehingga dapat menyebabkan *bullwhip effect*. Salah satu cara untuk melakukan pengiriman dan produksi dalam *batch* kecil adalah dengan mengurangi waktu *set up* produksi dengan memberikan kepercayaan pada operator untuk secara tekun mencoba-coba cara *set up*.

Untuk mengontrol tingkat *bullwhip effect* terlebih dahulu harus menentukan *bullwhip effect* yang akan digunakan untuk mengukur peningkatan variabilitas yang terjadi pada setiap *stage* pada *supply chain*. Hal itu tidak hanya berguna untuk menunjukkan besarnya peningkatan variabilitas tetapi juga untuk memperlihatkan hubungan antara teknik *forecasting*, *lead time*, dan peningkatan variabilitas. Pada setiap periode retailer memperhitungkan rata-rata dan standar deviasi yang baru berdasarkan pada evaluasi permintaan terbaru.

BAHAN DAN METODE (MATERIALS AND METHODS)

Pengolahan data dilakukan dengan melakukan perhitungan variabilitas *bullwhip effect*. Adapun rumus yang digunakan adalah sebagai berikut:

$$\omega = (\text{Var} (Q))/(\text{Var} (D)) \dots\dots(1)$$

$$\text{Var} (Q) = \frac{\sigma_{\text{order}}}{\bar{X}_{\text{order}}} \dots\dots(2)$$

$$\text{Var} (D) = \frac{\sigma_{\text{demand}}}{\bar{X}_{\text{demand}}} \dots\dots(3)$$

$$\sigma = \sqrt{\frac{\sum[X_1-X]^2}{(N-1)}} \dots\dots(4)$$

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

Jika nilai $\omega > 1 + \frac{2L}{P} + \frac{2L^2}{P^2}$ maka dapat disimpulkan bahwa pada perusahaan tersebut terjadi *bullwhip effect*.

Keterangan :

- ω : koefisien variabilitas *bulwhip Efect*
- σ : standar deviasi
- \bar{X} : rata-rata
- Var (D) : Variabel *demand* (hasil penjualan)
- Var (Q) : Variabel *order* (nilai pesanan / permintaan pada level atas)
- L : *Lead Time*
- P : periode

Persediaan adalah sumber daya menganggur (*idle resources*) yang menunggu proses lebih lanjut. Yang dimaksud dengan proses lebih lanjut tersebut adalah berupa kegiatan produksi pada sistem manufaktur, kegiatan pemasaran pada sistem distribusi ataupun kegiatan konsumsi pangan pada sistem rumah tangga. Dalam sistem manufaktur, persediaan terdiri dari 3 bentuk sebagai berikut (Nasution, 2003):

- a. Bahan baku, yaitu merupakan *input* awal dari proses transformasi menjadi produk jadi.
- b. Barang setengah jadi, yaitu merupakan bentuk peralihan antara bahan baku dengan produk setengah jadi.
- c. Barang jadi, yaitu merupakan hasil akhir proses transformasi yang siap di pasarkan kepada konsumen.

Tujuan utama dari persediaan bahan baku adalah menghubungkan pemasok dengan pabrik, demikian juga persediaan barang-barang dalam proses dan persediaan barang jadi. Dalam suatu produksi persediaan mempunyai fungsi penting (Yamit, 1999), antara lain:

- a. Fungsi “*Decoupling*” memungkinkan operasi-operasi perusahaan internal dan eksternal mempunyai kebebasan sehingga perusahaan dapat memenuhi permintaan langsung tanpa tergantung pada *supplier*.
- b. Fungsi “*Economic Lot sizing*” penyimpanan persediaan, perusahaan dapat memproduksi atau membeli sumberdaya dalam kualitas yang dapat mengurangi biaya-biaya per unit
- c. Fungsi “*Antisipasi*” seringkali perusahaan mengalami fluktuasi permintaan yang dapat diperkirakan dan diramalkan berdasarkan pengalaman atau data masa lalu, dalam hal ini perusahaan dapat mengadakan persediaan musiman. Disamping itu perusahaan juga menghadapi ketidak pastian jangka waktu pengiriman dan permintaan akan barang-barang selama periode pemesanan kembali sehingga kuantitas persediaan ekstra (*safety inventories*).

Continous review system sering juga disebut dengan system Q adalah pengendalian dimana jumlah pemesanan yang tetap dengan jumlah waktu yang berubah-ubah. Dalam system ini tingkat persediaan selalu dipantau jumlahnya dan *order* (pemesanan) akan dilakukan ketika tingkat persediaan mencapai *order level* (tingkat pemesanan kembali). Sehingga analisa dalam system ini untuk menentukan jumlah pemesanan (Q), dan order level (r) yang dapat menghasilkan total biaya inventory yang minimal. Metode ini mengutamakan pengawasan yang terus menerus pada tingkat persediaan atau pada *stock level*, posisi

stock level atau tingkat persediaan adalah total *inventory* yang tersedia atau *on hand inventory* (Yamit, 1999).

Secara spesifik permasalahan pokok pada system Q dapat dijabarkan dalam tiga hal pertanyaan dasar yang akan menjadi fokus untuk dijawab dalam model ini yaitu:

- a. Berapa jumlah barang yang akan dipesan untuk setiap kali pemesanan (q_0) ?
- b. Kapan saat pemesanan dilakukan ?
- c. Berapa besarnya cadangan pemesanan (ss) ?

Pertanyaan pertama berkaitan dengan penentuan besarnya ukuran lot pemesanan yang ekonomis (q_0 : *economic order quantity*) dan pertanyaan kedua berkaitan dengan pemesanan ulang yang dilakukan (r : *reorder point*), sedangkan pertanyaan ketiga terkait dengan besarnya *inventory* yang harus disediakan dalam rangka untuk merendam fluktuasi permintaan yang tidak beraturan.

Dalam system Q langkah awal mencari Q1 dengan rumus $\sqrt{\frac{2AD}{h}}$ pada iterasi I penentuan nilai Q belum mempertimbangkan faktor S(x) atau jumlah hilangnya persediaan ($S(x) = 0$) namun mulai iterasi kedua dan seterusnya S(x) berpengaruh terhadap harga Q2 sehingga rumus $S(x) = \int_r^x (x-r)F(x)dx$ dan rumus $Q2 = \sqrt{\frac{2D(A+Sx)}{h}}$ bila selanjutnya mencari r^* dengan memasukan $\int_0^{00} Fx dx = \frac{hQ}{\pi D}$ iterasi dilakukan hingga mencapai nilai Q dan r yang hampir sama sehingga menghasilkan total biaya yang minimum dengan rumus sebagai berikut:

$$TC = \frac{AD}{Q^*} + h(\frac{Q}{2} + r * -Dt) + \frac{\pi D}{Q^*} S(x) + pD \dots\dots(6)$$

Keterangan :

- (p) = harga bahan baku
- (D) = kebutuhan bahan baku
- (\bar{D}) = kebutuhan rata-rata perbulan
- (A) = biaya pesan pertama kali pesan
- (h) = biaya simpan
- (π) = biaya kekurangan bahan baku
- (Lt) = *lead time*

HASIL DAN PEMBAHASAN (RESULT AND DISCUSSIONS)

Dalam pendistribusian hasil produk PT. Madubaru langsung mengirimkan produk ke beberapa *retailer* yang menjadi mitra bisnis dari perusahaan. Beberapa *retailer* yang diteliti adalah *retailer* yang berada di Daerah Istimewa Yogyakarta. Berikut data *retailer* supermarket di wilayah Yogyakarta:

- Retailer* 1 : Carrefour
- Retailer* 2 : Superindo
- Retailer* 3 : Indogrosir
- Retailer* 4 : Progo
- Retailer* 5 : Mirota
- Retailer* 6 : Pamela
- Retailer* 7 : Lotte Mart

Perusahaan menetapkan biaya simpan 1,5 % dari harga produk per Kg, dengan rincian sebagai berikut:

- Perawatan : 0,3 %
- Gudang : 0,2 %
- Tenaga kerja : 1 %
- Biaya simpan produk MK- M : $0,015 \times \text{Rp } 11.500 = \text{Rp } 172,5$
- Biaya simpan produk MK- B : $0,015 \times \text{Rp } 11.450 = \text{Rp } 171,75$
- Biaya simpan produk MK (1/2 Kg) : $0,015 \times \text{Rp } 11.700 = \text{Rp } 175,5$
- Biaya simpan produk Polos (1 Kg) : $0,015 \times \text{Rp } 10.650 = \text{Rp } 159,75$
- Biaya simpan produk Polos (1/2 Kg) : $0,015 \times \text{Rp } 10.850 = \text{Rp } 162,75$
- Biaya simpan produk MK (Mnl) : $0,015 \times \text{Rp } 10.800 = \text{Rp } 162$

Biaya pesan ini terdiri atas:

Biaya administrasi dan telepon : Rp 15.000 setiap kali pesan.

Perusahaan menentukan bahwa kekurangan persediaan adalah sebesar 3 % dari harga produk, sebagai berikut:

Produk MK-M : $0,03 \times \text{Rp } 11.500 = \text{Rp } 345$

Produk MK- B : 0,03 x Rp 11.450 = Rp 343,5
 Produk MK (1/2 Kg) : 0,03 x Rp11.700 = Rp 351
 Produk Polos(1Kg) : 0,03 x Rp10.650 = Rp 319,5
 Produk Polos(1/2 Kg) : 0,03 x Rp10.850 = Rp 325,5
 Produk MK (Mnl) : 0,03 x Rp10.800 = Rp 324

Sedangkan untuk data historis pengiriman keenam produk tersebut ke Carrefour dapat dilihat pada Tabel 1.

Tabel 1. Data Historis Pengiriman Produk Ke Carrefour

Nama produk		Periode Agustus 2014- Juli 2015 (kg)											
		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
MK-M	Q	5,885	0	643	3,988	2,193	7,974	6,129	7,880	8,983	6,107	4,461	2,451
	D	5,633	0	511	3,623	1,485	7,795	5,105	4,063	5,928	6,175	4,234	2,229
MK-B	Q	1,490	0	2,450	4,483	2,500	8,932	9,586	1,802	9,415	13,479	49,880	44,754
	D	1,465	0	540	935	545	1,659	1,226	554	1,305	3,287	45,332	25,832
MK(1/2Kg)	Q	1,675	0	1,540	945	385	858	572	720	1,715	1,784	0	319
	D	296	0	350	131	88	159	239	105	238	250	0	110
Polos (1Kg)	Q	3,944	0	1,875	7,638	542	4,644	4,979	7,547	2,003	2,762	9,243	7,636
	D	2,463	0	381	2,205	531	2,720	1,915	4,451	1,663	387	5,245	2,639
Polos (1/2Kg)	Q	3,159	0	3,082	3,385	2,789	2,508	2,705	5,122	2,354	0	2,033	370
	D	558	0	551	423	290	466	346	746	326	0	1,153	128
MK (Mnl)	Q	1,047	0	1,493	1,460	794	1,084	928	1,929	1,730	2,868	1,383	470
	D	185	0	225	183	326	201	119	281	240	401	785	163

Sumber: Data perusahaan Agustus 2014 – Juli 2015

Keterangan:

Q = Alokasi persediaan

D = Penjualan manufaktur ke *retailer*

Perhitungan *Bullwhip Effect* (BE1) untuk Setiap Produk di Setiap *Retailer*:

Berikut ini contoh perhitungan BE1 untuk produk Gula MK-M pada *retailer* Carrefour.

$$\bar{X} \text{ Persediaan} = \frac{5.885+0+643+3.988+2.193+7.974+6.129+7.880+8.983+6.107+4.461+2.451}{12}$$

$$= \frac{56.694}{12} = 4.724,50 \text{ Kg}$$

$$\sigma \text{ persediaan} = \sqrt{\frac{\sum [X_1 - \bar{X}]^2}{(N-1)}}$$

$$\sqrt{\frac{(5.885-4.724,50)^2+(0-4.724,50)^2+(643-4.724,50)^2+(3.988-4.724,50)^2+(2.193-4.724,50)^2+(7.974-4.724,50)^2+(6.129-4.724,50)^2+(7.880-4.724,50)^2+(8.983-4.724,50)^2+(6.107-4.724,50)^2+(4.461-4.724,50)^2+(2.451-4.724,50)^2}{(12-1)}}$$

$$\sigma = 2.939,55$$

$$Var(Q) = \frac{2.939,55}{4.724,50} = 0,622$$

$$\bar{X} \text{ Penjualan} = \frac{5.673+0+511+3.623+1.485+7.795+5.105+4.063+5.928+6.175+44.234+2.229}{12}$$

$$= \frac{46.781}{12} = 3.898,42 \text{ Kg}$$

$$\sigma \text{ penjualan} = \sqrt{\frac{\sum [X_1 - \bar{X}]^2}{(N-1)}}$$

$$\sqrt{\frac{64.449.152,81}{(12-1)}} = 2.420,54$$

$$Var(D) = \frac{2.420,54}{3.898,42} = 0,621$$

$$MK-M = \frac{Var(Q)}{var(D)} \geq 1 + \frac{2L}{P} + \frac{2L^2}{P^2}$$

$$= \frac{0,622}{0,621} \geq 1 + \frac{2(0,03)}{12} + \frac{2(0,03)^2}{12^2}$$

$$= 1,002 \leq 1,005$$

Berdasarkan hasil perhitungan nilai *Bullwhip Effect* (BE), maka diperoleh nilai yang menunjukkan besarnya tingkat variabilitas permintaan (amplifikasi permintaan) pada ke tujuh pelaku *supply chain*. Besarnya nilai dari hasil perhitungan BE ini diperoleh, dari hasil bagi dari koefisien variansi *order* dengan koefisien variansi penjualan. Apabila nilai BE > 1,005 berarti terjadi amplifikasi permintaan untuk produk tersebut dan sebaliknya apabila nilai BE < 1,005 berarti permintaan masih stabil atau terjadi penghalusan pola permintaan.

Pada perhitungan ini dilakukan sebanyak empat kali pengukuran hasil *Bullwhip* yaitu:

1. Perhitungan *Bullwhip Effect* (BE1) untuk tiap produk di setiap *retailer*
2. Nilai *Bullwhip Effect* (BE2) untuk tiap produk
3. Nilai *Bullwhip Effect* (BE3) untuk tiap *retailer*
4. Nilai *Bullwhip Effect* (BE4) untuk PT. Madubaru

Pengukuran *bullwhip effect* diukur sebanyak empat kali sebab *bullwhip effect* terjadi bukan hanya pada produk, *retailer*, dan distributor, tetapi *bullwhip effect* juga bias terjadi pada semua komponen *supply chain*.

Hasil perhitungan BE1 untuk semua produk di setiap *retailer* dapat dilihat pada Tabel 2. Berdasarkan tabel tersebut, dapat ditunjukkan terjadinya *bullwhip effect* hampir di semua produk yang dikirim ke *retailer*. Karena masing-masing *retailer* tersebut memiliki nilai variasi permintaan sebesar 1,007 sampai 1,762 yang berarti lebih besar dari nilai perbandingan antara fungsi periode dan *lead time* sebesar 1,005.

Tabel 2. Hasil Pengukuran Nilai *Bullwhip Effect* untuk Tiap Produk di Setiap *Retailer* (BE1)

Retailer	Produk					
	MK-M	MK-B	MK (1Kg)	Polos (1 Kg)	Polos (½ Kg)	MK (Mnl)
Carrefour	1,002	0,667	1,106	0,879	0,850	0,778
Superindo	1,298	1,019	1,199	1,127	1,020	0,717
Indogrosir	1,054	1,011	1,029	0,989	0,914	0,725
Progo	0,918	1,064	1,080	0,863	0,917	1,265
Mirota	1,473	1,075	1,008	1,319	1,762	1,572
Pamela	0,892	0,935	1,232	1,369	1,196	1,155
Lotte Mart	1,101	0,870	0,850	0,896	1,416	1,007

Sumber: Data diolah

Pada hasil perhitungan untuk tiap produk sebagaimana ditampilkan Tabel 3, terdapat tiga produk yang menunjukkan terjadi *bullwhip* (nilainya > 1,005), yaitu MK-M, MK (½ Kg), dan Polos (½ Kg). Sedangkan tiga sisanya tidak terjadi *bullwhip* karena angka < 1,005.

Tabel 3. Hasil Perhitungan BE2 Tiap Produk

Produk	Nilai BE2
MK-M	1,0671
MK-B	0,8874
MK (½ Kg)	1,0823
Polos (1 Kg)	0,9316
Polos (½ Kg)	1,0990
MK (Mnl)	0,8017

Sumber: Data diolah

Pada hasil perhitungan untuk tiap *retailer* sebagaimana ditampilkan pada Tabel 4, terdapat tiga diantaranya yang menunjukkan terjadi *bullwhip* (nilainya > 1,005), yaitu Superindo, Indogrosir, dan Mirota. Sedangkan tiga sisanya tidak terjadi *bullwhip* karena angka < 1,005.

Tabel 4. Hasil Perhitungan BE3 Untuk Tiap *Retailer*

Retailer	Nilai BE3
Carrefour	0,6315
Superindo	1,0971
Indogrosir	1,0787
Progo	0,9597

Retailer	Nilai BE3
Mirota	1,1074
Pamela	0,7155
Lotte Mart	0,7924

Sumber: Data diolah

Sedangkan untuk pengukuran secara keseluruhan setelah dijumlahkan antara keenam produk dan ketujuh *retailer* hasil perhitungan yang diperoleh adalah 0,8427, artinya untuk nilai BE4 tidak terjadi *bullwhip* karena nilainya < 1,005.

Sistem pengendalian *inventory* dengan *system Q* merupakan metode yang cocok diterapkan dalam praktek manajemen persediaan untuk permintaan yang bersifat *probabilistic* (kemungkinan). Dari hasil pengolahan data *inventory* dengan metode *system Q*, hanya sampai pada iterasi ketiga, karena nilai Q dan r pada iterasi ketiga sudah sama dengan iterasi kedua, jadi perhitungan dihentikan pada iterasi ketiga. Adapun untuk produk gula MK-M dengan total biaya persediaan Rp 229.055.425,6 ; untuk gula MK-B dengan total persediaan Rp 534.425.962,1; untuk gula MK (½ Kg) dengan total persediaan Rp 8.978.662,105; untuk gula Polos (1 Kg) dengan total persediaan Rp 100.942.837,4; untuk gula Polos (½ Kg) dengan total persediaan Rp 14.663.860,3; dan untuk gula MK (Mnl) dengan total persediaan Rp 10.835.204,92.

KESIMPULAN (CONCLUSION)

Kesimpulan yang dapat diperoleh dari penelitian ini adalah sebagai berikut:

1. Berdasarkan pengolahan data yang telah dilakukan menunjukkan terjadinya *bullwhip effect* hampir disemua produk yang dikirim ke *retailer-retailer*, baik dari BE1, BE2, dan BE3. Karena memiliki nilai variasi permintaan sebesar 1,007 sampai 1,762 yang berarti lebih besar dari nilai perbandingan antara fungsi periode dan *lead time* sebesar 1,005.
2. Berdasarkan pengendalian *inventory* dengan *system Q*, diperoleh biaya persediaan yang optimal untuk masing-masing produk selama enam bulan sebagai berikut : untuk produk gula MK-M dengan total biaya persediaan Rp 229.055.425,6 ; untuk gula MK-B dengan total biaya persediaan Rp 534.425.962,1 ; untuk gula MK (½ Kg) dengan total biaya persediaan Rp 8.978.662,105; untuk gula Polos (1 Kg) dengan total biaya persediaan Rp 100.942.837,4 ; untuk gula Polos (½ Kg) dengan total biaya persediaan Rp 14.663.860,3 ; dan untuk gula MK (Mnl) dengan total biaya persediaan Rp 10.835.204,92 .

DAFTAR PUSTAKA

- Indrajit, RE & Djokopranoto, R 2002, *Konsep Manajemen Supply Chain*, Grasindo, Jakarta.
- Krajewski, LJ & Ritzman LP 1997, *Operation Management: Strategy and Analysis*, Wesley Publishing Company, New Jersey.
- Nasution, AH 2003, *Perencanaan dan Pengendalian Produksi*, Guna Widya, Surabaya.
- Pujawan, IN 2005, *Suply Chain Management*, Edisi Pertama, Guna Widya, Surabaya.
- Simchi-Levi, D, Kaminsky, P & Simchi-Levi, E 2000, *Designed and Managing The Supply Chain Concept, Strategis and Case Study*, McGraw Hill, Singapore.
- Yamit, Z 1999, *Manajemen Persediaan*, Ekonisia, Yogyakarta.
- Yamit, Z 1999, *Manajemen Produksi dan Operasi*, Edisi Kedua, Ekonisia, Yogyakarta.