

Usulan Perbaikan Sistem Rantai Pasok untuk Mengurangi Fenomena Bullwhip Effect dengan Pendekatan Perencanaan Kebutuhan Distribusi

Dira Ernawati^{a*}, Yekti Condro Winursito^b, Tranggono^c

^a Prodi Teknik Industri, UPN Veteran Jawa Timur, Jl. Rungkut Madya Gunung Anyar, Surabaya, 60294*

^b Prodi Teknik Industri, UPN Veteran Jawa Timur, Jl. Rungkut Madya Gunung Anyar, Surabaya, 60294

^c Prodi Teknik Industri, UPN Veteran Jawa Timur, Jl. Rungkut Madya Gunung Anyar, Surabaya, 60294

Corresponding author: dira.ti@upnjatim.ac.id

ABSTRAK

Alasan keberhasilan suatu sistem perdagangan tidak terlepas dari peran distributor yang menjembatani antara produsen produk dengan entitas lain dalam distribusi atau rantai pasokan seperti pengecer, pengecer, atau grosir. Perusahaan distribusi produk minyak goreng sering mengalami fenomena bullwhip effect akibat ketidakcocokan stok produk yang terus menerus. Fenomena ini terjadi karena pengumpulan data fisik yang tidak akurat sehingga sering terjadi kelebihan atau kekurangan produk yang tersedia yang dapat menyebabkan masalah kehabisan stok akibat kurangnya stok pengaman. Tujuan dari penelitian ini adalah untuk memberikan saran perbaikan untuk mengurangi terjadinya fenomena bullwhip effect dengan menyesuaikan jadwal distribusi, merencanakan jumlah produk, dan waktu pengiriman melalui metode Distribution Requirement Planning. Melalui metode DRP, hasil penelitian menunjukkan adanya penurunan fenomena bullwhip effect sebesar 17%, sehingga dapat meningkatkan kegiatan perencanaan dan penjadwalan pada jaringan distribusi perusahaan.

Kata Kunci: Distribusi, Metode DRP, Rantai Pasok

ABSTRACT

The reason for the success of a trading system is inseparable from the role of distributors who bridge between product manufacturers and other entities in the distribution or supply chain such as retailers, resellers, or wholesalers. A distribution company for cooking oil products often experiences the bullwhip effect phenomenon due to a continuous product stock mismatch. This phenomenon occurs due to inaccurate physical data collection so there is often an excess or shortage of product available which can lead to out-of-stock problems resulting from a lack of safety stock. The purpose of this study is to provide improvement suggestions to reduce the occurrence of the bullwhip effect phenomenon by adjusting the distribution schedule, planning the number of products, and the time of delivery through the Distribution Requirement Planning method. Through the DRP method, the results of the study showed a decrease in the bullwhip effect phenomenon by 17%, so as to improve planning and scheduling activities in the company's distribution network.

Keywords: Distribution, DRP Method, Supply Chain

1. Pendahuluan

Salah satu istilah umum dalam rantai pasokan adalah distribusi. Distribusi memegang peranan penting apakah supply chain management baik atau tidak. Distribusi adalah bentuk kegiatan ekonomi yang bertujuan untuk mendistribusikan dan membawa barang yang diproduksi ke konsumen. Pengetahuan tentang sistem pengiriman barang sangat penting dipelajari bagi Anda yang ingin menjadi pebisnis di masa depan [1]. Oleh karena itu diperlukan suatu sistem yang dapat mengendalikan persediaan produk pada lokasi tertentu serta mengkoordinasikan penjadwalan dan perencanaan distribusi agar keuntungan perusahaan tetap stabil atau bahkan meningkat [2]. Karena pentingnya peran distribusi, maka distributor menjadi lebih peka terutama terhadap persediaan produk [3]. Banyak permasalahan yang muncul dalam sistem distribusi suatu rantai pasok, salah satunya adalah munculnya fenomena bullwhip effect. Fenomena bullwhip effect terjadi karena adanya ketidaksesuaian antara tingkat persediaan produk dengan tingkat pembelian konsumen. Adanya ketidakpastian dan variabilitas permintaan semakin meningkat dari aspek hilir hingga hulu dalam rantai pasok [4].

Bullwhip effect dapat menyebabkan pemborosan yang sangat besar pada rantai pasok karena peningkatan penyimpanan persediaan, melonjaknya biaya produksi, dan rendahnya layanan pelanggan yang akan menyebabkan rendahnya kepuasan pelanggan [5]. Faktor penyebab terjadinya fenomena Bullwhip Effect dan cara mengurangnya telah diidentifikasi dalam berbagai penelitian misalnya dengan memperhatikan peramalan permintaan dan lead time pesanan [6]. Salah satu perusahaan distribusi produk minyak goreng seringkali mengalami kendala mengenai ketidaksesuaian stok produk [7]. Setelah teridentifikasi, penyebab permasalahan tersebut terjadi karena buruknya pengumpulan data fisik yang mengakibatkan kekurangan atau bahkan kekurangan persediaan [8]. Pengumpulan data atau pencatatan data mengenai persediaan produk memegang peranan penting dalam rantai pasok [9]. Apabila pendataan fisik tidak dilakukan dengan baik maka akan mempengaruhi kualitas pendistribusian dari hal yang paling mendasar [10]. Hal terburuk dari pengumpulan data persediaan produk yang buruk adalah terjadinya out-of-stock dimana akan terjadi permintaan yang tidak terduga sedangkan persediaan tidak dapat memenuhi permintaan konsumen [11]. Kondisi ini mencerminkan belum adanya sistem safety stock pada rantai pasok [12]. Tentu saja hal ini akan mempengaruhi penilaian konsumen terhadap ketidakmampuan produsen produk dalam memenuhi perkiraan permintaan konsumen. Jadi, jelas perusahaan kurang efektif dalam hal pendistribusian produk ke konsumen [13]. Inefisiensi lain yang terjadi akibat fenomena bullwhip effect adalah pabrik memproduksi dan mengirim lebih banyak dari yang sebenarnya dibutuhkan karena kesalahan dalam membaca sinyal permintaan dari para pemain di rantai pasokan hilir [14]. Berdasarkan rangkaian permasalahan yang telah diuraikan untuk mengembalikan kualitas efisiensi distribusi diperlukan perencanaan persediaan yang baik [15], selain itu juga diperlukan aliran informasi yang baik antar rantai pasok agar informasi yang disampaikan akurat [16].

Penerapan metode Distribution Requirement Planning (DRP) merupakan jawaban dari permasalahan tersebut [17]. Tujuan penerapan metode ini adalah untuk mengatur jadwal distribusi dan merencanakan jumlah produk serta waktu pengiriman. Permasalahan yang sering terjadi dalam arus informasi adalah terjadinya amplifikasi atau pembengkakan permintaan yang semakin besar yang disebut dengan fenomena Bullwhip Effect. Distribution Requirement Planning (DRP) merupakan suatu metode penanganan pengadaan persediaan pada jaringan distribusi multi eselon. Metode ini menggunakan permintaan independen, dimana peramalan dilakukan untuk memenuhi struktur pengadaan [18]. Distribution Requirement Planning (DRP) lebih menekankan pada aktivitas penjadwalan dibandingkan aktivitas pemesanan. Distribution

Requirement Planning (DRP) mengantisipasi kebutuhan di masa depan dengan melakukan perencanaan pada setiap tingkat jaringan distribusi [19]. Metode ini dapat memprediksi masalah sebelum terjadi dengan memberikan sudut pandang jaringan distribusi.

Perencanaan Kebutuhan Distribusi (DRP) memainkan peran yang sangat penting baik dalam sistem distribusi manufaktur terintegrasi maupun sistem distribusi murni. Sistem dengan kebutuhan dimana waktu pentahapan persediaan pada setiap tingkat jaringan distribusi, DRP mempunyai kemampuan untuk memprediksi suatu masalah yang mungkin terjadi. Organisasi manufaktur yang memproduksi dengan tujuan memenuhi persediaan dan menjual melalui jaringan distribusinya sendiri, dapat diintegrasikan sistemnya dengan menggabungkan DRP dan MRP [20]. Selain itu, pengembangan metode DRP sendiri dapat memberikan manfaat bagi manajemen distribusi dan manufaktur untuk meningkatkan efektivitas alokasi persiapan dan kapasitas produksi. Hal ini secara langsung akan meningkatkan kualitas layanan pelanggan dan persiapan investasi (biaya persiapan penyimpanan) dapat dikurangi. Banyak penelitian telah menganalisis permasalahan dalam sistem distribusi dan menerapkan metode Distribution Requirement Planning (DRP) karena metode ini terbukti efektif dalam mengoptimalkan aliran distribusi, mengurangi ketidakseimbangan persediaan, serta meningkatkan efisiensi pengiriman produk di berbagai tingkatan rantai pasok [21], [22], [23], namun hanya sedikit yang menjelaskan permasalahan distribusi yang menyebabkan munculnya fenomena bullwhip effect, sehingga penelitian ini penting untuk dilakukan khususnya bagi perusahaan distribusi produk minyak goreng yang termasuk dalam core product kehidupan manusia dengan tujuan untuk dapat membantu perusahaan dalam menentukan pengendalian persediaan dan distribusi. DRP sendiri merupakan aplikasi dari sejumlah perencanaan kebutuhan material logika (MRP) [24]. Fase waktu pada logika titik akan mengubah penyusunan bill of material (BOM) yang ada di MRP menjadi bill of distribution di MRP dengan tujuan untuk meminta pengadaan pada jaringan [25].

2. Tinjauan Pustaka

Distribution Requirements Planning (DRP) merupakan metode sistematis untuk merencanakan kebutuhan distribusi produk dalam jaringan rantai pasok multi-tingkat, mencakup peramalan permintaan, penjadwalan pengiriman dan alokasi stok antar pusat distribusi serta titik ritel. Sebagai contoh, dalam penelitian di UKM kripik singkong ditemukan bahwa penerapan DRP berhasil memproyeksikan kebutuhan masa depan ke berbagai pusat distribusi dan mengurangi risiko *stock-out* dengan menghitung safety stock berdasarkan tenggat waktu dan lot distribusi [26]. Penelitian lain juga memperlihatkan bahwa ketika DRP diintegrasikan ke dalam sistem informasi distribusi, maka perencanaan pengiriman dapat menjadi lebih terstruktur sehingga manajemen persediaan dan kinerja distribusi dapat membaik [27].

Fenomena Bullwhip Effect muncul ketika variabilitas permintaan di tingkat hilir rantai pasok (retailer) diperbesar saat bergerak ke arah hulu (distributor, produsen), akibat distorsi informasi, lead-time panjang, batch ordering, serta peramalan yang kurang akurat. Sebuah studi di Indonesia menunjukkan bahwa strategi manajemen permintaan yang bersifat terpusat (centralized) atau terdesentralisasi (decentralized) mempengaruhi besar kecilnya efek bullwhip: strategi yang kurang optimal akan memperbesar variabilitas upstream [28]. Fenomena ini berdampak negatif pada ketersediaan produk, tingkat layanan pelanggan, dan biaya persediaan serta distribusi [29].

Hubungan antara DRP, perencanaan distribusi dan bullwhip effect cukup erat. DRP yang dirancang dengan baik dan didukung sistem informasi yang handal memungkinkan perencanaan distribusi (jumlah pengiriman, frekuensi, lot size) menjadi lebih tepat, sehingga fluktuasi permintaan yang diteruskan ke upstream dapat diminimalkan. Sebagai contoh, penerapan DRP pada perusahaan distribusi berhasil menurunkan biaya distribusi sekaligus memperbaiki jadwal pengiriman dan alokasi stok [30].

Dengan demikian, ketika perencanaan distribusi melalui DRP memperjelas sinyal permintaan dan mengurangi lot-sizing serta batch ordering yang besar, maka potensi bullwhip effect bisa ditekan: distribusi yang lebih sering namun lot lebih kecil memberikan stabilitas yang lebih baik pada rantai pasok. Meski demikian, penelitian di Indonesia masih memiliki sejumlah gap: misalnya bagaimana integrasi DRP dengan routing dan transportasi, atau bagaimana strategi centralized vs decentralized distribusi mempengaruhi bullwhip effect dalam konteks DRP secara empiris di berbagai sektor. Studi fase rerata menunjukkan bahwa sharing informasi antar-level rantai pasok dan penggunaan peramalan yang tepat menjadi kunci pengurangan bullwhip [28].

3. Metode Penelitian

Dalam penelitian ini, langkah awal yang sangat penting adalah melakukan identifikasi variabel penelitian. Identifikasi ini bertujuan untuk menentukan unsur-unsur yang akan menjadi fokus analisis sesuai dengan topik penelitian yang telah ditetapkan. Agar konsep-konsep teoritis yang digunakan dapat diuji secara empiris, maka setiap konsep perlu dioperasionalkan menjadi variabel yang dapat diukur dan dianalisis. Dengan kata lain, proses operasionalisasi konsep dilakukan dengan cara memilih dan mendefinisikan konsep-konsep yang memiliki nilai bervariasi sehingga dapat digunakan sebagai variabel penelitian. Tahapan ini dikenal sebagai identifikasi variabel, yang berfungsi sebagai dasar dalam penyusunan rancangan penelitian dan analisis data.

Adapun populasi dalam penelitian ini mencakup seluruh merek minyak goreng yang didistribusikan oleh perusahaan distribusi yang menjadi objek kajian. Dari populasi tersebut, dipilih sampel penelitian berupa minyak goreng merek H dengan tiga jenis kemasan, yaitu 500 ml, 1000 ml, dan 2000 ml. Pemilihan sampel ini dilakukan untuk memperoleh gambaran yang representatif mengenai variasi ukuran kemasan terhadap pola distribusi dan permintaan produk. Dalam konteks penelitian ini, variabel dependen (terikat) adalah nilai Bullwhip Effect sebelum dan sesudah penerapan metode Distribution Requirement Planning (DRP). Variabel ini menjadi indikator utama untuk menilai efektivitas penerapan DRP dalam mengendalikan fluktuasi permintaan sepanjang rantai pasok. Sementara itu, variabel independen (bebas) mencakup data permintaan produk, data pesanan pabrik, dan data stok. Ketiga variabel tersebut merupakan variabel keputusan yang memengaruhi besar kecilnya nilai Bullwhip Effect dan menjadi dasar dalam analisis perbandingan kinerja sistem distribusi.

Untuk mencapai tujuan penelitian, dilakukan serangkaian langkah pemecahan masalah yang disusun secara sistematis selama proses penelitian berlangsung. Langkah-langkah ini mencakup pengumpulan dan pengolahan data, penerapan metode DRP, perhitungan nilai Bullwhip Effect sebelum dan sesudah penerapan metode, serta analisis hasil untuk menarik kesimpulan yang jelas dan mendetail. Dengan demikian, keseluruhan proses penelitian diharapkan dapat memberikan pemahaman yang komprehensif mengenai pengaruh penerapan metode DRP terhadap pengendalian Bullwhip Effect dalam sistem distribusi minyak goreng.



Gambar 1
Penelitian

Flowchart Metodologi

Flowchart tersebut merepresentasikan tahapan metodologis dalam penelitian yang berfokus pada usulan perbaikan sistem rantai pasok untuk mengurangi fenomena bullwhip effect melalui pendekatan Distribution Requirement Planning (DRP). Penelitian diawali dengan tahap pengumpulan data (Data Collection) yang mencakup data primer dan data sekunder. Data primer diperoleh melalui wawancara dengan koordinator atau pihak terkait guna memperoleh gambaran kondisi aktual sistem rantai pasok, pola distribusi, serta permasalahan yang menyebabkan munculnya efek bullwhip. Sementara

itu, data sekunder terdiri atas data permintaan produk, data pesanan pabrik, dan data persediaan (stock data) yang digunakan sebagai dasar perhitungan dan analisis kuantitatif pada tahap selanjutnya.

Tahap berikutnya adalah perhitungan peramalan permintaan (Calculation of Demand Forecasting). Dalam tahap ini, dilakukan estimasi permintaan menggunakan beberapa metode statistik, yaitu Moving Average, Weighted Moving Average, dan Exponential Smoothing. Proses peramalan dilakukan dengan bantuan perangkat lunak POM-QM, yang berfungsi untuk menghitung nilai kesalahan kuadrat rata-rata dan tingkat akurasi dari masing-masing metode. Setelah seluruh data dimasukkan dan proses forecasting selesai, diperoleh nilai MAD (Mean Absolute Deviation), MSE (Mean Squared Error), dan MAPE (Mean Absolute Percentage Error) untuk masing-masing metode. Nilai kesalahan terkecil dari ketiga metode tersebut dipilih sebagai model terbaik yang akan digunakan untuk memproyeksikan permintaan di masa depan pada setiap produk dan wilayah distribusi.

Hasil peramalan yang telah terverifikasi kemudian digunakan dalam tahap Preparation of Product Forecasting Results sebagai dasar penyusunan Distribution Requirement Planning (DRP). Pada tahap ini dilakukan perhitungan safety stock dan penyusunan tabel DRP untuk setiap produk dan area distribusi. Penerapan DRP bertujuan untuk mengoptimalkan perencanaan distribusi dan menstabilkan pola permintaan, sehingga dapat meminimalkan distorsi informasi yang menjadi penyebab utama fenomena bullwhip effect dalam rantai pasok. Selanjutnya, dilakukan order batching atau pengelompokan pesanan agar sistem distribusi berjalan lebih efisien dan terkoordinasi antar level pasokan.

Tahap evaluasi dilakukan dengan membandingkan nilai Bullwhip Effect (BE) sebelum dan sesudah penerapan DRP. Nilai BE awal (BE I) dihitung berdasarkan kondisi aktual perusahaan sebelum implementasi DRP, sedangkan nilai BE sesudah (BE II) dihitung setelah penerapan metode tersebut. Jika diperoleh hasil bahwa $BE I > BE II$, maka dapat disimpulkan bahwa penerapan DRP efektif dalam menurunkan tingkat fluktuasi permintaan di sepanjang rantai pasok. Analisis perbandingan ini dilengkapi dengan ilustrasi grafis yang menunjukkan penurunan bullwhip effect pada setiap kategori produk (500 ml, 1000 ml, dan 2000 ml).

Seluruh pengolahan data dilakukan berdasarkan data aktual perusahaan (real company data), sehingga hasil analisis menggambarkan kondisi empiris dari sistem rantai pasok yang diteliti. Tahap akhir penelitian meliputi analisis dan pembahasan hasil (Results Analysis and Discussion) untuk menilai implikasi penerapan metode DRP terhadap peningkatan efisiensi rantai pasok. Penurunan nilai bullwhip effect setelah penerapan DRP menjadi indikator keberhasilan usulan perbaikan sistem, yang ditunjukkan oleh persentase efek bullwhip yang lebih kecil dibandingkan kondisi awal, sehingga dapat disimpulkan bahwa pendekatan DRP berkontribusi nyata dalam meningkatkan stabilitas dan keandalan distribusi di perusahaan.

4. Hasil dan Pembahasan

Hasil peramalan setiap produk akan direkap dari metode yang dipilih untuk setiap toko retail dan setiap wilayah untuk setiap produk. Hasil peramalan produk minyak goreng untuk tiga ukuran berat yaitu 500ml, 1000ml, dan 2000ml. Berdasarkan hasil peramalan, produk minyak goreng yang terbesar dengan berat kemasan 500 ml terdapat pada konsumen E (7463), dan yang terkecil terdapat pada konsumen B (1444).

Berdasarkan hasil peramalan, produk minyak goreng terbesar dengan berat kemasan 1000ml terdapat pada konsumen E (7624), dan terkecil pada konsumen A (1594). Berdasarkan hasil peramalan, hasil peramalan produk minyak goreng yang terbesar dengan berat kemasan 2000ml terdapat pada konsumen E (6895), dan yang terkecil terdapat pada konsumen A (924).

Dari hasil peramalan tersebut selanjutnya dilakukan perhitungan safety stock. Perhitungan safety stock akan dilakukan pada setiap toko retail dan setiap wilayah serta setiap produk dengan menggunakan rumus perhitungan safety stock. Tingkat layanan yang dipilih adalah pemenuhan permintaan sebesar 95% dengan nilai tingkat layanan sebesar 1,64. Pemilihan nilai tingkat layanan diharapkan dapat memenuhi 95% pesanan yang masuk dan hanya 5% yang kehabisan stok. Penggunaan persentase yang tidak terlalu tinggi juga diperhitungkan agar stok di Gudang tidak terlalu banyak. Data safety stock terdapat pada tabel dibawah ini.

Tabel 1 Data Safety Stock

No	Produk		
	500 ml	1000 ml	2000 ml
A	488	618	700
B	1827	1182	981
C	907	1723	2794
D	2395	1789	1824
E	1418	1426	1696
F	1652	1270	1477
G	2220	1646	1731
H	2707	1966	2176
I	3071	1987	1614
J	2726	2035	1941
K	2782	2274	2534
L	2290	1679	1707

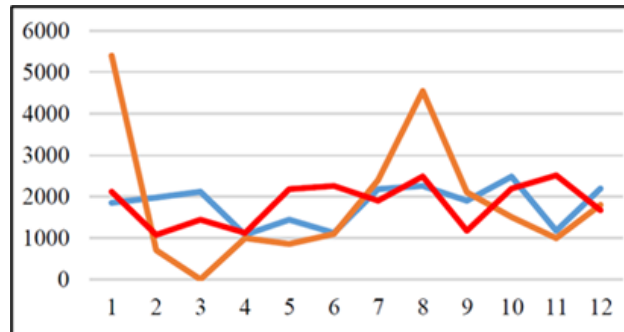
Setelah dilakukan perhitungan safety stock maka dibuatlah tabel DRP. Tabel DRP dibuat berdasarkan data permintaan dari masing-masing retailer dan wilayah mengikuti struktur distribusi. Setelah itu perhitungan bullwhip effect dilakukan pada dua kondisi yaitu kondisi awal atau kondisi yang dilakukan perusahaan tanpa perhitungan DRP dan kondisi jumlah pesanan yang dilakukan sesuai dengan hasil DRP. Setelah menyiapkan DRP, akan dimungkinkan untuk menghitung bullwhip effect. Berikut rekapitulasi perhitungan nilai bullwhip effect pada saat sebelum dan sesudah penerapan DRP yang dapat dilihat pada tabel 5 dan 6 di bawah ini.

Tabel 2 Data Hasil Perhitungan Safety Stock Sebelum dan Sesudah DRP

No	Ukuran Produk	Efek Bullwhip	Efek Bullwhip
		Sebelum DRP	Setelah DRP
1	500 ml	3.025624	1.05288701
2	1000 ml	3.705896	1.05529281
3	2000 ml	6.146502	1.06547998

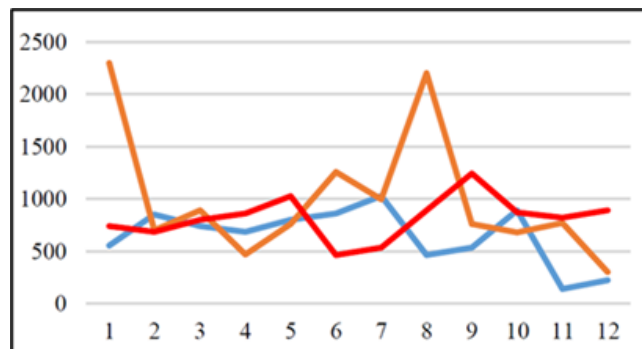
Tabel diatas merupakan hasil perhitungan nilai Bullwhip Effect sebelum dan sesudah penerapan metode DRP. Terlihat pada tabel sebelum penerapan DRP terlihat bahwa nilai Bullwhip Effect melebihi 1 dimana terdapat amplifikasi permintaan yang cukup besar, namun jika dibandingkan dengan nilai pada tabel setelah penerapan DRP dimana nilai Bullwhip Effect jauh lebih rendah maka artinya nilai Bullwhip Effect yang dihasilkan sesuai dengan harapan tidak jauh melebihi nilai 1. Untuk memperjelas gambaran Bullwhip Effect yang terjadi maka ilustrasi Bullwhip Effect yang terjadi dalam bentuk grafik pada setiap masakan produk minyak akan diberikan. Diagram sebar ini juga dapat digunakan pada tahap awal proses peramalan awal. Sesuai dengan tujuan DRP yaitu menentukan jumlah produk yang akan didistribusikan, berikut diagram yang

didapat setelah melakukan peramalan permintaan produk. Grafik berikut menggambarkan Bullwhip Effect yang terjadi sebelum dan sesudah penerapan metode DRP, yang dapat dilihat pada Gambar 2 hingga 4.



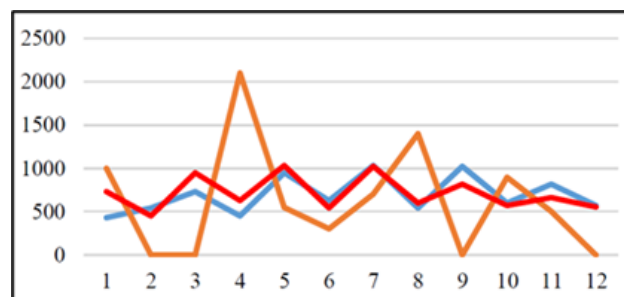
Gambar 2 Grafik Ilustrasi Efek Bullwhip Produk 500ml

Gambar diatas merupakan grafik Bullwhip Effect yang terjadi sebelum dan sesudah penerapan metode DRP. Grafik ini juga mengalami perbaikan yang ditunjukkan dengan garis berwarna merah yang merupakan pemesanan yang dilakukan dengan metode DRP lebih mendekati garis biru yang menunjukkan penjualan aktual dibandingkan dengan garis oranye yang merupakan pemesanan yang dilakukan sebelum menggunakan metode DRP. Pada garis oranye terlihat jumlah order yang dilakukan jauh lebih fluktuatif dibandingkan garis merah yang dilakukan dengan pendekatan DRP. Jadi dapat dikatakan penerapan pendekatan DRP lebih efektif dalam mengurangi bullwhip effect pada pemesanan produk minyak goreng jenis kemasan 500ml.



Gambar 3 Grafik Ilustrasi Efek Bullwhip Produk 1000ml

Grafik diatas merupakan gambaran Bullwhip Effect yang terjadi sebelum dan sesudah penerapan metode DRP. Grafik ini juga mengalami perbaikan yang ditunjukkan dengan garis berwarna merah yang merupakan pemesanan dengan metode DRP yang mendekati garis biru yang menunjukkan penjualan aktual dibandingkan dengan garis oranye yang merupakan pemesanan yang dilakukan sebelum menggunakan metode DRP.



Gambar 4 Grafik Ilustrasi Efek Bullwhip Produk 2000ml

Grafik diatas merupakan gambaran Bullwhip Effect yang terjadi sebelum dan sesudah penerapan metode DRP. Grafik ini juga mengalami perbaikan yang ditunjukkan dengan garis berwarna merah yang merupakan pemesanan dengan metode DRP yang mendekati garis biru yang menunjukkan penjualan aktual dibandingkan dengan garis oranye yang merupakan pemesanan yang dilakukan sebelum menggunakan metode DRP.

Dari ketiga grafik diatas terlihat bahwa nilai bullwhip effect sebelum diterapkan metode DRP cukup besar, sehingga yang terjadi adalah terbentuknya pola grafik order awal yang sangat jauh berbeda dengan penjualan atau permintaan semula. pola. Hal ini akan menyulitkan distributor untuk menganalisis pola permintaan asli dari pasar. Sedangkan pola grafis yang terbentuk setelah metode DRP tidak berbeda jauh antara penjualan atau permintaan dan pesanan. Dengan begitu maka pihak manapun akan lebih mudah membaca pola yang ada.

5. Kesimpulan

Penerapan metode DRP pada proses distribusi dapat menurunkan secara signifikan nilai bullwhip effect pada produk minyak goreng kemasan 500 ml, 1000 ml, dan 2000 ml. Dimana penerapan metode ini menurunkan nilai bullwhip effect sebesar 17% dari total nilai sebelum penerapan metode DRP. Dari penelitian tersebut dapat dikuatkan bahwa metode DRP dapat menjadi salah satu cara untuk meminimalisir nilai automatic bullwhip effect yang juga dapat meningkatkan aktivitas perencanaan dan penjadwalan pada jaringan distribusi suatu perusahaan. mengurangi bullwhip effect dapat meningkatkan pelayanan kepada konsumen dan salah satu faktor nilai kinerja yang dapat meningkatkan keuntungan perusahaan adalah faktor kepuasan pelanggan.

Pustaka

- [1] A. Henninger and A. Mashatan, "Distributed interoperable records: The key to better supply chain management," *Computers*, vol. 10, no. 7, p. 89, 2021.
- [2] A. Aazami and M. Saidi-Mehrabad, "A production and distribution planning of perishable products with a fixed lifetime under vertical competition in the seller-buyer systems: A real-world application," *J Manuf Syst*, vol. 58, pp. 223–247, 2021.
- [3] Y. K. Nugroho and L. Zhu, "An integration of algal biofuel production planning, scheduling, and order-based inventory distribution control systems," *Biofuels, Bioproducts and Biorefining*, vol. 13, no. 4, pp. 920–935, 2019.
- [4] H. Zhou, W. S. Yip, J. Ren, and S. To, "An interaction investigation of the contributing factors of the bullwhip effect using a bi-level social network analysis approach," *IEEE access*, vol. 8, pp. 208737–208752, 2020.
- [5] F. Hasan, M. F. R. Bellenstedt, and M. R. Islam, "Demand and supply disruptions during the Covid-19 crisis on firm productivity," *Global Journal of Flexible Systems Management*, vol. 24, no. 1, pp. 87–105, 2023.
- [6] E. Pastore, A. Alfieri, G. Zotteri, and J. E. Boylan, "The impact of demand parameter uncertainty on the bullwhip effect," *Eur J Oper Res*, vol. 283, no. 1, pp. 94–107, 2020.
- [7] M. Zdravković, H. Panetto, and G. Weichhart, "AI-enabled enterprise information systems for manufacturing," *Enterp Inf Syst*, vol. 16, no. 4, pp. 668–720, 2022.
- [8] L. L. Har, U. K. Rashid, L. Te Chuan, S. C. Sen, and L. Y. Xia, "Revolution of retail industry: from perspective of retail 1.0 to 4.0," *Procedia Comput Sci*, vol. 200, pp. 1615–1625, 2022.
- [9] X. Yin, "Measuring the bullwhip effect with market competition among retailers: A simulation study," *Comput Oper Res*, vol. 132, p. 105341, 2021.
- [10] A. Kumar, S. K. Mangla, P. Kumar, and M. Song, "Mitigate risks in perishable food supply chains: Learning from COVID-19," *Technol Forecast Soc Change*, vol. 166, p. 120643, 2021.
- [11] C. V. Muñoz Macas, J. A. Espinoza Aguirre, R. N. Arcentales Carrion, and M. P. Peña Ortega, "Inventory management for retail companies: A literature review and current trends," 2021.
- [12] E. Yadollahi, E.-H. Aghezzaf, J. Walraevens, and B. Raa, "Inventory routing problem with non-stationary stochastic demands," in *16th International Conference on Informatics in Control, Automation and Robotics*, 2019, pp. 658–665.
- [13] M. A. Cohen and P. Kouvelis, "Revisit of AAA excellence of global value chains: Robustness, resilience, and realignment," *Prod Oper Manag*, vol. 30, no. 3, pp. 633–643, 2021.

- [14] L. Tombido and I. Baihaqi, "The impact of a substitution policy on the bullwhip effect in a closed loop supply chain with remanufacturing," *Journal of Remanufacturing*, vol. 10, no. 3, pp. 177–205, 2020.
- [15] K. Moons, G. Waeyenbergh, and L. Pintelon, "Measuring the logistics performance of internal hospital supply chains—a literature study," *Omega (Westport)*, vol. 82, pp. 205–217, 2019.
- [16] Q. Zhu and M. Kouhizadeh, "Blockchain technology, supply chain information, and strategic product deletion management," *IEEE Engineering Management Review*, vol. 47, no. 1, pp. 36–44, 2019.
- [17] M. Firoozi, M. Z. Babai, W. Klibi, and Y. Ducq, "Distribution planning for multi-echelon networks considering multiple sourcing and lateral transshipments," *Int J Prod Res*, vol. 58, no. 7, pp. 1968–1986, 2020.
- [18] Y. Erraoui, A. Charkaoui, and A. Echchatbi, "Demand driven DRP: assessment of a new approach to distribution," *International Journal of Supply and Operations Management*, vol. 6, no. 1, pp. 1–10, 2019.
- [19] R. Saki, E. Kianmehr, E. Rokrok, M. Doostizadeh, R. Khezri, and M. Shafie-khah, "Interactive Multi-level planning for energy management in clustered microgrids considering flexible demands," *International Journal of Electrical Power & Energy Systems*, vol. 138, p. 107978, 2022.
- [20] D. T. Nguyen, Y. Adulyasak, and S. Landry, "Research manuscript: The Bullwhip Effect in rule-based supply chain planning systems—A case-based simulation at a hard goods retailer," *Omega (Westport)*, vol. 98, p. 102121, 2021.
- [21] P. De Giovanni, "When feature-based production capabilities challenge operations: Drivers, moderators, and performance," *International Journal of Operations & Production Management*, vol. 40, no. 2, pp. 221–242, 2020.
- [22] S. Antic, L. Djordjevic Milutinovic, and A. Lisec, "Dynamic discrete inventory control model with deterministic and stochastic demand in pharmaceutical distribution," *Applied sciences*, vol. 12, no. 3, p. 1536, 2022.
- [23] M. Schneckenreither, S. Haeussler, and C. Gerhold, "Order release planning with predictive lead times: a machine learning approach," *Int J Prod Res*, vol. 59, no. 11, pp. 3285–3303, 2021.
- [24] A. Abdelhalim, A. Hamid, and H. Tiente, "Demand driven material requirements planning buffer positioning considering carbon emissions," in *IFIP International Conference on Advances in Production Management Systems*, Springer, 2021, pp. 460–468.
- [25] C. Zhou and Q. Cao, "RETRACTED ARTICLE: Design and implementation of intelligent manufacturing project management system based on bill of material," *Cluster Comput*, vol. 22, no. Suppl 4, pp. 8647–8655, 2019.
- [26] N. K. Ningrat and E. Aristriyana, "Penerapan Metode Distribution Requirement Planning (Drp) Dalam Penjadwalan Distribusi Produk Di Ukm Sb Jaya Ciamis," *Jurnal Industrial Galuh*, vol. 5, no. 2, pp. 92–105, 2023.
- [27] H. Gunawan and M. Fakhriza, "Distribution Information System at Rani Motor Workshop with DRP Method to Improve Sparepart Delivery Timeliness," *Sistemasi: Jurnal Sistem Informasi*, vol. 13, no. 4, pp. 1705–1717, 2024.
- [28] Y. R. Perdana and S. Arief, "Centralized-decentralized demand management and the bullwhip effect," *Jurnal Transportasi Multimoda*, vol. 19, no. 1, pp. 1–9, 2021.
- [29] J. A. Durán Peña, Á. Ortiz Bas, and N. M. Reyes Maldonado, "Impact of bullwhip effect in quality and waste in perishable supply chain," *Processes*, vol. 9, no. 7, p. 1232, 2021.
- [30] M. Mukhsin and M. T. Sobirin, "Scheduling Process Analysis Distribution of Product Using the Distribution Requirement Planning (DRP) Method," *AFEBI Management and Business Review*, vol. 7, no. 2, pp. 78–89, 2022.