

Optimasi Pendistribusian Produk Seng Menggunakan *Distribution Requirement Planning* Berdasarkan Nilai *Bullwhip Effect*

Nurul Chairany¹, Munira²

^{1,2}Universitas Muslim Indonesia

Email: nurul.chairany@umi.ac.id^{1*}, munira.munira@umi.ac.id²

*Korespondensi penulis: nurul.chairany@umi.ac.id¹

Abstract. The fluctuating growth of the construction industry, particularly in the post-Covid-19 era, has significantly impacted building material manufacturers including zinc product producers. Supply-demand imbalances have generated bullwhip effect phenomena in the Supply Chain of zinc products at PT. SS, the largest Galvanum producer and distributor in Eastern Indonesia. This study aims to measure bullwhip effect values, identify its root causes, and provide optimal inventory control solutions using Distribution Requirement Planning (DRP). Historical order and sales data from January to December 2022 from two distributors (CV. SU and CV. AM) were analyzed using the coefficient of variation method. Fishbone diagrams were employed to identify root causes. Demand forecasting was performed using Moving Average (MA), Single Exponential Smoothing (SES), and Double Exponential Smoothing (DES) methods with Minitab software. Results show that almost all product variants experienced bullwhip effect, with the highest value recorded at product size 0.20 x 762 at 1.587 (CV. SU) and 1.445 (CV. AM). The primary causes were demand forecasting errors, batch ordering, and demand fluctuations. DRP implementation successfully reduced the number of products experiencing bullwhip effect by 60%.

Keywords: Bullwhip Effect; Distribution Planning; Distribution Requirement Planning; Fishbone Diagram; Supply Chain.

Abstrak. Perkembangan industri konstruksi yang mengalami fluktuasi, khususnya pada era pasca Covid-19, memberikan dampak signifikan terhadap industri manufaktur bahan bangunan termasuk produk seng. Ketidakseimbangan antara pasokan dan permintaan menimbulkan fenomena *bullwhip effect* pada rantai pasok produk seng di PT. SS, perusahaan produsen dan distributor Galvanum terbesar di Indonesia Timur. Penelitian ini bertujuan untuk mengukur nilai *bullwhip effect*, mengidentifikasi faktor penyebabnya, dan memberikan solusi pengendalian persediaan yang optimal menggunakan metode *Distribution Requirement Planning* (DRP). Data historis pemesanan dan penjualan periode Januari–Desember 2022 dari dua distributor (CV. SU dan CV. AM) dianalisis menggunakan perhitungan koefisien variasi. Identifikasi penyebab *bullwhip effect* dilakukan dengan fishbone diagram. Peramalan permintaan menggunakan metode Moving Average (MA), Single Exponential Smoothing (SES), dan Double Exponential Smoothing (DES) dengan bantuan software Minitab. Hasil penelitian menunjukkan bahwa hampir seluruh jenis produk mengalami *bullwhip effect*, dengan nilai tertinggi pada produk ukuran 0.20 x 762 sebesar 1.587 (CV. SU) dan 1.445 (CV. AM). Faktor penyebab utama adalah kesalahan peramalan permintaan, pemesanan dalam batch, dan fluktuasi permintaan. Penerapan DRP berhasil menurunkan jumlah produk yang mengalami *bullwhip effect* sebesar 60%.

Kata kunci: Bullwhip Effect; Distribution Requirement Planning; Fishbone Diagram; Perencanaan Distribusi; Rantai Pasok.

1. LATAR BELAKANG

Industri konstruksi merupakan salah satu sektor yang sangat dinamis dan rentan terhadap fluktuasi ekonomi. Pertumbuhan konstruksi di Indonesia mengalami pasang surut yang signifikan, terutama sejak pandemi Covid-19 melanda berbagai sektor termasuk konstruksi. Data BPS (2022) mencatat pertumbuhan konstruksi di Indonesia dari tahun 2020 hingga 2022 menunjukkan pola yang sangat berfluktuasi. Kondisi ini secara langsung mempengaruhi jumlah produksi dan permintaan produk-produk bangunan, salah satunya

adalah produk seng yang banyak digunakan di industri konstruksi dan otomotif. Indonesia sendiri berkontribusi memproduksi sekitar 1% seng dari total produksi seng global.

Ketidakpastian permintaan akibat fluktuasi pasar ini berpotensi menimbulkan fenomena yang dikenal sebagai *bullwhip effect*. Menurut Chairany (2024) dan Chairany et al. (2016), *bullwhip effect* adalah fenomena di mana satu lonjakan kecil di tingkat konsumen dapat mengakibatkan lonjakan yang sangat tajam di level yang jauh dari konsumen dalam rantai pasok. Fenomena ini terjadi karena ketidakpastian permintaan yang menyebabkan setiap pelaku rantai pasok cenderung menyimpan buffer stok lebih dari yang diperlukan, sehingga variabilitas permintaan semakin membesar ke arah hulu.

PT. SS merupakan salah satu perusahaan yang bergerak dalam bidang produksi dan distribusi produk Galvanum terbesar di Indonesia Timur (Chairany, 2019). Pada proses pendistribusian produknya, PT. SS menghadapi permasalahan berupa kesalahan interpretasi data permintaan di setiap rantai distribusi, sehingga terjadi fluktuasi permintaan yang semakin membesar dari hilir ke hulu (*bullwhip effect*). Kelebihan persediaan yang menumpuk di gudang menjadi salah satu penyebab penurunan kualitas produk seng akibat penyimpanan jangka panjang.

Untuk mengatasi permasalahan tersebut, diperlukan sebuah metode perencanaan dan pengendalian distribusi persediaan yang sistematis. *Distribution Requirement Planning* (DRP) adalah metode yang dapat digunakan untuk menentukan kapan dan berapa banyak barang harus dikirim ke setiap titik distribusi, sehingga fluktuasi permintaan dapat diminimalisasi. DRP menyediakan informasi yang dibutuhkan oleh distribusi dan manajemen manufaktur untuk mengefektifkan alokasi persediaan dan kapasitas produksi.

Beberapa penelitian terdahulu telah mengkaji permasalahan *bullwhip effect* dan DRP dari berbagai sudut pandang. Lestari et al. (2017) menggunakan Material Requirement Planning (MRP) untuk menentukan jumlah pesanan, namun hanya pada satu level rantai pasok. Chairany et al. (2016) juga mempertimbangkan MRP dalam penelitiannya dengan dua eselon rantai pasok. Hariastuti et al. (2020) mengintegrasikan DRP dengan collaborative resource planning, tetapi hanya pada satu level rantai pasok. Mera and Ernawati (2023) menerapkan DRP di tingkat distributor saja. Penelitian ini mengisi celah tersebut dengan menerapkan DRP pada dua level rantai pasok (produsen-distributor) disertai identifikasi akar penyebab *bullwhip effect* menggunakan fishbone diagram.

2. KAJIAN TEORITIS

Bullwhip Effect pada Supply Chain

Supply Chain Management (SCM) adalah suatu sistem di mana organisasi menyalurkan barang produksi dan jasanya kepada para pelanggannya melalui jaringan organisasi yang saling berhubungan. Konsep SCM bertujuan mencapai optimalisasi kinerja perusahaan agar mampu memberikan service level yang tinggi dalam memenuhi permintaan konsumen (Fitriyani et al., 2025). Dalam suatu *Supply Chain* terdapat tiga aliran utama yang harus dikelola: (1) aliran barang dari hulu (*upstream*) ke hilir (*downstream*); (2) aliran uang dari hilir ke hulu; dan (3) aliran informasi yang dapat terjadi dari hulu ke hilir maupun sebaliknya. Ketiga aliran ini harus terkoordinasi dengan baik untuk menghindari distorsi informasi yang dapat memicu *bullwhip effect* (Pujawan et al., 2024).

Bullwhip effect merupakan fenomena dalam rantai pasok yang ditandai dengan meningkatnya variasi permintaan dari hilir ke hulu rantai pasok. Fluktuasi kecil pada permintaan konsumen dapat menyebabkan perubahan permintaan yang jauh lebih besar pada tingkat distributor, manufaktur, hingga pemasok bahan baku. Kondisi ini menyebabkan ketidakseimbangan persediaan, peningkatan biaya distribusi, keterlambatan pengiriman, dan rendahnya efisiensi operasional rantai pasok (Rafati, 2022; Tombido & Baihaqi, 2022). *Bullwhip effect* secara sederhana terjadi karena permintaan yang relatif stabil di tingkat konsumen, tetapi menjadi fluktuatif di bagian hulu *Supply Chain* akibat adanya distorsi aliran informasi.

Bullwhip effect menjadi salah satu sumber utama inefisiensi rantai pasok modern karena dapat meningkatkan inventory holding cost, backorder, serta menurunkan tingkat pelayanan pelanggan. Selain itu, perkembangan pasar yang tidak pasti, gangguan distribusi, pandemi, dan perubahan perilaku konsumen turut memperbesar risiko *bullwhip effect* pada berbagai sektor industri (Tombido & Baihaqi, 2022). Dalam penelitian lain, Nguyen et al. (2021) menunjukkan bahwa distorsi informasi permintaan dapat diminimalkan melalui integrasi perencanaan distribusi antar level rantai pasok. Integrasi tersebut memungkinkan sinkronisasi data permintaan dan pengendalian persediaan secara lebih akurat sehingga mampu mengurangi amplifikasi permintaan.

Pada konteks industri di Indonesia, penelitian Ernawati and Syaifullah (2022) menemukan bahwa tingginya nilai *bullwhip effect* pada distributor dipengaruhi oleh pola permintaan yang fluktuatif dan proses distribusi yang belum terintegrasi dengan baik. Kondisi ini menyebabkan ketidaksesuaian antara jumlah produk yang dipesan dengan kebutuhan aktual pasar. Berdasarkan berbagai penelitian tersebut, dapat disimpulkan bahwa *bullwhip effect*

merupakan permasalahan penting dalam manajemen rantai pasok karena berdampak langsung terhadap efektivitas distribusi, pengendalian persediaan, dan biaya operasional perusahaan. Oleh karena itu, diperlukan metode perencanaan distribusi yang mampu meningkatkan koordinasi dan sinkronisasi kebutuhan antar level rantai pasok.

Distribution Requirement Planning (DRP) untuk Mengatasi Bullwhip Effect

Distribution Requirement Planning (DRP) merupakan metode perencanaan distribusi yang digunakan untuk menentukan kebutuhan pengiriman dan persediaan pada setiap titik distribusi secara sistematis. DRP membantu perusahaan dalam menentukan jumlah dan waktu pemesanan produk berdasarkan data permintaan, persediaan, lead time, dan jadwal distribusi. Metode ini banyak digunakan untuk meningkatkan efisiensi distribusi sekaligus mengurangi ketidakpastian permintaan dalam rantai pasok (Hariastuti et al., 2020).

Penelitian (Hariastuti et al., 2020) menunjukkan bahwa penerapan DRP mampu menurunkan *bullwhip effect* melalui pengaturan jadwal distribusi dan lot sizing yang lebih optimal. Penelitian tersebut mengombinasikan metode Collaborative Planning Forecasting and Replenishment (CPFR) dengan DRP untuk mengurangi ketidaksesuaian antara purchase order distributor dan produk yang dikirim perusahaan. Hasil penelitian menunjukkan bahwa nilai *bullwhip effect* berhasil ditekan mendekati nilai ideal setelah implementasi DRP. Selain itu, penelitian Ernawati and Syaifullah (2022) pada PT XYZ membuktikan bahwa penerapan metode DRP memberikan dampak positif terhadap penurunan fluktuasi *bullwhip effect*. DRP membantu perusahaan dalam menyusun jadwal distribusi yang lebih terencana sehingga aliran produk menjadi lebih stabil dan tingkat persediaan dapat dikendalikan dengan lebih baik.

Nguyen et al. (2021) menjelaskan bahwa integrasi DRP pada seluruh jaringan rantai pasok atau flowcasting dapat mengurangi distorsi permintaan dibandingkan metode reorder point tradisional. Sistem DRP memungkinkan pertukaran informasi permintaan secara real-time antar level *Supply Chain* sehingga keputusan replenishment menjadi lebih akurat dan responsif terhadap perubahan pasar. Secara umum, penerapan DRP memberikan beberapa manfaat utama, yaitu meningkatkan akurasi distribusi, mengurangi biaya persediaan, menstabilkan pola pemesanan, memperbaiki koordinasi antar distributor dan perusahaan, serta menurunkan tingkat *bullwhip effect*. Dengan demikian, DRP dapat menjadi pendekatan strategis dalam meningkatkan efisiensi dan ketahanan rantai pasok, khususnya pada industri dengan permintaan yang fluktuatif.

3. METODE PENELITIAN

Lokasi dan Waktu Penelitian

Penelitian dilaksanakan pada tahun 2023 di PT. SS, Makassar, Sulawesi Selatan. PT. SS merupakan perusahaan manufaktur dan distributor produk Galvanum (baja berlapis aluminium-seng) terbesar di kawasan Indonesia Timur. Sistem distribusi perusahaan menggunakan pola tidak langsung melalui dua distributor utama, yaitu CV. SU dan CV. AM.

Data Penelitian

Data yang digunakan terdiri dari data primer (hasil observasi dan wawancara langsung dengan pihak produsen, distributor, dan pengecer) serta data sekunder (data historis pemesanan dan penjualan periode Januari–Desember 2022, data produksi, data persediaan, data safety stock). Objek penelitian mencakup tujuh varian produk Galvanum berdasarkan ukuran: 0.20 x 762, 0.20 x 914, 0.25 x 914, 0.30 x 914, 0.35 x 914, 0.40 x 914, dan 0.50 x 914.

Tahapan Penelitian

Penelitian dilakukan melalui beberapa tahapan sistematis. Pertama, observasi dan studi literatur untuk memahami fenomena *bullwhip effect* secara global. Kedua, identifikasi masalah berdasarkan hasil studi literatur dan observasi lapangan. Ketiga, pengumpulan data historis pemesanan, penjualan, produksi, dan persediaan. Keempat, perhitungan nilai *bullwhip effect* menggunakan metode koefisien variasi. Kelima, root cause analysis menggunakan fishbone diagram untuk mengidentifikasi penyebab *bullwhip effect*. Keenam, peramalan permintaan untuk 12 bulan ke depan menggunakan software Minitab dengan tiga metode alternatif. Ketujuh, perhitungan *Distribution Requirement Planning* sebagai solusi pengendalian persediaan. Kedelapan, analisis dan pembahasan hasil.

Metode Analisis

Pengukuran *bullwhip effect* menggunakan formula berikut:

$$CV (\text{pesan}) = \text{STD} (\text{Pesan}) / \text{AVR} (\text{Pesan}) \dots (1)$$

$$CV (\text{jual}) = \text{STD} (\text{Jual}) / \text{AVR} (\text{Jual}) \dots (2)$$

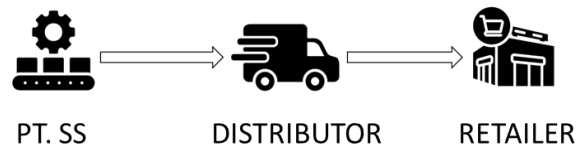
$$BE (\omega) = CV (\text{Pesan}) / CV (\text{Jual}) \dots (3)$$

Di mana STD adalah standar deviasi, AVR adalah rata-rata, CV adalah koefisien variasi, dan BE (ω) adalah nilai *bullwhip effect*. *Bullwhip effect* terjadi jika $\omega > 1$ dan tidak terjadi jika $\omega < 1$. Pemilihan metode peramalan terbaik didasarkan pada nilai Mean Absolute Percentage Error (MAPE) dan Mean Absolute Deviation (MAD) terkecil.

4. HASIL DAN PEMBAHASAN

Alur Distribusi dan Jenis Produk

PT. SS mendistribusikan produk Galvanum melalui sistem distribusi tidak langsung, yaitu dari produsen ke distributor (CV. SU dan CV. AM) kemudian ke pengecer atau konsumen akhir. Struktur bill of distribution terdiri dari dua level: Level 0 (PT. SS sebagai produsen) dan Level I (kedua distributor). Kapasitas produksi tertinggi tercatat pada produk ukuran 0.25 x 914 dengan rata-rata 790.163 lembar/bulan, diikuti produk 0.20 x 762 dengan rata-rata 242.714 lembar/bulan.



Gambar 1. Struktur Rantai Pasok.

Hasil Perhitungan *Bullwhip Effect*

Perhitungan *bullwhip effect* dilakukan pada tiga level agregasi: ω_1 (per produk per distributor), ω_2 (per produk untuk seluruh distributor), dan ω_3 (seluruh produk per distributor). Hasil rekapitulasi menunjukkan bahwa hampir seluruh produk pada kedua distributor mengalami *bullwhip effect* ($\omega > 1$).

Tabel 1. Rekapitulasi Nilai *Bullwhip Effect* (ω_1) pada Kedua Distributor.

No Ukuran Produk		CV. SU		CV. AM	
		Nilai BE	Keterangan	Nilai BE	Keterangan
1	0.20 x 762	1.587497	BE	1.44495	BE
2	0.20 x 914	1.032129	BE	0.841432	Tidak BE
3	0.25 x 914	1.063506	BE	0.819157	Tidak BE
4	0.30 x 914	0.947606	Tidak BE	1.105372	BE
5	0.35 x 914	1.035428	BE	0.308133	Tidak BE
6	0.40 x 914	1.168711	BE	1.070484	BE
7	0.50 x 914	1.097721	BE	0.876775	BE

Sumber: Hasil pengolahan data (2023).

Dari tabel di atas, terlihat bahwa lima dari tujuh produk pada CV. SU dan lima dari tujuh produk pada CV. AM mengalami *bullwhip effect*. Nilai *bullwhip effect* tertinggi terdapat pada produk ukuran 0.20 x 762 pada CV. SU dengan nilai $\omega = 1.587$, disusul produk yang sama pada CV. AM dengan nilai $\omega = 1.445$. Artinya, variabilitas pemesanan distributor kepada produsen jauh lebih besar dibandingkan variabilitas permintaan konsumen akhir.

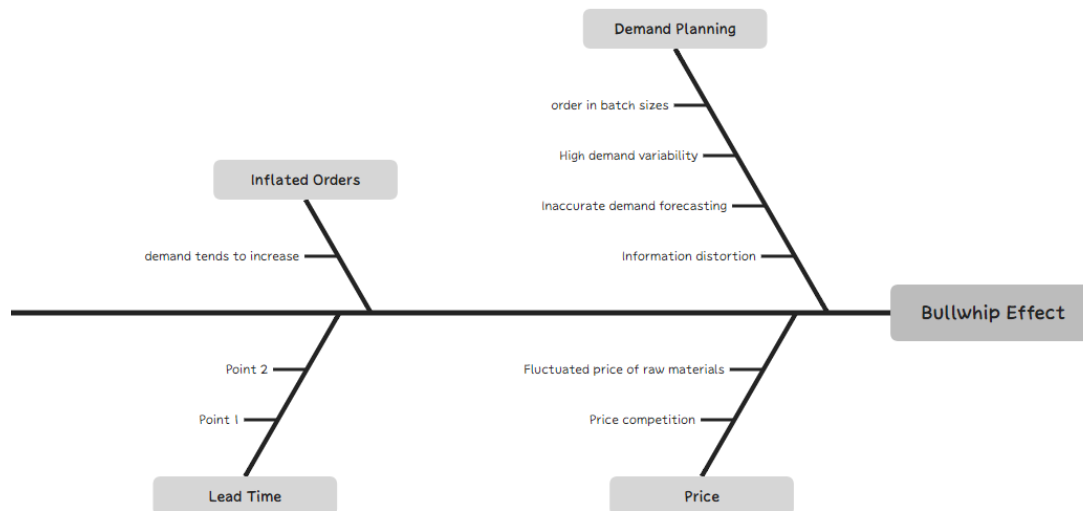
Identifikasi Penyebab *Bullwhip Effect*

Tahap awal identifikasi penyebab *bullwhip effect* dilakukan dengan menggunakan analisis 5W + 1H dan diagram tulang ikan. Analisis ini memuat beberapa informasi terkait proses produksi dan distribusi seperti yang ditunjukkan pada Tabel 2.

Tabel 2. Analisis akar masalah menggunakan 5W+H.

5W + 1H	Deskripsi
What	Persediaan berlebih sering terjadi, tetapi kekurangan persediaan juga terjadi pada waktu-waktu tertentu.
Who	Departemen Pemasaran sebagai pihak yang melakukan peramalan permintaan. Sales sebagai penghubung langsung antara distributor dan perusahaan. Pemilik distributor sebagai pembeli produk GALVANUM.
Where	Departemen Pemasaran sebagai pihak yang melakukan peramalan permintaan. Pabrik Distributor Supplier Bagian pemasaran
When	Pola permintaan bersifat dinamis karena dipengaruhi oleh perkembangan konstruksi yang tidak pasti. Oleh karena itu, sulit menentukan waktu yang tepat.
Why	Karena permintaan dari hilir tidak pasti. Faktor cuaca Kemacetan lalu lintas. Inaccurate demand forecasting Peramalan permintaan yang tidak akurat.
How	Permintaan yang berfluktuasi. Karena permintaan dari hilir/konsumen kepada retailer memiliki kebutuhan yang tidak pasti. Karena jarak antara perusahaan dan supplier serta volume kendaraan di Indonesia yang terus meningkat setiap tahun.

Mengidentifikasi penyebab *bullwhip effect*, yang digambarkan dalam diagram tulang ikan. Tujuan penggunaan diagram tulang ikan adalah untuk mempermudah identifikasi berbagai kemungkinan penyebab suatu efek atau masalah dengan mengelompokkan masalah ke dalam satu kategori. Diagram tulang ikan adalah alat visual untuk mengidentifikasi, mengeksplorasi, dan menggambarkan secara grafis secara detail semua penyebab yang terkait dengan suatu masalah. Menurut Korać and Simić (2019), konsep dasar diagram tulang ikan adalah analisis kerangka kerja untuk mengidentifikasi proses bisnis atau sistem yang melibatkan banyak aktor. Dalam penelitian ini, diagram tulang ikan digunakan untuk mengidentifikasi penyebab produk Galvanum, khususnya jenis produk yang mengalami *bullwhip effect*. Gambar 2 berikut adalah diagram tulang ikan yang data masukannya diperoleh dari data wawancara dengan perusahaan.



Gambar 2. Fishbone Diagram.

Analisis akar penyebab *bullwhip effect* dilakukan menggunakan fishbone diagram berdasarkan hasil wawancara mendalam dengan pihak perusahaan. Dari hasil wawancara dengan perusahaan, ditemukan bahwa beberapa penyebab terjadinya *bullwhip effect* adalah, seperti perkiraan permintaan yang tidak akurat, waktu tunggu yang tidak pasti, pemesanan persediaan secara berkelompok, fluktuasi permintaan, dan pesanan yang berlebihan. Penyebab yang paling dominan adalah kesalahan dalam menentukan pemesanan optimal, yang menimbulkan kesalahan dalam perencanaan persediaan, yang dampaknya akan memengaruhi biaya persediaan, baik biaya penyimpanan maupun biaya penahanan. Perbaikan yang diusulkan adalah meningkatkan sistem pemesanan dan distribusi produk dengan menerapkan Perencanaan Kebutuhan Distribusi (*Distribution Requirement Planning/DRP*). Hasil analisis mengidentifikasi beberapa faktor penyebab utama, yang dapat dikategorikan sebagai berikut:

- a. Kesalahan Peramalan Permintaan: penggunaan metode peramalan yang tidak tepat menyebabkan estimasi kebutuhan yang tidak akurat.
- b. Pemesanan dalam Batch (Order Batching): distributor cenderung mengakumulasi pesanan dan memesan dalam jumlah besar pada periode tertentu, menghasilkan pola permintaan yang sangat berfluktuasi.
- c. Fluktuasi Permintaan Pasar: kondisi pasar pasca Covid-19 yang tidak stabil menyebabkan perubahan permintaan yang sulit diprediksi.
- d. Inflated Order: kecenderungan distributor untuk memperbesar ukuran pemesanan sebagai antisipasi kelangkaan stok.
- e. Lead Time yang Tidak Konsisten: variasi lead time pengiriman menyebabkan ketidakpastian dalam perencanaan persediaan.

Dari keseluruhan penyebab tersebut, akar penyebab paling dominan adalah kesalahan dalam menentukan pemesanan yang optimal, yang berdampak pada kelebihan atau kekurangan persediaan dan pada akhirnya meningkatkan biaya simpan serta berpotensi menurunkan kualitas produk.

Peramalan Permintaan

Berdasarkan hasil plotting data penjualan historis, pola data penjualan pada kedua distributor bersifat stasioner/random. Oleh karena itu, tiga metode peramalan diuji: Moving Average (MA), Single Exponential Smoothing (SES), dan Double Exponential Smoothing (DES). Pemilihan metode terbaik didasarkan pada nilai MAPE dan MAD terkecil yang dihitung menggunakan software Minitab 18.

Tabel 3. Rekapitulasi Penentuan Metode Peramalan Terbaik.

Ukuran	Indikator	Moving Average	SES	DES	Metode Terpilih
0.20 x 762 (Sriwijaya)	MAPE	24.517	24.456	21.193	DES
	MAD	19.273	18.035	16.381	
0.25 x 914 (Sriwijaya)	MAPE	18.432	17.984	15.762	DES
	MAD	14.516	13.871	12.405	
0.20 x 914 (Artha)	MAPE	22.145	21.320	20.876	DES
	MAD	17.823	16.944	16.230	

Sumber: Hasil pengolahan data Minitab 18 (2023).

Berdasarkan perbandingan ketiga metode, metode Double Exponential Smoothing (DES) memberikan nilai MAPE dan MAD terkecil pada sebagian besar varian produk, sehingga dipilih sebagai metode peramalan untuk menghitung proyeksi permintaan tiga bulan ke depan.

Perencanaan *Distribution Requirement Planning*

Setelah mendapatkan hasil peramalan permintaan, dilakukan perhitungan *Distribution Requirement Planning* untuk merencanakan pemesanan yang optimal. Proses DRP mencakup empat tahapan: Netting (menghitung kebutuhan bersih dengan mempertimbangkan persediaan saat ini dan safety stock), Lotting (menentukan ukuran lot pemesanan menggunakan metode Economic Order Quantity), Offsetting (penyesuaian waktu pemesanan berdasarkan lead time pengiriman), dan Explosion (penurunan kebutuhan dari level distributor ke level produsen).

Safety stock ditetapkan sebesar 6% dari total transaksi penjualan selama 12 bulan untuk setiap distributor. Rencana pemesanan yang dihasilkan memberikan jadwal yang lebih terstruktur dan terukur dibandingkan sistem pemesanan sebelumnya yang bersifat ad hoc.

Evaluasi Hasil Penerapan DRP

Berdasarkan hasil perencanaan pemesanan dan persediaan menggunakan DRP, maka dilakukan perhitungan nilai *bullwhip Effect*. Pada Tabel 4 menampilkan nilai *bullwhip effect* dengan menggunakan nilai pemesanan dari DRP.

Tabel 4. Nilai Bullwhip setelah DRP.

No	Ukuran Produk	CV. SU		CV. AM	
		Nilai BE	Keterangan	Nilai BE	Keterangan
1	0.20 x 762	13,3944	BE	0	Tidak BE
2	0.20 x 914	2,040179	BE	0	Tidak BE
3	0.25 x 914	0	Tidak BE	0,945877	Tidak BE
4	0.30 x 914	0	Tidak BE	0,954699	Tidak BE
5	0.35 x 914	0,903025	Tidak BE	1,649254	BE
6	0.40 x 914	0	Tidak BE	1,094322	BE

Setelah implementasi DRP, dilakukan evaluasi perbandingan nilai *bullwhip effect* sebelum dan sesudah penerapan metode. Hasil evaluasi menunjukkan penurunan yang signifikan pada jumlah produk yang mengalami *bullwhip effect*.

Tabel 5. Perbandingan Jumlah *Bullwhip Effect* Sebelum dan Sesudah Penerapan DRP.

Kondisi	Jumlah Produk BE	Persentase Penurunan
Sebelum DRP	10 produk	–
Setelah DRP	4 produk	60%

Sumber: Hasil pengolahan data (2023).

Penerapan DRP secara nyata mampu mengurangi jumlah produk yang mengalami *bullwhip effect* dari 10 produk menjadi hanya 4 produk, setara dengan penurunan sebesar 60%. Hasil ini menunjukkan bahwa perencanaan distribusi yang terstruktur dengan mempertimbangkan peramalan permintaan yang akurat, penetapan safety stock yang tepat, dan penjadwalan pemesanan berbasis EOQ dapat meredam amplifikasi variabilitas permintaan dalam rantai pasok.

5. KESIMPULAN

Hampir seluruh jenis produk pada kedua distributor mengalami *bullwhip effect*. Nilai *bullwhip effect* tertinggi terdapat pada produk ukuran 0.20 x 762 dengan nilai $\omega = 1.587$ pada CV. SU dan $\omega = 1.445$ pada CV. AM. Faktor-faktor penyebab *bullwhip effect* yang teridentifikasi melalui fishbone diagram meliputi: kesalahan peramalan permintaan, pemesanan dalam batch, fluktuasi permintaan, dan inflated order. Akar penyebab paling dominan adalah ketidaktepatan dalam menentukan jumlah pemesanan yang optimal. Penerapan *Distribution Requirement Planning* (DRP) berhasil menurunkan jumlah produk yang

mengalami *bullwhip effect* sebesar 60%, dari 10 produk menjadi 4 produk, menunjukkan efektivitas DRP sebagai metode pengendalian persediaan dalam rantai pasok multi-level.

Saran untuk penelitian selanjutnya yaitu mengkaji DRP dan *Bullwhip effect* mempertimbangkan variansi lead time. Selain itu penelitian ini juga perlu untuk mengkaji di berbagai komoditas yang sensitif terhadap perubahan waktu dan perubahan permintaan yang tidak pasti.

DAFTAR REFERENSI

- BPS. (2022). *Indikator konstruksi triwulan II 2022*. BPS. <https://www.bps.go.id>
- Chairany, N. (2019). Evaluation of supply chain performance through integration of hierarchical based measurement system and traffic light system: A case study approach to iron sheet factory. *International Journal of Supply Chain Management*.
- Chairany, N. (2024). *Strategi mengatasi bullwhip effect: Sistem informasi rantai pasok dan perencanaan & pengendalian persediaan*. Eureka Media Aksara.
- Chairany, N., Baihaqi, I., & Amirullah, N. (2016). Analysis of information sharing impact in two level supply chain with multiple retailers (case study in two manufacturing companies, PT XY and PT YZ).
- Ernawati, D., & Syaifullah, H. (2022). Analisa fluktuasi bullwhip effect dalam penerapan metode distribution requirement planning (DRP) di PT. XYZ. *JUMINTEN*, 3(3), 61–72.
- Fitriyani, Z. A., Rizkina, F. D., Nuryadi, A. M., Taufik, M. I., Chairany, N., & Sihombing, D. A. (2025). *Manajemen rantai pasok*. CV Get Press Indonesia.
- Hariastuti, N. L. P., Fardiya, E., & Dwicahyani, A. R. (2020). Supply chain analysis using distribution requirement planning (DRP) based on bullwhip effect parameter (case study: UD. Narwastu, Surabaya). *Jurnal IPTEK*, 24(2), 95–104.
- Korać, D., & Simić, D. (2019). Fishbone model and universal authentication framework for evaluation of multifactor authentication in mobile environment. *Computers & Security*, 85, 313–332. <https://doi.org/10.1016/j.cose.2019.05.002>
- Lestari, P., Irena, L., & Widyadana, I. G. A. (2017). Pengaruh penentuan jumlah pemesanan pada bullwhip effect. *J@TI Undip: Jurnal Teknik Industri*, 12(1), 49–56. <https://doi.org/10.14710/jati.12.1.49-56>
- Mera, D. S., & Ernawati, D. (2023). Penerapan metode distribution requirement planning sebagai upaya untuk meminimumkan bullwhip effect pada distributor minyak goreng (studi kasus PT. Surya Mandiri Distribusi). *JURMATIS (Jurnal Manajemen Teknologi dan Teknik Industri)*, 5(1), 22–35.
- Nguyen, D. T., Adulyasak, Y., & Landry, S. (2021). The bullwhip effect in rule-based supply chain planning systems: A case-based simulation at a hard goods retailer. *Omega*, 98, 102121. <https://doi.org/10.1016/j.omega.2019.102121>
- Pujawan, I. N., & Mahendrawathi, E. (2024). *Supply chain management* (4th ed.). Penerbit Andi.

- Rafati, E. (2022). The bullwhip effect in supply chains: Review of recent development. *Journal of Future Sustainability*, 2(3), 81–84. <https://doi.org/10.5267/j.jfs.2022.5.003>
- Tombido, L., & Baihaqi, I. (2022). Perspectives on the bullwhip effect in supply chains. In *The Palgrave handbook of supply chain management* (pp. 1–24). Springer. https://doi.org/10.1007/978-3-030-89869-5_44-1
- Anggraeni, D., Setiawan, H., & Nugroho, A. (2023). Analisis bullwhip effect pada sistem distribusi produk makanan menggunakan metode distribution requirement planning. *Jurnal Teknik Industri*, 24(2), 101–110. <https://doi.org/10.22219/JTIUMM.Vol24.No2.101-110>
- Fadillah, R., Prasetyo, E., & Kurniawan, D. (2024). Pengendalian persediaan untuk meminimalkan bullwhip effect pada rantai pasok industri manufaktur. *Jurnal Rekayasa Sistem Industri*, 13(1), 55–66. <https://doi.org/10.26593/jrsi.v13i1.6821.55-66>
- Hidayat, T., Saputra, M., & Lestari, N. (2022). Implementasi distribution requirement planning dalam meningkatkan efisiensi rantai pasok. *Jurnal Optimasi Sistem Industri*, 21(2), 134–145. <https://doi.org/10.25077/josi.v21.n2.p134-145.2022>
- Prabowo, A., Firmansyah, D., & Utami, S. (2023). Analisis pengaruh information sharing terhadap bullwhip effect pada supply chain industri retail. *Jurnal Teknik Industri: Jurnal Hasil Penelitian dan Karya Ilmiah dalam Bidang Teknik Industri*, 9(1), 77–86. <https://doi.org/10.24014/jti.v9i1.22110>
- Ramadhan, F., Wijaya, R., & Sari, P. (2024). Evaluasi kinerja supply chain menggunakan metode SCOR dan bullwhip effect pada perusahaan distribusi. *Jurnal INTECH Teknik Industri Universitas Serang Raya*, 10(1), 12–20. <https://doi.org/10.30656/intech.v10i1.7564>
- Yuliana, E., Handoko, W., & Permatasari, D. (2023). Penerapan metode DRP untuk mengurangi bullwhip effect pada sistem distribusi barang konsumsi. *Jurnal Ilmiah Teknik Industri*, 22(1), 67–76. <https://doi.org/10.23917/jiti.v22i1.21654>