

Analisis Dampak *Bullwhip Effect* Pada Produk Avtur dan ADO dengan Metode *Periodic Review* untuk Stabilitas Permintaan dalam Rantai Pasok

Aulia Idharizqi Widayani Sahbandar¹, Resista Vikaliana^{2*}

^{1,2)} Program Studi Teknik Logistik, Universitas Pertamina, Jakarta, Indonesia

Email: 102420010@student.universitaspertamina.ac.id dan resista.vikaliana@universitaspertamina.ac.id*

Abstrak

Penelitian ini bertujuan untuk menganalisis dampak *Bullwhip Effect* (BE) pada produk Avtur dan ADO sebelum dan sesudah menggunakan metode *Periodic Review* pada salah satu perusahaan migas di Indonesia, menentukan kebijakan produksi untuk mencegah *Bullwhip Effect*, dan identifikasi cara-cara untuk meminimalkan dampak tersebut. *Bullwhip Effect* merujuk pada fenomena amplifikasi perubahan permintaan di sepanjang rantai pasokan. *Periodic Review* digunakan dalam *supply chain* untuk mengevaluasi dan mengatur stok secara teratur dalam interval waktu tertentu. Penelitian ini menggunakan data historis STS (perencanaan), realisasi produksi dan data *lifting* (penyaluran). Hasil penelitian ini dapat menunjukkan tingkat keefektifitasan penggunaan *periodic review* dalam mengurangi BE. Sebelum menggunakan metode *periodic review*, $BE > 1$ pada produk avtur terjadi pada bulan Juni sebesar 1.08, Juli sebesar 1.01, dan Oktober 1.20. Sedangkan pada produk ADO $BE > 1$ pada bulan Juli sebesar 1.95 dan bulan November sebesar 1.05. Setelah menggunakan *periodic review* nilai BE pada kedua produk < 1 yang artinya penggunaan metode ini dapat meminimasi nilai BE, dimana kebijakan produksi kedua produk memiliki *service level* dan *lead time* yang sama, namun terdapat perbedaan pada *safety stock* dan *base stock* pada masing-masing produknya. Terdapat juga beberapa cara yang dapat digunakan untuk meminimasi fenomena *bullwhip effect* yaitu menciptakan stabilitas harga, mengurangi *lead time* atau *waiting time*, meningkatkan akurasi peramalan, dan menggunakan *machine learning* yang digunakan untuk pengambilan keputusan.

Kata kunci: *Bullwhip Effect*; Kebijakan Produksi; *Periodic Review*; *Supply Chain*

Abstract

This research aims to analyze the impact of the Bullwhip Effect on Avtur and ADO products before and after using the Periodic Review method at one of the oil and gas companies in Indonesia, determine production policies to prevent the Bullwhip Effect, and identify ways to minimize this impact. The Bullwhip Effect refers to the phenomenon of amplification of changes in demand along the supply chain. Periodic Review is used in the supply chain to evaluate and manage stock regularly at certain time intervals. This research uses historical STS (planning) data, production realization and lifting (distribution) data. The results of this study can show the level of effectiveness of using periodic reviews in reducing BE. Before using the periodic review method, $BE > 1$ for aviation fuel products occurred in June at 1.08, July at 1.01, and October at 1.20. Meanwhile, for ADO $BE > 1$ products, in July it was 1.95 and in November it was 1.05. After using the periodic review, the BE value for both products is < 1 , which means that using this method can minimize the BE value, where the production policy for both products has the same service level and lead time, but there are differences in the safety stock and base stock for each product. There are also several ways that can be used to minimize the bullwhip effect phenomenon, namely creating price stability, reducing lead time or waiting time, increasing forecasting accuracy, and using machine learning for decision making.

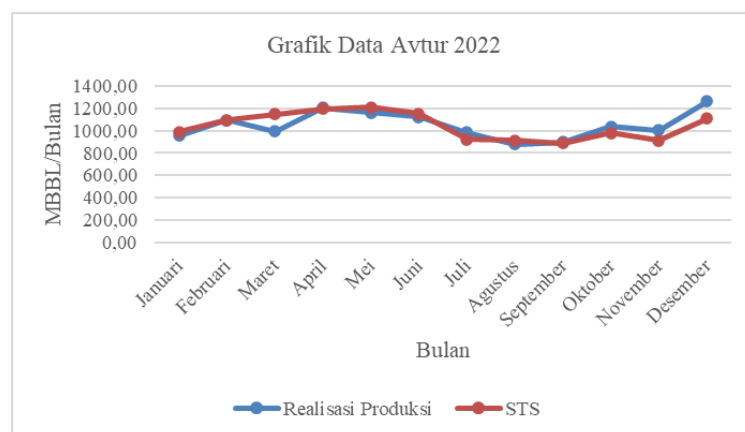
Keywords: *Bullwhip Effect*; *Production Policy*; *Periodic Review*; *Supply Chain*

PENDAHULUAN

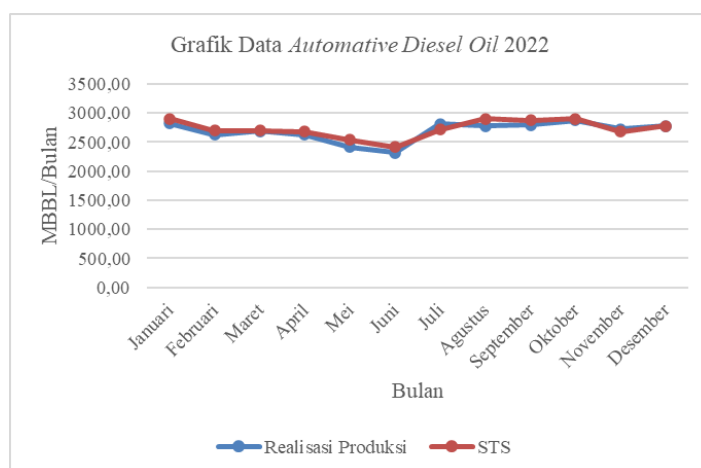
Indonesia dikenal sebagai salah satu negara yang memiliki keanekaragaman sumber daya alam yang potensinya cukup besar. Salah satu di antaranya adalah sumber daya minyak dan gas alam. Kebutuhan tentang minyak bumi dan gas alam merupakan salah satu hal yang perlu diketahui, mengingat penggunaan migas di Indonesia memegang peranan penting bagi masyarakat. Tingginya tingkat kebutuhan minyak bumi dan gas alam membuat perusahaan minyak menjadi salah satu perusahaan yang memegang peranan penting dalam mengelola kebutuhan yang merupakan sumber energi didunia ini. Terlebih lagi pengelolaan sumber daya alam di Indonesia belum dilakukan secara maksimal (Cahyolaksono, Baihaqi, & Bramanti, 2020). Dalam upaya memenuhi kebutuhan konsumen yang terus berkembang, produsen minyak dan gas terlibat dalam perencanaan yang cermat dan pengelolaan stok yang efisien.

Salah satu tantangan utama yang dihadapi oleh perusahaan migas dalam SCM adalah *bullwhip effect* (Latuny & Picauly, 2019). *Bullwhip Effect (BE)* adalah fenomena ketidaksesuaian antara pasokan dan *demand* karna adanya distorsi informasi (Ramdani & Harefa, 2023). Fenomena ini merujuk pada sebaran fluktuasi permintaan di sepanjang rantai pasokan, di mana perubahan kecil dalam permintaan pelanggan dapat mengakibatkan perubahan besar dalam permintaan di tingkat produsen dan distributor. Pada produk utama Avtur dan ADO, fenomena ini menciptakan tantangan serius dalam manajemen persediaan, mengarah pada biaya yang tidak efisien, persediaan yang berlebihan, dan kekurangan stok pada tingkat yang berbeda dalam rantai pasokan. Faktor lain yang dapat menyebabkan BE adalah fluktuasi pada musim tertentu, seperti musim liburan dan lebaran (Wardana, Yunitasari, & Nurhayati, 2022).

Pengetahuan tentang dampak BE pada produk-produk ini menjadi penting karena ketidakstabilan dalam pasokan dan permintaan dapat mengakibatkan biaya yang tidak perlu, persediaan yang berlebihan, atau kekurangan stok pada saat yang kritis. Oleh karena itu, melalui studi kasus ini, perusahaan migas dapat mengevaluasi sejauh mana *bullwhip effect* dapat mempengaruhi kestabilan pasokan Avtur dan ADO. Untuk mempertahankan efisiensi suatu rantai pasokan yang telah dibangun, koordinasi dan sinkronisasi informasi dari awal hingga akhir merupakan hal yang penting. Kekurangan dalam alur informasi dan koordinasi sering kali mengakibatkan penyebaran informasi yang tidak akurat. Dengan menggunakan metode *periodic review*, dilakukan perhitungan persediaan pada interval waktu tertentu, analisis ini diharapkan dapat membantu perusahaan migas mengidentifikasi pola fluktuasi dalam permintaan, memahami penyebabnya, dan mengembangkan strategi manajemen persediaan yang lebih efisien dan responsif. Berikut merupakan data perbandingan STS dengan realisasi pada salah satu perusahaan yang bergerak di bidang migas di Indonesia.



Gambar 1. Perbandingan produksi produk Avtur



Gambar 2. Perbandingan Produksi Produk ADO

Berdasarkan penjelasan permasalahan pada paragraf sebelumnya, peneliti mengidentifikasi beberapa tujuan yang akan diteliti dalam penelitian yaitu menentukan nilai BE dan kebijakan produksi pada produk avtur dan ADO serta mengetahui cara untuk meminimalkan BE.

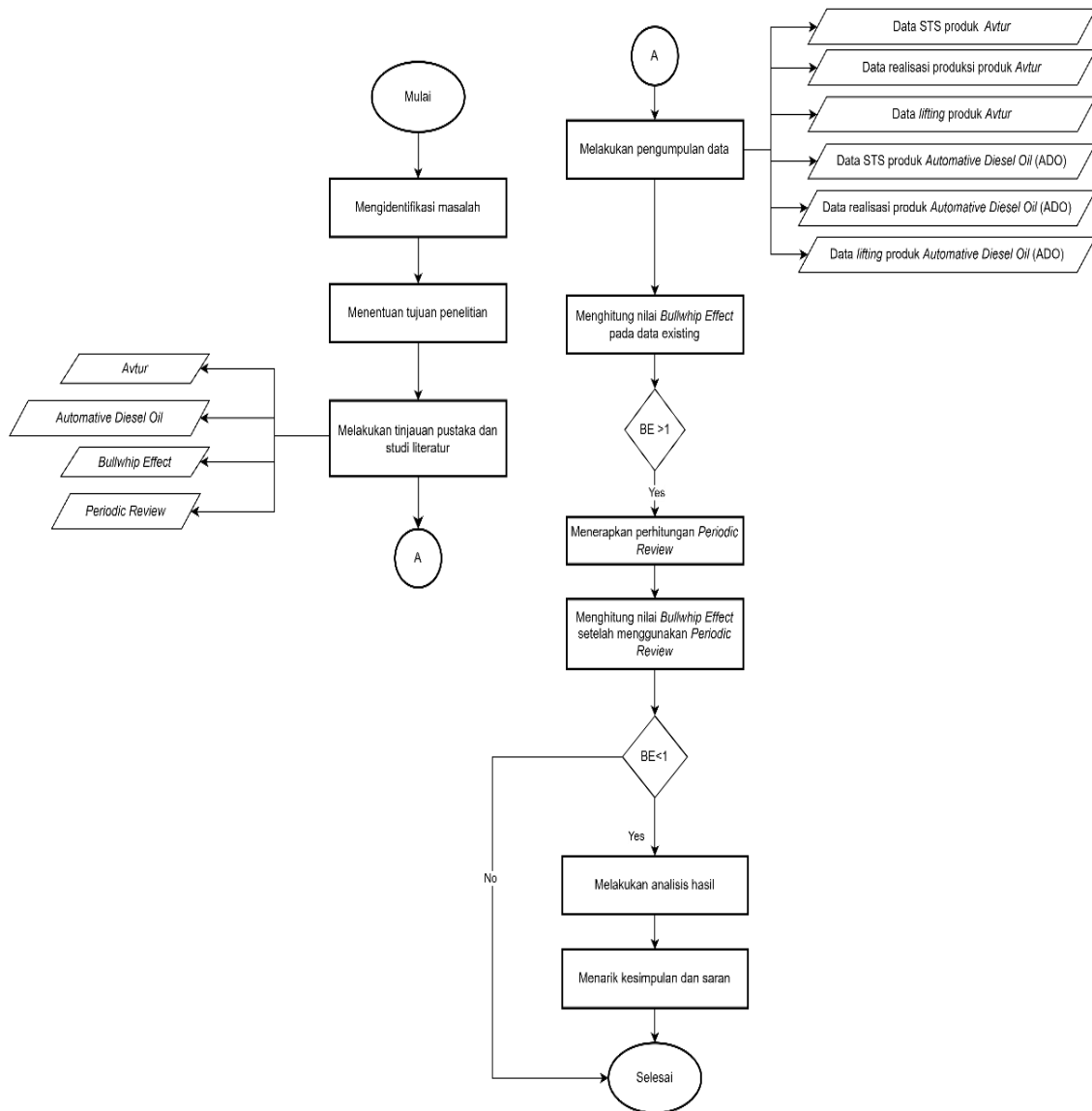
METODE PENELITIAN

Penelitian ini dilakukan secara sistematis dengan langkah-langkah yang diperlukan untuk merancang, melaksanakan, dan mengevaluasi penelitian dengan cara yang tepat dan efisien sekaligus untuk memudahkan peneliti mencapai tujuan. Penelitian ini dilakukan dengan mengumpulkan data-data histori mengenai produk Avtur dan ADO. Pengumpulan data dilakukan melalui wawancara secara langsung kepada bagian *supply chain and distribution* sehingga dapat diperoleh beberapa data seperti data realisasi produksi, STS, *lifting*, dan *lead time*. Penelitian ini menggunakan metode *periodic review*, yang mana metode tersebut merupakan salah satu metode yang digunakan dalam pengendalian persediaan (Sugiarti & Aryanny, 2023). Perbedaan metode *periodic review* dan *continuous review* terletak pada pemesanan kembali produk. Metode dan *continuous review* melakukan pemesanan produk saat mencapai Persediaan atau di bawah level persediaan (Syamil, Ridwan, & Santosa, 2018), sedangkan metode *periodic review* melakukan pemesanan sesuai dengan kebutuhan bahkan mencapai level persediaan maksimal dalam rentan waktu relatif stabil (Fikram, 2019). Oleh karena itu, penggunaan metode *periodic review* lebih tepat untuk digunakan dengan mempertimbangkan terjadinya fenomena *bullwhip effect* pada perusahaan. Gambar 1 merupakan alur kegiatan pada penelitian ini.

Penelitian awal dilakukan dengan cara mengidentifikasi masalah yang terjadi, identifikasi masalah dilakukan dengan observasi dan wawancara secara langsung (Metters, 1997; Morgan et al., 2018) kepada pihak *supply chain and distribution*. Diperoleh hasil dari observasi dan wawancara langsung yang menggambarkan gambaran umum terkait perusahaan dan masalah yang dihadapi oleh perusahaan. Setelah mengidentifikasi masalah penelitian, dilanjutkan dengan menentukan tujuan penelitian yang akan digunakan sebagai fokus amatan untuk mendapatkan hasil yang diharapkan.

Pada tahap studi literatur, dilakukan pencarian mengenai konsep-konsep *bullwhip effect* terhadap kebijakan produksi, pada tahap ini juga peneliti mencari referensi terkait metode yang tepat untuk digunakan dalam meminimasi terjadinya fenomena *bullwhip effect*. Pengumpulan data dilakukan dengan cara wawancara sehingga dari wawancara tersebut

diperoleh beberapa data yang dibutuhkan. Setelah data-data yang dibutuhkan selesai dikumpulkan, dilanjutkan pada tahap pengolahan data.



Gambar 3. Diagram Alur Penelitian

Pengolahan data diawali dengan perhitungan nilai *bullwhip effect existing* pada kedua produk tersebut, pada tahap ini merupakan penentu apakah penelitian dapat dilanjutkan atau tidak. Tahap kedua dari pengolahan data, yaitu melakukan perhitungan *safety stock* dan *base stock* yang akan digunakan sebagai *input* dalam perhitungan *periodic review* (Assauri, 2016; Heizer et al., 2017). Kemudian setelah diperoleh *safety stock* dan *base stock*, dilanjutkan dengan melakukan perhitungan *bullwhip effect* menggunakan *periodic review*. Hasil perhitungan *bullwhip effect* menggunakan *periodic review* yang akan menentukan apakah kebijakan produksi yang diusulkan oleh penelitian ini memiliki nilai optimal dengan nilai *bullwhip effect* < 1. Setelah diperoleh hasil keseluruhan pengolahan data, tahap selanjutnya akan dilakukan analisis hasil dengan membandingkan nilai *bullwhip effect existing* dengan nilai *bullwhip effect* setelah menggunakan metode usulan. Pada tahap

akhir dilakukan penarikan kesimpulan untuk menjawab tujuan penelitian berdasarkan pengolahan data dan hasil yang didapatkan dari penelitian.

HASIL DAN PEMBAHASAN

Perhitungan *Bullwhip Effect*

Dalam penghitungan *bullwhip effect*, diperlukan data *demand* dan order pada produk yang dianalisis. Data order, yang sama dengan data (STS), menjadi acuan awal bagi perusahaan migas dalam merencanakan produksi avtur dan ADO. Sementara itu, data *demand* adalah data realisasi yang mencerminkan hasil produksi yang telah disalurkan berdasarkan data STS. Penggunaan data realisasi dalam penelitian ini menunjukkan kemampuan perusahaan dalam memenuhi permintaan. Rumus yang digunakan dalam menghitung *bullwhip effect* telah dijabarkan oleh (Pratama, Susriyati, & Adelino, 2021):

$$CV(order) = \frac{Std.dev (order)}{Mu(order)} \quad (1)$$

$$CV(demand) = \frac{Std.dev (demand)}{Mu(demand)} \quad (2)$$

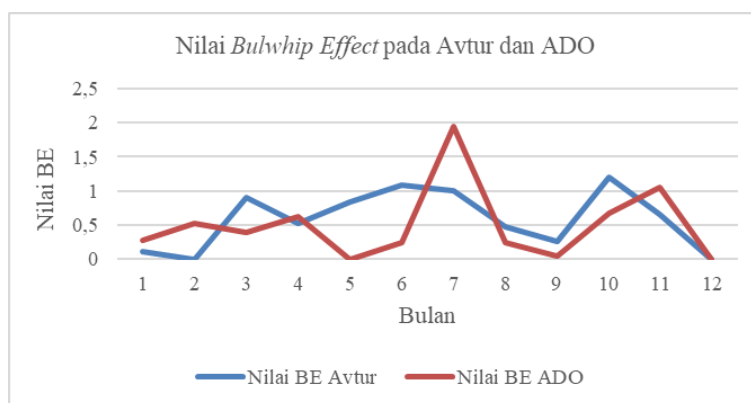
$$BE = \frac{CV (order)}{CV (demand)} \quad (3)$$

Data aktual perusahaan dipadankan dengan rumus *bullwhip effect* sebelumnya untuk menghitung BE menggunakan data STS dan realisasi produksi. Dari data tersebut, dihitung rata-rata dan standar deviasi produksi dan STS per bulan untuk mencari nilai BE.

$$CV(STS) = \frac{Std.dev (STS)}{Mu(STS)} \quad (4)$$

$$CV(Realisasi) = \frac{Std.dev (Realisasi produksi)}{Mu(Realisasi produksi)} \quad (5)$$

$$BE = \frac{CV (STS)}{CV (Realisasi produksi)} \quad (6)$$



Gambar 4. Nilai *Bullwhip Effect* pada Produk Avtur dan ADO

Grafik menunjukkan adanya *bullwhip effect* pada produk avtur yang terjadi di bulan Juni, Juli, dan Oktober 2022, dengan nilai BE lebih dari 1. Pada ketiga bulan tersebut, terlihat bahwa realisasi produksi melebihi perencanaan (STS), mengindikasikan terjadinya fluktuasi yang signifikan dalam permintaan. Selain itu, dapat diamati bahwa standar deviasi pada bulan Februari dan Desember memiliki nilai nol, menunjukkan bahwa variansi dalam data perencanaan awal (STS) relatif stabil dan cenderung tidak berubah-ubah dibandingkan dengan bulan-bulan lainnya.

Sementara itu, pada produk ADO, fenomena *Bullwhip Effect* juga teramati pada bulan Juli dan Oktober 2022, dengan pola yang serupa. Seperti pada produk avtur, nilai BE pada bulan-bulan ini melebihi 1, menunjukkan kecenderungan fluktuasi permintaan yang

signifikan. Selain itu, standar deviasi pada bulan Februari dan Desember juga menunjukkan nilai nol, menandakan bahwa variasi dalam data perencanaan awal (STS) tetap konsisten. Hal ini menunjukkan bahwa fluktuasi permintaan pada kedua produk tersebut bukan disebabkan oleh variasi dalam perencanaan awal, melainkan oleh faktor-faktor lain yang memengaruhi permintaan pasar.

Perhitungan *Safety Stock* dan *Base Stock*

Sebelum menghitung *Bullwhip Effect* dengan metode *periodic review* dan memberikan rekomendasi kebijakan produksi, perlu menghitung *safety stock* untuk menentukan nilai *base stock* sebagai stok awal. Dengan menggunakan nilai *service level* (Z) sebesar 99% atau senilai 2,33 dan *lead time* yang digunakan untuk semua produk amatan adalah 2 hari, maka perumusan untuk mengetahui *safety stock* dan *base stock* pada Avtur dan ADO adalah:

$$Safety\ Stock\ (SS) = Z \times Std.\ dev \times \sqrt{LT} \tag{7}$$

$$Base\ stock\ (S)\ (Hari) = \frac{base\ stock\ (bulan)}{30\ Hari} = \frac{AVG+SS}{30\ Hari} \tag{8}$$

Keterangan:

- AVG adalah rata-rata produksi harian avtur dan ADO pada 2022.
- *Lead Time* merupakan waktu produksi dari raw material sampai menjadi produk jadi.
- Z atau *service level* menunjukkan kemampuan perusahaan memenuhi *demand*.
- Std.dev adalah ukuran sebaran data realisasi harian pada 2022.
- SS adalah *stock* aman di luar persediaan yang dibutuhkan untuk melindungi dari fluktuasi permintaan.
- S adalah persediaan minimum yang diperlukan untuk memenuhi *demand*

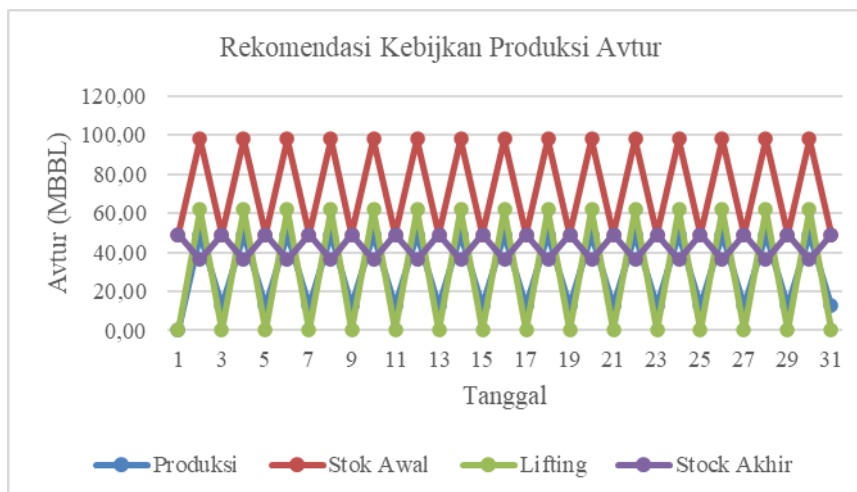
Tabel 1. Perhitungan *Safety Stock* dan *Base Stock*

Produk	<i>Safety Stock</i> (MBBL)	<i>Base Stock</i> /bulan (MBBL/Bulan)	<i>Base Stock</i> /hari (MBBL/Hari)
Avtur	399,8	1449,61	48,32
ADO	559,83	3249,23	108,31

Tabel ini menyajikan nilai *Safety Stock*, *Base Stock* per bulan, dan *Base Stock* per hari untuk dua produk, yaitu Avtur dan ADO. *Safety stock* merupakan jumlah persediaan tambahan yang disimpan di luar persediaan yang dibutuhkan berdasarkan permintaan normal, yang bertujuan untuk mengatasi fluktuasi tak terduga dalam permintaan atau pengiriman. *Base stock* per bulan adalah tingkat persediaan minimum yang optimal yang harus dipertahankan oleh perusahaan selama satu bulan untuk memenuhi permintaan, sedangkan *base stock* per hari adalah jumlah *base stock* yang dibagi dengan jumlah hari dalam satu bulan, yang akan dibulatkan ke atas karena disesuaikan dengan satuan yang digunakan. *Base stock* per hari untuk Avtur adalah 48.32 MBBL, yang dibulatkan menjadi 49 MBBL per hari. Ini menunjukkan bahwa setiap hari, perusahaan harus memastikan ketersediaan sekitar 49 MBBL Avtur untuk memenuhi permintaan pasar.

Pengolahan Data *Periodic Review* *Rekomendasi Kebijakan Avtur*

Kebijakan produksi merupakan rekomendasi yang diberikan oleh peneliti berdasarkan perhitungan *safety stock* dan *base stock*. Jika kebijakan rekomendasi data aktual diubah dalam bentuk grafik sehingga tetap mempertimbangkan fenomena *bullwhip effect* yang terjadi sebelumnya. Berikut merupakan grafik sampel rekomendasi kebijakan produk avtur:



Gambar 5. Rekomendasi Kebijakan produksi Avtur menggunakan *Periodic Review* pada Bulan Januari 2022

Dapat dilihat pada grafik di atas, bahwa nilai *stock* awal sebesar 49.00 MBBL yang didapatkan dari perhitungan *base stock* sebelumnya. Data penyaluran atau *lifting* pada grafik di atas, diperoleh berdasarkan data *lifting* aktual produk avtur dengan mempertimbangkan *lead time* per produknya. Rekomendasi kebijakan produksi di atas diberikan dengan mempertimbangkan kembali fenomena *bullwhip effect* sebelum menggunakan *periodic review*. Dapat dilihat bahwa produksi mulai dilakukan pada tanggal 2 karena *stock* akhir yang dimiliki < penyaluran maka perlu dilakukannya produksi untuk menambah *stock* awal guna meminimasi *stock out* pada *stock* akhir.

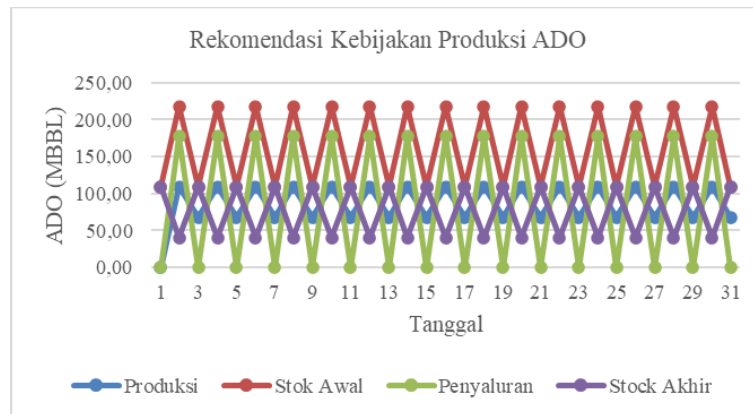
Tabel 2. Perhitungan BE Ketika Menerapkan Kebijakan Menggunakan *Periodic Review* Pada Produk Avtur

Bulan	Data	Std.dev	Mu	CV	BE
Januari	Produksi	18.96	29.87	0.63	0.60
	Lifting	31.36	29.87	1.05	
Februari	Produksi	10.18	41.38	0.25	0.24
	Lifting	43.08	42.31	1.02	
Maret	Produksi	15.56	34.18	0.46	0.46
	Lifting	34.23	34.78	0.98	
April	Produksi	7.70	41.88	0.18	0.18
	Lifting	43.39	42.66	1.02	
Mei	Produksi	15.69	33.42	0.47	0.45
	Lifting	33.85	32.24	1.05	
Juni	Produksi	9.52	38.36	0.25	0.24
	Lifting	40.32	39.64	1.02	
Juli	Produksi	18.56	31.32	0.59	0.60
	Lifting	31.22	31.72	0.98	
Agustus	Produksi	15.83	32.95	0.48	0.46
	Lifting	34.17	32.55	1.05	
September	Produksi	19.67	29.11	0.68	0.66
	Lifting	30.60	30.09	1.02	
Oktober	Produksi	17.38	32.45	0.54	0.54
	Lifting	32.40	32.92	0.98	
November	Produksi	17.08	31.64	0.54	0.53
	Lifting	32.76	32.21	1.02	
Desember	Produksi	7.16	43.09	0.17	0.16
	Lifting	44.72	42.60	1.05	

Pada Tabel 2, dapat dilihat bahwa rekomendasi kebijakan menggunakan *periodic review* tetap mempertimbangkan fenomena *bullwhip effect* sesuai dengan tujuan utama pada penelitian. Nilai BE pada kebijakan produksi diperoleh berdasarkan data kebijakan produksi dan data *lifting*. Dapat dilihat pada Tabel di atas, bahwa nilai *bullwhip effect* jika menerapkan kebijakan produksi memiliki nilai $BE < 1$ yang artinya penggunaan kebijakan menggunakan metode *periodic review* dapat mengurangi fluktuasi permintaan yang berlebihan dan mencegah terjadinya fenomena *Bullwhip effect*.

Rekomendasi Kebijakan ADO

Pada rekomendasi kebijakan produksi ADO, *stock* awal diperoleh dengan menggunakan hasil perhitungan *base stock* pada produksi ADO. Jika kebijakan rekomendasi data aktual diubah dalam bentuk grafik sehingga tetap mempertimbangkan fenomena *bullwhip effect* yang terjadi sebelumnya, maka diperoleh grafik yang dapat dilihat pada Gambar 6.



Gambar 6. Rekomendasi Kebijakan produksi ADO menggunakan *Periodic Review* pada Bulan Januari 2022

Dapat dilihat pada grafik di atas, bahwa nilai stok awal sebesar 109 MBBL yang didapat dari perhitungan *base stock* sebelumnya. Data penyaluran pada grafik di atas, diperoleh berdasarkan data *lifting* aktual produk ADO dengan mempertimbangkan *lead time* produksi. Rekomendasi kebijakan produksi di atas diberikan dengan mempertimbangkan kembali fenomena *bullwhip effect* yang terjadi sebelum dilakukan perhitungan menggunakan *periodic review*. Dapat dilihat bahwa produksi mulai dilakukan pada tanggal 2 karena stok akhir yang dimiliki $<$ penyaluran maka perlu dilakukannya produksi untuk menambah stok awal guna meminimalisasi kehilangan stok pada stok akhir. Rekomendasi kebijakan produksi ADO memiliki nilai produksi yang lebih besar dibandingkan dengan produk avtur. Dapat dilihat dari perbedaan kegunaan dari kedua produk, produk ADO lebih banyak digunakan di Indonesia sebagai bahan bakar transportasi, mesin diesel dan lain-lain dibandingkan produk avtur yang hanya khusus digunakan sebagai bahan bakar pesawat.

Tabel 3. Perhitungan BE Ketika Menerapkan Kebijakan Menggunakan *Periodic Review* Pada Produk ADO

Bulan	Data	Std.dev	Mu	CV	BE
Januari	Kebijakan Produksi	25.83	85.80	0.30	0.29
	<i>Lifting</i>	90.08	85.80	1.05	
Februari	Kebijakan Produksi	8.51	100.65	0.08	0.08
	<i>Lifting</i>	102.49	100.65	1.02	
Maret	Kebijakan Produksi	27.08	83.21	0.33	0.33

Bulan	Data	Std.dev	Mu	CV	BE	
	<i>Lifting</i>	83.67	85.00	0.98		
April	Kebijakan	Produksi	25.56	83.88	0.30	0.30
		<i>Lifting</i>	85.42	83.98	1.02	
Mei	Kebijakan	Produksi	24.58	84.03	0.29	0.28
		<i>Lifting</i>	86.23	82.13	1.05	
Juni	Kebijakan	Produksi	34.65	74.93	0.46	0.45
		<i>Lifting</i>	76.21	74.93	1.02	
Juli	Kebijakan	Produksi	20.52	89.45	0.23	0.23
		<i>Lifting</i>	90.22	91.67	0.98	
Agustus	Kebijakan	Produksi	9.94	99.90	0.10	0.09
		<i>Lifting</i>	102.55	97.68	1.05	
September	Kebijakan	Produksi	16.15	93.12	0.17	0.17
		<i>Lifting</i>	94.71	93.12	1.02	
Oktober	Kebijakan	Produksi	17.84	92.01	0.19	0.20
		<i>Lifting</i>	92.90	94.39	0.98	
November	Kebijakan	Produksi	24.04	85.47	0.28	0.28
		<i>Lifting</i>	86.50	85.05	1.02	
Desember	Kebijakan	Produksi	12.60	97.12	0.13	0.12
		<i>Lifting</i>	99.89	95.15	1.05	

Pada Tabel 3, dapat dilihat bahwa rekomendasi kebijakan menggunakan *periodic review* tetap mempertimbangkan fenomena *bullwhip effect* sesuai dengan tujuan utama pada penelitian. Nilai BE pada kebijakan produksi diperoleh berdasarkan data kebijakan produksi dan data *lifting*. Dapat dilihat pada Tabel di atas, bahwa nilai *bullwhip effect* jika menerapkan kebijakan produksi memiliki nilai $BE < 1$ yang artinya penggunaan kebijakan menggunakan metode *periodic review* dapat mengurangi fluktuasi permintaan yang berlebihan dan mencegah terjadinya fenomena *Bullwhip effect*.

Perhitungan BE Avtur setelah Periodic Review

Perhitungan nilai BE setelah menerapkan kebijakan produksi pada produk Avtur dilakukan dengan menggunakan data STS dan data produksi yang diperoleh dari rekomendasi kebijakan produksi. Penggunaan kedua data ini dilakukan agar memperoleh nilai BE berdasarkan perhitungan data yang sama ketika sebelum menggunakan metode dan setelah menggunakan metode *periodic review*. Perbandingan BE dilakukan dengan tujuan untuk melihat seberapa efektif rekomendasi kebijakan produksi menggunakan metode *periodic review* dalam meminimasi fenomena *bullwhip effect* pada produk avtur pada tahun 2022. Berikut merupakan hasil perhitungan *bullwhip effect*:

Tabel 4. Perhitungan *Bullwhip Effect* Setelah Menerapkan Kebijakan Produksi Menggunakan *Periodic Review* Pada Produk Avtur Tahun 2022

Bulan	Data	Std.dev	Mu	CV	BE
Januari	STS	1.00	31.97	0.03	0.05
	Produksi	18.96	29.87	0.63	
Februari	STS	0.00	39.11	0.00	0.00
	Produksi	10.18	41.38	0.25	
Maret	STS	2.81	37.10	0.08	0.17
	Produksi	15.56	34.18	0.46	
April	STS	4.50	39.93	0.11	0.61
	Produksi	7.70	41.88	0.18	
Mei	STS	3.77	39.05	0.10	0.21
	Produksi	15.69	33.42	0.47	
Juni	STS	5.57	38.43	0.14	0.58
	Produksi	9.52	38.36	0.25	

Bulan	Data	Std.dev	Mu	CV	BE
Juli	STS	3.52	29.68	0.12	0.20
	Produksi	18.56	31.32	0.59	
Agustus	STS	2.59	29.46	0.09	0.18
	Produksi	15.83	32.95	0.48	
September	STS	1.28	29.67	0.04	0.06
	Produksi	19.67	29.11	0.68	
Oktober	STS	7.38	31.61	0.23	0.44
	Produksi	17.38	32.45	0.54	
November	STS	4.07	30.47	0.13	0.25
	Produksi	17.08	31.64	0.54	
Desember	STS	0.00	35.74	0.00	0.00
	Produksi	8.58	43.09	0.20	

Dapat dilihat pada Tabel 4, penerapan kebijakan produksi dengan menerapkan metode *periodic review* pada tahun 2022 menghasilkan dampak yang terlihat terkait dengan fenomena *bullwhip effect*, di mana terdapat penurunan nilai < 1 . Penerapan metode *periodic review* menunjukkan perubahan fenomena *bullwhip effect* pada bulan Juni, Juli, dan Oktober, di mana terdapat penurunan signifikan nilai BE yang sebelumnya > 1 .

Perhitungan BE Avtur setelah Periodic Review

Hal ini menunjukkan langkah positif dalam mengurangi distorsi dan fluktuasi yang mungkin terjadi dalam rantai pasokan. Pada perhitungan sebelumnya, nilai BE yang sebelumnya menonjol pada bulan-bulan tertentu berhasil dikurangi hingga < 1 , dengan menerapkan konsistensi yang lebih baik dalam produksi avtur dan pengelolaan stok avtur.

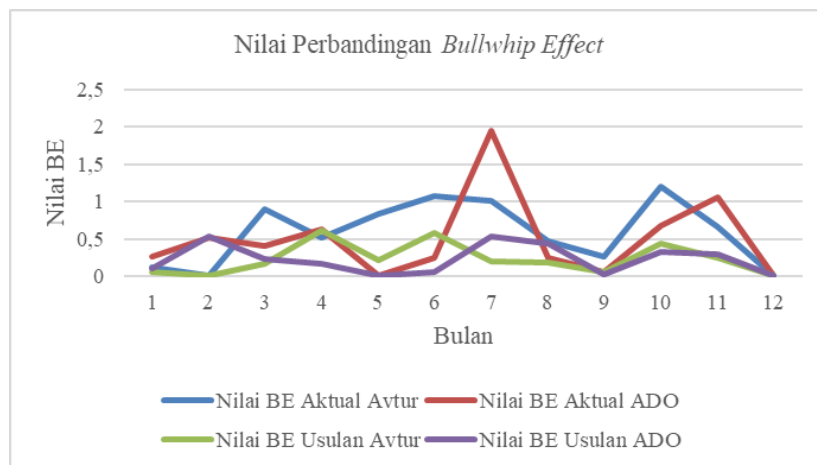
Tabel 5. Perhitungan *Bullwhip Effect* Setelah Menerapkan Kebijakan Produksi Menggunakan *Periodic Review* Pada Produk ADO Tahun 2022

Bulan	Data	Std.dev	Mu	CV	BE
Januari	STS	2.93	93.55	0.03	0.10
	Produksi	25.83	85.80	0.30	
Februari	STS	4.41	96.32	0.05	0.54
	Produksi	8.51	100.65	0.08	
Maret	STS	6.60	87.13	0.08	0.23
	Produksi	27.08	83.21	0.33	
April	STS	4.34	89.47	0.05	0.16
	Produksi	25.56	83.88	0.30	
Mei	STS	0.00	82.01	0.00	0.00
	Produksi	24.58	84.03	0.29	
Juni	STS	2.28	80.57	0.03	0.06
	Produksi	34.65	74.93	0.46	
Juli	STS	10.90	87.58	0.12	0.54
	Produksi	20.52	89.45	0.23	
Agustus	STS	3.98	93.55	0.04	0.43
	Produksi	9.94	99.90	0.10	
September	STS	0.34	95.83	0.00	0.02
	Produksi	16.15	93.12	0.17	
Oktober	STS	5.77	93.55	0.06	0.32
	Produksi	17.84	92.01	0.19	
November	STS	7.22	89.25	0.08	0.29
	Produksi	24.04	85.47	0.28	
Desember	STS	0.00	89.68	0.00	0.00
	Produksi	12.60	97.12	0.13	

Tabel 5 menunjukkan penerapan kebijakan produksi dengan menerapkan metode *periodic review* pada tahun 2022 menghasilkan dampak yang terlihat terkait dengan fenomena *bullwhip effect* pada produk ADO, yang awalnya nilai BE pada >1 pada bulan Juli dan November terjadi penurunan nilai menjadi <1 . Hal ini menunjukkan kebijakan produksi menggunakan *periodic review* merupakan hal yang positif untuk dilakukan dalam mengurangi distorsi dan fluktuasi yang mungkin terjadi dalam rantai pasokan. Dengan menerapkan kebijakan produksi, diharapkan produksi ADO dan pengelolaan stok ADO dapat konsisten dan lebih baik dalam menghadapi fluktuasi permintaan.

Perbandingan

Setelah dilakukan pengumpulan dan pengolahan data terkait fenomena *bullwhip effect*, dilanjutkan dengan menganalisis hasil yang diperoleh dari data-data yang telah diolah. Hasil penelitian ini memfokuskan pada fenomena *bullwhip effect* sebelum dan sesudah menerapkan kebijakan produksi. Berikut merupakan perbandingan nilai *Bullwhip Effect* sebelum (aktual) dan sesudah menerapkan kebijakan produksi dengan *periodic review*.



Gambar 7. Perbandingan *Bullwhip Effect* Sebelum dan Sesudah Menerapkan *Periodic Review*

Pada grafik menunjukkan variasi nilai BE pada produk Avtur sebelum penerapan kebijakan produksi. Fenomena *bullwhip effect* tampak pada bulan Juni, Juli, dan Oktober, dengan nilai BE >1 . Hal ini mungkin disebabkan oleh kesalahan peramalan dan fluktuasi permintaan yang dipicu oleh perubahan harga minyak dunia serta *event* khusus seperti konser besar. Penggunaan *periodic review* dapat membantu mengurangi nilai BE, meningkatkan konsistensi produksi Avtur.

Sementara itu, pada produk ADO, fenomena *bullwhip effect* terjadi pada bulan Juli dan November, dengan nilai BE >1 . Fluktuasi permintaan pasar yang beragam mungkin menjadi penyebabnya, mengingat penggunaan ADO yang luas. Setelah menerapkan kebijakan produksi menggunakan *periodic review*, nilai BE pada bulan Juli dan November dapat ditekan menjadi <1 . Ini menunjukkan bahwa penggunaan *periodic review* membantu mengatasi *bullwhip effect* dengan meningkatkan stabilitas dan optimalisasi produksi ADO.

PENUTUP

Berdasarkan penelitian ini, terdapat beberapa bulan yang memiliki nilai BE >1 pada kedua produk. Pada produk avtur terjadi fenomena BE pada bulan Juli, Juni, dan Oktober. Sedangkan pada produk ADO terjadi fenomena BE pada bulan Juli dan November. Setelah dilakukan perhitungan menggunakan metode *periodic review* dan rekomendasi kebijakan,

diperoleh nilai *bullwhip effect* pada kedua produk dapat ditekan hingga < 1 . Penelitian ini sejalan dengan penelitian yang dilakukan oleh (Talitha, 2009) tentang amplifikasi penjualan produk pada perusahaan, apabila nilai $BE > 1$ maka diasumsikan terjadi amplifikasi.

Berdasarkan hasil analisis diperoleh nilai $BE > 1$ yang artinya terjadi amplifikasi permintaan, pesanan ke distributor $>$ permintaan ke konsumen. Penelitian yang dilakukan oleh (Ridwan, Muhammad, & Emeraldita) yang mengidentifikasi permasalahan pola pesanan yang tidak stabil yang dapat memicu terjadinya BE. Diperoleh BE sebelum memberikan usulan perbaikan sebesar 4.05 kemudian setelah menggunakan perbaikan dapat ditekan hingga < 1 . Penelitian tentang *Bullwhip effect* juga dilakukan oleh (Ramdani & Harefa, 2023) yang mengidentifikasi terjadinya fenomena *bullwhip effect* pada produk gamis, kemeja koko, dan kerudung yang masing-masing memiliki nilai $BE > 1$, kemudian dengan menggunakan metode usulan diperoleh nilai BE dapat ditekan hingga < 1 . Adanya fenomena *bullwhip effect* ini dapat terjadi karena kesalahan dalam melakukan peramalan yang disebabkan oleh adanya fluktuasi permintaan yang terjadi seperti acara-acara besar dan musim liburan, perubahan harga minyak dunia yang memicu reaksi sepanjang rantai pasok juga dapat menjadi salah satu penyebab munculnya fenomena *bullwhip effect*.

Terdapat juga pernyataan teoritis bahwa *bullwhip* secara negatif mempengaruhi efisiensi investasi tenaga kerja, tetapi hubungan antara *bullwhip* dan kesejahteraan karyawan dan masyarakat belum dipelajari sebelumnya (Wang & Disney, 2016). Bagi perusahaan, untuk meminimasi terjadinya fenomena *bullwhip effect* dapat dilakukan dengan berbagai cara namun harus mengetahui terlebih dahulu akar penyebabnya (Metters, 1997), seperti keterlambatan informasi, otomatisasi layanan, visibilitas informasi daftar pekerjaan dan koordinasi rantai pasokan dapat membantu mengurangi variabilitas daftar pekerjaan yang harus dilakukan (Wang & Disney, 2016).

Tipe pengendalian BE dapat didasari oleh mekanisme koordinasi yang mendasarinya, yaitu, berbagi informasi, penyaluran saluran, dan efisiensi operasional. Dengan berbagi informasi, permintaan informasi di situs hilir ditransmisikan ke hulu secara tepat waktu. Penyaluran saluran adalah koordinasi penetapan harga, transportasi, perencanaan inventaris, dan kepemilikan antara lokasi hulu dan hilir dalam rantai pasokan. Efisiensi operasional mengacu pada kegiatan yang meningkatkan kinerja, seperti pengurangan biaya dan *lead time* (Metters, 1997; Wang & Disney, 2016).

Selain itu dapat juga menggunakan cara lain yaitu rekayasa sistem kontrol (Carter, 2016), memperpendek *lead time*, *information sharing* (terutama pada data permintaan dari pelanggan akhir), memperpendek atau mengubah struktur *supply chain*, menciptakan stabilitas harga, serta mengurangi biaya untuk kegiatan produksi dan pengiriman tetap (Maharani & Momon, 2023).

Simpulan

Penelitian menemukan bahwa pada produk avtur, nilai *bullwhip effect* (BE) sebelum menerapkan kebijakan produksi mencapai 1.08 di bulan Juni, 1.01 di bulan Juli, dan 1.20 di bulan Oktober. Sementara itu, pada produk ADO, BE terjadi pada bulan Juli (1.95) dan November (1.05). Nilai BE yang melebihi 1 menunjukkan peningkatan variasi permintaan atau fluktuasi yang signifikan dalam rantai pasok, kemungkinan diakibatkan oleh perubahan harga minyak dunia.

Saran

Untuk mengurangi *bullwhip effect*, perusahaan dapat mengambil berbagai langkah, seperti menciptakan stabilitas harga, mengurangi *lead time*, meningkatkan akurasi

peramalan, dan menggunakan *machine learning* untuk pengambilan keputusan. Langkah-langkah ini dapat disesuaikan dengan kebutuhan dan kondisi masing-masing perusahaan.

DAFTAR PUSTAKA

- Assauri, S. (2016). *Manajemen Operasi Produksi (Pencapaian Sasaran. Organisasi Berkesinambungan)* (3 ed.). PT Raja Grafindo. Persada.
- Cahyolaksono, B. A., Baihaqi, I., & Bramanti, G. W. (2020). Evaluasi Tingkat Kesiapan Manajemen Risiko Rantai Pasok PT Pertamina EP Asset 4: Poleng Field. *JURNAL TEKNIK ITS*, 9.
- Carter. (2016). ORCA Online Research @ Cardiff. *Orca*, 1–2.
[https://doi.org/10.1016/S0377-2217\(02\)00369-7](https://doi.org/10.1016/S0377-2217(02)00369-7). Measuring
- Fikram, M. N. (2019). Optimasi Persediaan Bahan Baku Dengan Analisis ABC dan Periodic Review PT XYZ. *Jurnal Optimasi Teknik Industri*, 21-25.
- Heizer, J., Render, B., & Munson, C. (2017). *Global Management, Supply Chain* (Twelfth). Pearson Education Limited.
- Latuny, W., & Picauly, W. M. (2019, Agustus). ANALISIS BULLWHIP EFFECT DENGAN MENGGUNAKAN METODE PERAMALAN PADA SUPPLY CHAIN DI DISTRIBUTOR PT. SEMEN TONASA (Studi Kasus: Distributor PT. Semen Tonasa). *ARIKA*, 13, no.2.
- Maharani, E., & Momon, A. (2023, April). Analisis Pengaruh Nilai Bullwhip Effect dengan Metode Single Exponential Smoothing pada PT. XYZ. *JSE (Jurnal Serambi Engineering)*(8, No.2), 5503-5509.
- Metters, R. (1997). Quantifying the bullwhip effect in supply chains. *Journal of Operations Management*, 15(2), 89–100. doi:[https://doi.org/10.1016/S0272-6963\(96\)00098-8](https://doi.org/10.1016/S0272-6963(96)00098-8)
- Morgan, T. R., Richey, R. G., & Ellinger, A. E. (2018). Supplier transparency: scale development and validation. *International Journal of Logistics Management*, 29(3), 959–984. <https://doi.org/10.1108/IJLM-01-2017-0018>
- Pratama, A., Susriyati, & Adelino, M. I. (2021). Analisis Pengurangan Bullwhip Effect pada Supply Chain Management di Level Retailer. *JOURNAL OF INDUSTRIAL AND SYSTEMS ENGINEERING*, 110-116.
- Ramdani, D., & Harefa, K. (2023). Analisis Bullwhip Effect Dan Usulan Perbaikan Dengan Information Sharing System di PT. Fatahillah Anugerah Nibras. *LOGIC : Jurnal Ilmu Komputer dan Pendidikan*, 1, No.4, 881-890.
- Ridwan, A., M. A., & Emeraldal, I. (t.thn.). *ANALISIS NILAI INDEKS BULLWHIP EFFECT PADA SISTEM SUPPLY CHAIN DAN RANCANGAN PERBAIKAN DENGAN PENDEKATAN SIMULASI (Studi Kasus di PT.XYZ)*.
- Sugiarti, D., & Aryanny, E. (2023). Analisa Pengendalian Persediaan Bahan Baku Pakan Ternak dengan Metode Continuous Review dan Periodic Review di PT. XYZ. *Ekonomis: Journal of Economics and Business*, 1024-1032.
- Syamil, R. A., Ridwan, A. Y., & Santosa, B. (2018). PENENTUAN KEBIJAKAN PERSEDIAAN PRODUK KATEGORI FOOD DAN NON-FOOD DENGAN MENGGUNAKAN METODE CONTINUOUS REVIEW (s,S) SYSTEM DAN (s,Q) SYSTEM DI PT.XYZ UNTUK OPTIMASI BIAYA PERSEDIAAN. *JISI: JURNAL INTEGRASI SISTEM INDUSTRI*, 5, No.1, 49-55.
- Talitha, T. (2009). ANALISIS BULLWHIP EFFECT DALAM MANAJEMEN RANTAI PASOK. *Techno Science*, 3, No. 2.

- Wang, X., & Disney, S. M. (2016). The bullwhip effect: Progress, trends and directions. *European Journal of Operational Research*, 250(3), 691–701.
doi:<https://doi.org/10.1016/j.ejor.2015.07.022>
- Wardana, N. P., Yunitasari, E. W., & Nurhayati, E. (2022). ANALISIS BULLWHIP EFFECT MENGGUNAKAN VENDOR MANAGED INVENTORY DI UMKM MARRONE. *JURNAL TEKNOLOGI TECHNOSCIENTIA*.