

ANALISIS *BULLWHIP EFFECT* UNTUK MENGANTISIPASI KETIDAKPASTIAN *DEMAND* DENGAN METODE *PERIODIC REVIEW* (STUDI KASUS: PT KILANG PERTAMINA INTERNATIONAL RU IV CILACAP)

Fathya Salshabilla¹, Diana Puspita Sari*²

Departemen Teknik Industri, Fakultas Teknik, Universitas Diponegoro,
Jl. Prof. Soedarto, SH, Kampus Undip Tembalang, Semarang, Indonesia 50275

Abstrak

Kelemahan pada aliran informasi dan koordinasi menimbulkan distorsi informasi berupa terjadinya amplifikasi permintaan yang semakin besar pada upstreams channel dibandingkan dengan downstream channel yang dinamakan dengan fenomena *bullwhip effect*. Kehadiran *bullwhip effect* dalam perusahaan mengakibatkan tidak efisiennya rantai pasokan, seperti pada saat permintaan tinggi membuat perusahaan memproduksi barang dalam jumlah besar dan menimbun banyak *safety stock*. Mengantisipasi ketidakpastian permintaan dan terjadinya *bullwhip effect* mendorong PT Kilang Pertamina International (KPI) Refinery Unit (RU) IV Cilacap untuk cermat dalam pengelolaan rantai pasok. Tujuan penelitian ini yaitu untuk mengetahui nilai *bullwhip effect* dan mengetahui rekomendasi kebijakan level persediaan dan produksi yang optimal pada produk Peralite, Avtur dan Automative Diesel Oil (ADO) untuk meminimasi *bullwhip effect* yang terjadi. Metode yang digunakan yaitu perhitungan *bullwhip effect* dan metode *periodic review* untuk menentukan rekomendasi kebijakan persediaan. Dalam penelitian ini diperoleh hasil bahwa terjadi *bullwhip effect* di beberapa bulan dan dengan penerapan metode *periodic review* dalam menentukan rekomendasi kebijakan persediaan maka dapat menurunkan nilai *bullwhip effect* serta dapat mengantisipasi ketidakpastian permintaan.

Kata kunci: Rantai Pasok; Ketidakpastian Demand; Bullwhip Effect, Periodic Review

Abstract

[Title: *Bullwhip Effect Analysis To Anticipate Demand Uncertainty With Periodic Review Method (Case Studi: PT Kilang Pertamina International RU IV Cilacap)*] Weaknesses in information flow and coordination lead to information distortion in the form of greater amplification of demand in upstreams channels compared to downstream channels, which is called the *bullwhip effect* phenomenon. The presence of the *bullwhip effect* in the company results in inefficient supply chains, such as when high demand makes the company produce large quantities of goods and hoard a lot of *safety stock*. Anticipating the uncertainty of demand and the occurrence of the *bullwhip effect* encourages PT Kilang Pertamina International (KPI) Refinery Unit (RU) IV Cilacap to be careful in managing the supply chain. The purpose of this study is to determine the value of the *bullwhip effect* and determine the optimal inventory and production level policy recommendations on Peralite, Avtur and Automative Diesel Oil (ADO) products to minimize the *bullwhip effect* that occurs. The method used is the calculation of the *bullwhip effect* and the *periodic review* method to determine inventory policy recommendations. In this study, it was found that the *bullwhip effect* occurred in several months and by applying the *periodic review* method in determining inventory policy recommendations, it can reduce the *bullwhip effect* value and can anticipate demand uncertainty.

Keywords: Supply Chain; Demand Uncertainty; Bullwhip Effect, Periodic Review

1. Pendahuluan

Tingginya tingkat kebutuhan minyak bumi dan gas alam membuat perusahaan minyak menjadi salah satu perusahaan yang memegang peranan penting dalam mengelola kebutuhan sumber energi di dunia ini. Dalam

upaya memenuhi kebutuhan konsumen yang terus meningkat, produsen minyak dan gas harus cermat dalam perencanaan dan pengelolaan stok, termasuk PT Kilang Pertamina International (KPI) Refinery Unit (RU) IV Cilacap. Dalam menjaga efektivitas suatu *supply chain*

yang dibangun, perlu adanya sinkronisasi dan koordinasi dari arah hulu dan hilir. Dalam *supply chain* produk, masalah muncul ketika data penjualan saat ini dijadikan acuan untuk penjualan di masa depan, meskipun permintaan sebenarnya dari konsumen selalu tidak konsisten dan berubah-ubah. Ketidakpastian seperti ini sering kali menjadi penyebab terjadinya *bullwhip effect* dalam rantai pasokan. Pada fenomena *bullwhip effect* terjadi kelemahan pada aliran informasi dan koordinasi yang menimbulkan distorsi informasi berupa terjadinya amplifikasi permintaan yang semakin besar pada *upstreams channel* dibandingkan dengan *downstream channel*.

Kehadiran *bullwhip effect* dalam perusahaan mengakibatkan tidak efisiennya rantai pasokan, seperti pada saat permintaan tinggi membuat perusahaan memproduksi barang dalam jumlah besar dan menimbun banyak *safety stock*. Namun, ketika permintaan tiba-tiba menurun, maka perusahaan harus menanggung biaya penyimpanan barang yang berlebihan karena terjadi *overstock*. Perubahan kecil dalam permintaan pelanggan dapat mengakibatkan perubahan besar dalam permintaan di tingkat produsen dan distributor. Ketidakstabilan dalam permintaan dapat mengakibatkan biaya yang tidak perlu, persediaan yang berlebihan, atau kekurangan stok pada saat yang kritis. Oleh karena itu, melalui studi kasus ini PT KPI RU IV Cilacap ingin mengevaluasi sejauh mana *bullwhip effect* dapat mempengaruhi kestabilan pasokan Peralite, Avtur, dan ADO. Selain itu perlu dilakukan pengembangan strategi manajemen persediaan yang lebih efisien agar dapat mengantisipasi ketidakpastian *demand* yang menyebabkan terjadinya *bullwhip effect* yang diluar batas, yaitu melalui metode *periodic review*.

Penelitian mengenai *bullwhip effect* sudah seringkali dilakukan. Salah satunya adalah penelitian Susilo dan Krisyanto (2017) dengan judul “Analisis *Bullwhip effect* dengan Metode *Periodic Review*”. Pada penelitian tersebut, dilakukan pengukuran dan Analisa seberapa besar *bullwhip effect* yang terjadi di Toko Holi yang merupakan produsen telur. Penelitian ini juga mencari nilai *safety stock* yang optimal. Penerapan sistem *periodic review* memberikan dampak positif dengan menurunkan tingkat *bullwhip effect* dan mengurangi deviasi yang terjadi dalam data order dan penjualan. Penelitian selanjutnya dilakukan oleh Hariadi (2019) dengan judul “Pengurangan *Bullwhip Effect* Pada Rantai Pasok Level Distributor Di UD. Milian Furniture”. Perusahaan UD. Millan Furniture adalah sebuah perusahaan yang bergerak dalam produksi kursi kayu. Penelitian ini mengkaji *bullwhip effect* dan menerapkan metode *periodic review*. Hasil penelitian menunjukkan bahwa metode *periodic review* dapat mengurangi biaya penyimpanan yang tinggi dengan menggunakan perkiraan permintaan yang akurat, mengorganisir produksi produk secara terstruktur, dan mengkoordinasikan

permintaan di setiap agen rantai pasokan. Tujuan dari penelitian ini yaitu untuk mengetahui nilai *bullwhip effect* pada produk Peralite, Avtur, dan ADO di PT Kilang Pertamina International Refinery Unit IV Cilacap dan untuk mengetahui rekomendasi kebijakan level persediaan dan produksi yang optimal pada produk Peralite, Avtur dan *Automotive Diesel Oil* (ADO) untuk minimasi *bullwhip effect* yang terjadi dengan menggunakan metode *periodic review*.

2. Metode Penelitian

Penelitian dilakukan di PT Kilang Pertamina International Refinery Unit IV Cilacap pada tanggal 2 Januari sampai tanggal 2 Februari 2024. Alur penelitian yang terdapat pada penelitian kali ini yaitu diawali dengan studi lapangan dan studi literatur mengenai permasalahan yang terjadi sehingga dapat dilakukan identifikasi masalah dan perumusan masalah. Selanjutnya dirumuskan tujuan penelitian yang ingin dicapai. Kemudian dilakukan pengumpulan data dan pengolahan data untuk menghitung nilai *bullwhip effect* dan rekomendasi kebijakan persediaan untuk selanjutnya diambil kesimpulan dan saran terkait penelitian yang telah dilakukan. Data yang digunakan adalah data sekunder dan data primer. Data sekunder yang digunakan yaitu data STS (Perencanaan Produksi), data produksi dan data *lifting* produk Peralite, Avtur dan ADO Tahun 2023. Sedangkan data primer yang digunakan adalah data *leadtime* dan *service level* sebesar 95% yang diperoleh dari hasil wawancara dan diskusi dengan mentor serta berdasarkan observasi secara langsung di lapangan.

Adapun metode yang digunakan dalam penelitian ini menggunakan perhitungan *bullwhip effect* pada *supply chain* dan menggunakan metode *periodic review* untuk menentukan rekomendasi kebijakan persediaan. *Periodic review* adalah pemeriksaan status persediaan hanya dilakukan pada periode tertentu untuk mengetahui apakah jumlah persediaan masih dalam kondisi aman atau tidak. Apabila tingkat persediaan masih berada di atas *reorder point* maka tidak akan dilakukan pemesanan ulang. Namun, jika tingkat persediaan sudah berada di bawah *reorder point*, maka pemesanan akan dilakukan sebanyak jumlah yang dibutuhkan untuk meningkatkan tingkat persediaan hingga nilai maksimum persediaan (Mahardika, et al., 2017). Pada metode *periodic review* ini diperlukan *safety stock* untuk mengatasi ketidakpastian dalam permintaan.

Pada bagian pengolahan data terdapat beberapa rumus yang digunakan dalam perhitungan *bullwhip effect* dan *periodic review*. Berikut merupakan beberapa rumus yang digunakan.

a. Penentuan Nilai *Bullwhip Effect*

$$BE = \frac{CV(\text{order})}{CV(\text{demand})} \quad (1)$$

dimana:

$$CV(\text{order}) = \frac{S(\text{order})}{\mu(\text{order})} \quad (2)$$

$$CV (demand) = \frac{Sd (demand)}{\mu (demand)} \quad (3)$$

Data *order* yang digunakan sama halnya dengan data STS. Data STS ini merupakan data perencanaan awal sebagai acuan untuk memproduksi produk Peralite, Avtur dan ADO, sehingga dapat memperkirakan jumlah produk yang akan diproduksi. Sedangkan data *demand* yang digunakan adalah data realisasi. Data realisasi merupakan data yang mencerminkan informasi aktual terhadap hasil produksi yang telah disalurkan dari produk Peralite, Avtur dan ADO berdasarkan data STS yang telah dibuat. Dalam penelitian ini, digunakan data realisasi untuk mencerminkan kemampuan perusahaan dalam memenuhi *demand*.

- b. Penentuan Rata- Rata Permintaan Produk

$$AVG = \bar{x} \quad (4)$$

- c. Penentuan *Safety Stock*

$$SS = Z \times STD \times \sqrt{r + L} \quad (5)$$

- d. Penentuan *Base Stock* atau *Reorder Point*

$$S = SS + AVG \quad (6)$$

Keterangan:

BE = *Bullwhip effect*, Cvo = Koefisien variansi *order*, CVd = Koefisien variansi *demand*, So = Standar deviasi *order*, Sd = Standar deviasi *demand*, muo = Nilai rata-rata *order*, mud = Nilai rata-rata *demand*, \bar{x} = Rata-rata permintaan, SS= *Safety Stock*, Z = *Service Level*, STD= Standar Deviasi, L = *Lead Time*, S = *Base stock*. Selanjutnya setelah diperoleh hasil perhitungan dilakukan perbandingan *order* dan *demand bullwhip effect* data *existing* dan rekomendasi perbaikan.

3. Hasil dan Pembahasan

Pada pengolahan data digunakan data historis data STS (Perencanaan Produksi), data produksi dan data *lifting* produk Peralite, Avtur dan ADO pada Tahun 2023. Data *existing* pertalite yang diperoleh selama Tahun 2023 dalam satuan Mega Barrel (MB) per bulan dapat dilihat pada Tabel 1.

Tabel 1. Data *Existing* Produk Peralite Tahun 2023

Bulan	Produksi (MB)	STS (MB)	Lifting (MB)
Januari	2.534,60	2.621	2.595
Februari	1.892,40	1.875	1.912
Maret	1.761,00	1.447	1.831
April	2.151,10	2.399	2.272
Mei	2.236,70	2.382	2.235
Juni	2.254,60	2.209	2.163
Juli	2.104,90	2.190	2.219
Agustus	2.290,40	2.280	2.169
September	2.166,30	2.225	2.188
Oktober	2.604,70	2.620	2.658
November	2.253,60	2.176	2.212
Desember	3.165,10	3.145	3.201

Data *existing* Avtur yang diperoleh selama tahun 2023 dalam satuan mega barrel per bulan dapat dilihat pada Tabel 2.

Tabel 2. Data *Existing* Produk Avtur Tahun 2023

Bulan	Produksi (MB)	STS (MB)	Lifting (MB)
Januari	1.291	1.340	1.203
Februari	1.320	1.200	1.345
Maret	1.261	1.263	1.409
April	1.366	1.350	1.298
Mei	1.224	1.223	1.191
Juni	1.469	1.390	1.387
Juli	1.283	1.372	1.389
Agustus	1.420	1.405	1.389
September	1.320	1.355	1.334
Oktober	1.381	1.450	1.404
November	1.211	1.215	1.266
Desember	1.247	1.230	1.270

Data *existing Automotive Diesel Oil* (ADO) yang diperoleh selama tahun 2023 dalam satuan mega barrel per bulan dapat dilihat pada Tabel 5.3.

Tabel 3. Data *Existing* Produk ADO Tahun 2023

Bulan	Produksi (MB)	STS (MB)	Lifting (MB)
Januari	2.684	2.849	2.791
Februari	1.750	2.060	1.801
Maret	1.758	2.348	1.743
April	2.377	2.274	2.066
Mei	2.482	2.301	2.545
Juni	2.624	2.600	2.621
Juli	2.471	2.591	2.334
Agustus	2.577	2.545	2.433
September	2.398	2.530	2.682
Oktober	2.475	2.450	2.491
November	2.447	2.419	2.553
Desember	2.640	2.610	2.634

Setelah dilakukan pengumpulan data STS, produksi dan *lifting* produk Peralite, Avtur dan ADO selama tahun 2023, maka selanjutnya dilakukan pengukuran nilai *bullwhip effect*.

- a. Perhitungan *Bullwhip Effect* Sebelum Penerapan *Periodic Review*

Hasil perhitungan *bullwhip effect* pada produk Peralite sebelum penerapan metode *periodic review* (Aktual) tertera pada Tabel 4.

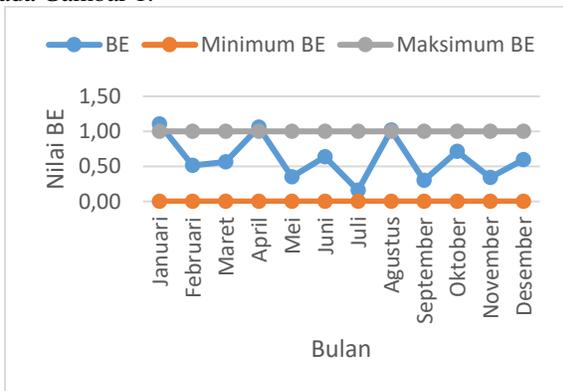
Tabel 4. Nilai *Bullwhip Effect* pada Produk Peralite (Aktual)

Bulan	Data	Std.dev	Mu (MB)	CV	BE
Januari	STS	20,43	84,55	0,24	1,10
	Produksi	17,89	81,76	0,22	
Februari	STS	14,21	66,96	0,21	0,51
	Produksi	27,96	67,59	0,41	

Tabel 4. Nilai *Bullwhip Effcet* pada Produk Peralite (Aktual) (Lanjutan)

Bulan	Data	Std.dev	Mu (MB)	CV	BE
Maret	STS	11,70	46,68	0,25	0,56
	Produksi	25,20	56,81	0,44	
April	STS	34,15	79,97	0,43	1,06
	Produksi	28,99	71,70	0,40	
Mei	STS	11,56	76,84	0,15	0,35
	Produksi	31,08	72,15	0,43	
Juni	STS	17,09	73,63	0,23	0,63
	Produksi	27,48	75,15	0,37	
Juli	STS	4,29	70,65	0,06	0,16
	Produksi	26,15	67,90	0,39	
Agustus	STS	26,08	73,55	0,35	1,02
	Produksi	25,71	73,88	0,35	
September	STS	22,99	74,17	0,31	0,30
	Produksi	74,17	72,21	1,03	
Oktober	STS	15,24	84,52	0,18	0,71
	Produksi	21,25	84,02	0,25	
November	STS	22,99	71,15	0,32	0,34
	Produksi	71,15	75,12	0,95	
Desember	STS	6,56	101,45	0,06	0,59
	Produksi	11,12	102,10	0,11	

Grafik rekapitulasi nilai BE produk pertalite sebelum penerapan metode *periodic review* dapat dilihat pada Gambar 1.



Gambar 1. Nilai BE Produk Peralite (Aktual)

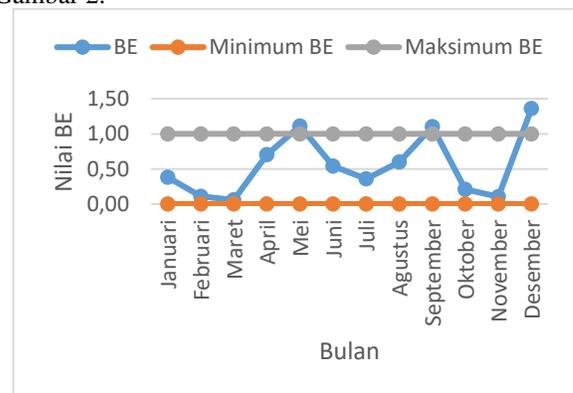
Berdasarkan Tabel 4 dan Gambar 1 dapat diketahui bahwa *bullwhip effect* pada produk Peralite terjadi pada bulan Januari, April dan Agustus tahun 2023. Pada bulan Januari diketahui nilai BE sebesar 1.10, bulan April sebesar 1.06, dan bulan Agustus sebesar 1.02 yang artinya pada ketiga bulan tersebut memiliki nilai BE >1. Nilai BE > 1 dikatakan tidak baik karena melebihi batas optimal yaitu 1. Nilai BE > 1 ini dikarenakan variansi rata-rata produksi dan STS per harinya sangat bervariasi, sehingga nilai BE di bulan Januari, April dan Agustus tahun 2023 melebihi angka 1.

Hasil perhitungan BE produk Avtur sebelum penerapan *periodic review* (Aktual) tertera pada Tabel 5.

Tabel 5. Nilai *Bullwhip Effcet* pada Produk Avtur (Aktual)

Bulan	Data	Std.dev	Mu (MB)	CV	BE
Januari	STS	2,55	43,23	0,06	0,38
	Produksi	6,43	41,64	0,15	
Februari	STS	0,76	42,86	0,02	0,11
	Produksi	7,69	47,15	0,16	
Maret	STS	0,43	40,74	0,01	0,06
	Produksi	7,21	40,66	0,18	
April	STS	2,86	45,00	0,06	0,70
	Produksi	4,11	45,53	0,09	
Mei	STS	6,44	39,45	0,16	1,11
	Produksi	5,80	39,48	0,15	
Juni	STS	2,23	46,33	0,05	0,54
	Produksi	4,38	48,95	0,09	
Juli	STS	2,82	44,26	0,06	0,36
	Produksi	7,33	41,40	0,18	
Agustus	STS	2,22	45,32	0,05	0,60
	Produksi	3,76	45,79	0,08	
September	STS	6,48	45,17	0,14	1,10
	Produksi	5,74	43,99	0,13	
Oktober	STS	1,61	46,77	0,03	0,21
	Produksi	7,26	44,55	0,16	
November	STS	0,36	43,44	0,01	0,11
	Produksi	3,14	40,37	0,08	
Desember	STS	3,65	39,68	0,09	1,36
	Produksi	2,72	40,24	0,07	

Grafik rekapitulasi nilai BE produk Avtur sebelum penerapan metode *periodic review* dapat dilihat pada Gambar 2.



Gambar 2. Nilai BE Produk Avtur (Aktual)

Berdasarkan Tabel 5 dan Gambar 2 dapat diketahui bahwa *bullwhip effect* pada produk Avtur terjadi pada bulan Mei, September dan Desember tahun 2023. Dapat dilihat pada produk Avtur di bulan Mei memiliki nilai BE sebesar 1.11, pada bulan September sebesar 1.10, dan pada bulan Desember sebesar 1.36 yang artinya pada ketiga bulan tersebut memiliki nilai BE >1. Nilai BE > 1 dikatakan tidak baik karena melebihi batas optimal yaitu 1. Nilai BE > 1 ini dikarenakan jumlah

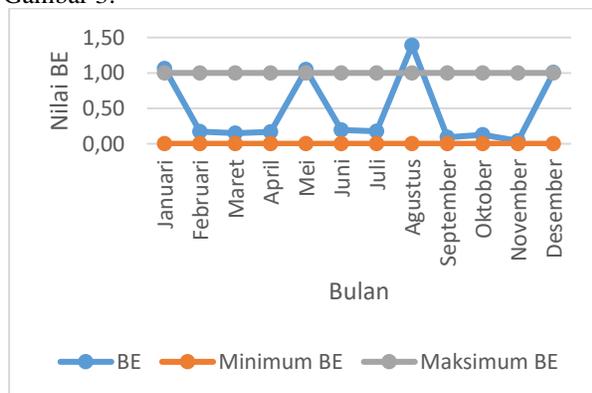
realisasi produksi lebih tinggi dari perencanaan (STS) produksi seperti pada bulan Mei dan Desember, bulan September bisa terjadi karena variansi rata-rata produksi per harinya sangat bervariasi, sehingga nilai BE di Mei, September dan Desember tahun 2023 melebihi angka 1.

Hasil perhitungan BE produk ADO sebelum penerapan *periodic review* (Aktual) tertera pada Tabel 6.

Tabel 6. Nilai *Bullwhip Effect* pada Produk ADO (Aktual)

Bulan	Data	Std.dev	Mu (MB)	CV	BE
Januari	STS	11,53	91,90	0,13	1,06
	Produksi	10,25	86,57	0,12	
Februari	STS	3,73	73,57	0,05	0,17
	Produksi	18,44	62,50	0,30	
Maret	STS	1,53	75,74	0,02	0,15
	Produksi	7,55	56,70	0,13	
April	STS	1,24	75,80	0,02	0,17
	Produksi	7,69	79,25	0,10	
Mei	STS	7,54	74,23	0,10	1,05
	Produksi	7,78	80,06	0,10	
Juni	STS	1,38	86,67	0,02	0,19
	Produksi	7,21	87,46	0,08	
Juli	STS	2,96	83,58	0,04	0,18
	Produksi	16,15	79,71	0,20	
Agustus	STS	6,40	82,10	0,08	1,39
	Produksi	4,67	83,12	0,06	
September	STS	7,93	84,33	0,09	0,09
	Produksi	84,33	79,94	1,05	
Oktober	STS	0,89	79,04	0,01	0,13
	Produksi	7,05	79,83	0,09	
November	STS	3,57	84,85	0,04	0,04
	Produksi	84,85	81,57	1,04	
Desember	STS	6,34	84,19	0,08	1,01
	Produksi	6,35	85,17	0,07	

Grafik rekapitulasi nilai BE produk ADO sebelum penerapan metode *periodic review* dapat dilihat pada Gambar 3.



Gambar 3. Nilai BE Produk Avtur (Aktual)

Berdasarkan Tabel 6 dan Gambar 3, dapat diketahui bahwa *bullwhip effect* pada produk ADO terjadi

pada bulan Januari, Mei, Agustus dan Desember tahun 2023. Dapat dilihat pada produk ADO di bulan Januari memiliki nilai BE sebesar 1.06, pada bulan Mei sebesar 1.05, pada bulan Agustus sebesar 1.39 dan pada bulan Desember sebesar 1.01 yang artinya pada keempat bulan tersebut memiliki nilai BE >1. Nilai BE > 1 dikatakan tidak baik karena melebihi batas optimal yaitu 1. Nilai BE > 1 karena jumlah realisasi lebih tinggi dari perencanaan (STS) produksi, variansi rata-rata produksi per harinya juga sangat bervariasi jika dibandingkan dengan STS hariannya, sehingga nilai BE di bulan Januari, Mei, Agustus dan Desember tahun 2023 melebihi angka 1.

b. Penerapan Metode *Periodic Review*

Perhitungan *bullwhip effect* dengan menggunakan metode *periodic review* dan memberikan rekomendasi kebijakan produksi, diawali dengan menghitung nilai *safety stock*. *Safety stock* akan digunakan untuk mencari nilai *base stock* yang akan digunakan menjadi stok awal dalam memberikan kebijakan produksi. Data yang digunakan adalah data realisasi produksi.

Berikut merupakan perhitungan untuk mengetahui *safety stock* dan *base stock* pertalite:

$$AVG = 2.284,62 \text{ MB/bulan}$$

$$Leadtime = 2,5 \text{ hari}$$

$$Z (\text{Service Level}) = 95\% = 1,64$$

$$\text{Std.dev Realisasi} = 361,38 \text{ /bulan}$$

Sehingga diperoleh *safety stock* pertalite sebagai berikut.

$$SS = Z \times \text{Std. dev} \times \sqrt{LT}$$

$$SS = 1,64 \times 361,38 \times \sqrt{2,5}$$

$$SS = 939,87 \text{ MB/bulan}$$

$$SS = 32 \text{ MB/hari}$$

Maka, diperoleh *base stock* pertalite yaitu:

$$S(\text{bulan}) = AVG + SS$$

$$S(\text{bulan}) = 2.284,62 + 939,87$$

$$S(\text{bulan}) = 3.224,49 \text{ MB/bulan}$$

$$S(\text{hari}) = \frac{S(\text{bulan})}{30 \text{ hari}} = \frac{3.224,49}{30} = 108 \text{ MB/hari}$$

Berdasarkan *safety stock* dan *base stock* yang telah diperoleh, maka rekapitulasi hasil perhitungan rekomendasi kebijakan produksi yang disarankan terhadap produk Pertalite dapat dilihat pada Tabel 7.

Tabel 7. Rekomendasi Kebijakan Produksi Pertalite Metode *Periodic Review*

Bulan	Produksi (MB)	STS (MB)	Lifting (MB)
Januari	2.638	2.621	2.595
Februari	1.948	1.875	1.912
Maret	1.837	1.447	1.831
April	2.272	2.399	2.272
Mei	2.203	2.382	2.235
Juni	2.158	2.209	2.163
Juli	2.255	2.190	2.219
Agustus	2.141	2.280	2.169
September	2.178	2.225	2.188

Tabel 7. Rekomendasi Kebijakan Produksi Peralite Metode *Periodic Review* (Lanjutan)

Bulan	Produksi (MB)	STS (MB)	Lifting (MB)
Oktober	2.696	2.620	2.658
November	2.212	2.176	2.212
Desember	3.109	3.145	3.201

Berikut merupakan perhitungan untuk mengetahui *safety stock* dan *base stock* Avtur:

$$AVG = 1.316,02 \text{ MB/bulan}$$

$$Leadtime = 2 \text{ hari}$$

$$Z (\text{Service Level}) = 95\% = 1.64$$

$$Std.dev \text{ Realisasi} = 79,62/\text{bulan}$$

Sehingga diperoleh *safety stock* sebagai berikut.

$$SS = Z \times Std. dev \times \sqrt{LT}$$

$$SS = 1,64 \times 79,62 \times \sqrt{2}$$

$$SS = 185,22 \text{ MB/bulan}$$

$$SS = 7 \text{ MB/hari}$$

Maka, diperoleh *base stock* yaitu:

$$S(\text{bulan}) = AVG + SS$$

$$S(\text{bulan}) = 1.316,02 + 185,22$$

$$S(\text{bulan}) = 1.501,24 \text{ MB/bulan}$$

$$S(\text{hari}) = \frac{S(\text{bulan})}{30 \text{ hari}} = \frac{1.501,24}{30} = 51 \text{ MB/hari}$$

Rekapitulasi hasil perhitungan rekomendasi kebijakan produksi yang disarankan terhadap produk Avtur dapat dilihat pada Tabel 8.

Tabel 8. Rekomendasi Kebijakan Produksi Avtur Metode *Periodic Review*

Bulan	Produksi (MB)	STS (MB)	Lifting (MB)
Januari	1.202,57	1.340	1.160
Februari	1.344,59	1.200	1.284
Maret	1.409,01	1.263	1.360
April	1.311,74	1.350	1.247
Mei	1.226,38	1.223	1.148
Juni	1.386,96	1.390	1.325
Juli	1.352,91	1.372	1.302
Agustus	1.425,03	1.405	1.340
September	1.333,85	1.355	1.266
Oktober	1.367,20	1.450	1.336
November	1.269,61	1.215	1.211
Desember	1.302,95	1.230	1.199

Berikut merupakan perhitungan untuk mengetahui *safety stock* dan *base stock* ADO:

$$AVG = 2.390,23 \text{ MB/bulan}$$

$$Leadtime = 2 \text{ hari}$$

$$Z (\text{Service Level}) = 95\% = 1.64$$

$$Std.dev \text{ Realisasi} = 312,41/\text{bulan}$$

Sehingga diperoleh *safety stock* sebagai berikut.

$$SS = Z \times Std. dev \times \sqrt{LT}$$

$$SS = 1,64 \times 312,41 \times \sqrt{2}$$

$$SS = 726,75 \text{ MB/bulan}$$

$$SS = 25 \text{ MB/hari}$$

Maka, diperoleh *base stock* yaitu:

$$S(\text{bulan}) = AVG + SS$$

$$S(\text{bulan}) = 2.390,23 + 726,75$$

$$S(\text{bulan}) = 3.116,97 \text{ MB/bulan}$$

$$S(\text{hari}) = \frac{S(\text{bulan})}{30 \text{ hari}} = \frac{3.116,97}{30} = 104 \text{ MB/hari}$$

Rekapitulasi hasil perhitungan rekomendasi kebijakan produksi yang disarankan terhadap produk ADO dapat dilihat pada Tabel 9.

Tabel 9. Rekomendasi Kebijakan Produksi ADO Metode *Periodic Review*

Bulan	Produksi (MB)	STS (MB)	Lifting (MB)
Januari	2.790,73	2.849	2.046
Februari	1.801,27	2.060	968
Maret	1.742,64	2.348	902
April	2.053,04	2.274	1.221
Mei	2.578,30	2.301	1.552
Juni	2.621,46	2.600	1.779
Juli	2.300,29	2.591	1.394
Agustus	2.467,04	2.545	1.513
September	2.681,72	2.530	1.987
Oktober	2.439,15	2.450	1.716
November	2.546,58	2.419	1.685
Desember	2.691,91	2.610	1.724

c. Perhitungan *Bullwhip Effect* Setelah Penerapan *Periodic Review*

Perubahan produksi setelah penetapan metode *bullwhip effect* tentu akan merubah *bullwhip effect* yang sebelumnya terjadi. Perhitungan *bullwhip effect* pada produk pertalite setelah penerapan metode *periodic review* tertera pada Tabel 10.

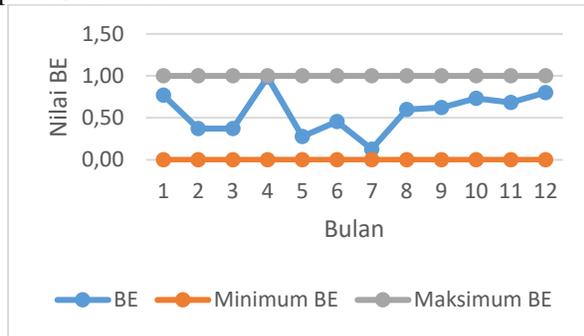
Tabel 10. Nilai *Bullwhip Effect* pada Produk Peralite Setelah Penerapan *Periodic Review*

Bulan	Data	Std.dev	Mu (MB)	CV	BE
Januari	STS	20,43	84,55	0,24	0,77
	Produksi	26,64	85,10	0,31	
Februari	STS	14,21	66,96	0,21	0,37
	Produksi	39,70	69,59	0,57	
Maret	STS	11,70	46,68	0,25	0,37
	Produksi	43,12	64,21	0,67	
April	STS	34,15	79,97	0,43	0,99
	Produksi	32,82	75,73	0,43	
Mei	STS	11,56	76,84	0,15	0,28
	Produksi	38,77	71,07	0,55	
Juni	STS	17,09	73,63	0,23	0,46
	Produksi	36,68	71,95	0,51	

Tabel 10. Nilai *Bullwhip Effcet* pada Produk Peralite Setelah Penerapan *Periodic Review* (Lanjutan)

Bulan	Data	Std.dev	Mu (MB)	CV	BE
Juli	STS	4,29	70,65	0,06	0,13
	Produksi	34,70	72,75	0,48	
Agustus	STS	26,08	73,55	0,35	0,60
	Produksi	40,86	69,08	0,59	
September	STS	22,99	74,17	0,31	0,62
	Produksi	36,06	72,59	0,50	
Oktober	STS	15,24	84,52	0,18	0,73
	Produksi	21,43	86,96	0,25	
November	STS	22,99	71,15	0,32	0,68
	Produksi	34,85	73,73	0,47	
Desember	STS	6,56	101,45	0,06	0,80
	Produksi	8,10	100,29	0,08	

Grafik rekapitulasi nilai BE produk Peralite setelah penerapan metode *periodic review* dapat dilihat pada Gambar 4.



Gambar 4. Nilai BE Produk Peralite Setelah Penerapan *Periodic Review*

Perhitungan *bullwhip effect* pada produk Avtur setelah penerapan metode *periodic review* tertera pada Tabel 11.

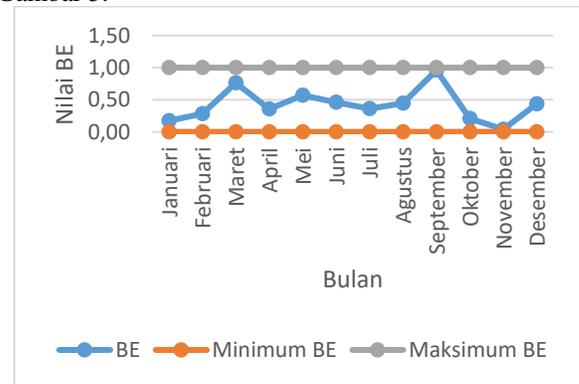
Tabel 11. Nilai *Bullwhip Effcet* pada Produk Avtur Setelah Penerapan *Periodic Review*

Bulan	Data	Std.dev	Mu (MB)	CV	BE
Januari	STS	2,55	43,23	0,06	0,17
	Produksi	13,08	38,79	0,34	
Februari	STS	0,76	42,86	0,02	0,28
	Produksi	3,03	48,02	0,06	
Maret	STS	0,43	40,74	0,01	0,76
	Produksi	0,69	50,34	0,01	
April	STS	2,86	45,00	0,06	0,36
	Produksi	7,82	43,72	0,18	
Mei	STS	6,44	39,45	0,16	0,57
	Produksi	11,33	39,56	0,29	
Juni	STS	2,23	46,33	0,05	0,46
	Produksi	4,85	46,23	0,10	
Juli	STS	2,82	44,26	0,06	0,36
	Produksi	7,72	43,64	0,18	
Agustus	STS	2,22	45,32	0,05	0,45
	Produksi	5,06	45,97	0,11	

Tabel 11. Nilai *Bullwhip Effcet* pada Produk Avtur Setelah Penerapan *Periodic Review* (Lanjutan)

Bulan	Data	Std.dev	Mu (MB)	CV	BE
September	STS	6,48	45,17	0,14	0,96
	Produksi	6,65	44,46	0,15	
Oktober	STS	1,61	46,77	0,03	0,21
	Produksi	7,24	44,10	0,16	
November	STS	0,36	43,44	0,01	0,04
	Produksi	8,85	42,32	0,21	
Desember	STS	3,65	39,68	0,09	0,44
	Produksi	8,83	42,03	0,21	

Grafik rekapitulasi nilai BE produk Avtur setelah penerapan metode *periodic review* dapat dilihat pada Gambar 5.



Gambar 5. Nilai BE Produk Avtur Setelah Penerapan *Periodic Review*

Perhitungan *bullwhip effect* pada produk ADO setelah penerapan metode *periodic review* tertera pada Tabel 12.

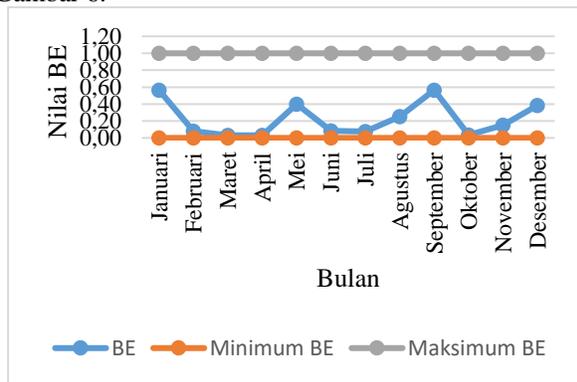
Tabel 12. Nilai *Bullwhip Effcet* pada Produk ADO Setelah Penerapan *Periodic Review*

Bulan	Data	Std.dev	Mu (MB)	CV	BE
Januari	STS	11,53	91,90	0,13	0,56
	Produksi	19,99	90,02	0,22	
Februari	STS	3,73	73,57	0,05	0,08
	Produksi	40,40	64,33	0,63	
Maret	STS	1,53	75,74	0,02	0,03
	Produksi	42,43	63,58	0,67	
April	STS	1,24	75,80	0,02	0,03
	Produksi	36,25	68,43	0,53	
Mei	STS	7,54	74,23	0,10	0,40
	Produksi	21,26	83,17	0,26	
Juni	STS	1,38	86,67	0,02	0,08
	Produksi	16,90	87,38	0,19	
Juli	STS	2,96	83,58	0,04	0,08
	Produksi	35,00	74,20	0,47	
Agustus	STS	6,40	82,10	0,08	0,25
	Produksi	24,42	79,58	0,31	
September	STS	7,93	84,33	0,09	0,57
	Produksi	14,86	89,39	0,17	

Tabel 12. Nilai *Bullwhip Effect* pada Produk ADO Setelah Penerapan *Periodic Review* (Lanjutan)

Bulan	Data	Std.dev	Mu (MB)	CV	BE
Oktober	STS	0,89	79,04	0,01	0,03
	Produksi	26,58	78,68	0,34	
November	STS	3,57	84,85	0,04	0,15
	Produksi	23,38	84,89	0,28	
Desember	STS	6,34	84,19	0,08	0,38
	Produksi	17,06	86,84	0,20	

Grafik rekapitulasi nilai BE produk ADO setelah penerapan metode *periodic review* dapat dilihat pada Gambar 6.



Gambar 4. Nilai BE Produk ADO Setelah Penerapan *Periodic Review*

Berdasarkan hasil perhitungan nilai *bullwhip effect* setelah menerapkan metode *periodic review*, dapat diketahui bahwa penerapan kebijakan produksi dengan menerapkan metode *periodic review* pada tahun 2023 menghasilkan dampak yang baik terkait dengan fenomena *bullwhip effect*, yang dapat menurunkan nilai BE menjadi < 1 . Penerapan metode *periodic review* menunjukkan perubahan fenomena *bullwhip effect* pada bulan-bulan yang sebelumnya terjadi *bullwhip effect* pada produk Peralite, Avtur dan ADO, yang ditunjukkan dengan terjadinya penurunan yang signifikan terhadap nilai BE yang sebelumnya > 1 . *Periodic review* memberikan rekomendasi perbaikan berupa *safety stock* dan *base stock* harian yang harus diperhatikan oleh perusahaan. Hal ini menunjukkan langkah positif dalam mengurangi distorsi dan fluktuasi yang mungkin terjadi dalam rantai pasokan serta dapat mengantisipasi ketidakpastian permintaan.

Fenomena BE pada bulan-bulan tersebut dapat disebabkan oleh kesalahan dalam melakukan peramalan. Sebagai contoh, ketika dalam peramalan diperkirakan akan terjadi peningkatan *demand* sehingga perusahaan melakukan produksi sesuai *demand* yang diperkirakan namun, terjadi perubahan harga minyak dunia yang dapat memicu reaksi berantai dalam rantai pasokan sehingga menyebabkan perubahan dalam permintaan produk yang pada awalnya diperkirakan tinggi kemudian turun karna

terjadi perubahan harga minyak dunia hal inilah yang dapat mengakibatkan gejala *bullwhip effect*.

Beberapa metode untuk mengurangi *bullwhip effect* yang dapat diterapkan oleh PT KPI RU IV Cilacap yaitu sebagai berikut.

1. *Information Sharing*

PT Kilang Pertamina International *Refinery Unit* IV Cilacap dapat memanfaatkan teknologi berupa aplikasi atau web yang terintegrasi untuk memuat informasi mengenai data penjualan dan Permintaan

2. Pemendekan *Lead Time*

PT Kilang Pertamina International *Refinery Unit* IV Cilacap dapat melakukan pemendekan *lead time*, dikarenakan *lead time* mempunyai peranan yang besar dalam menciptakan amplifikasi permintaan.

3. Menentukan Jumlah Maksimal *Order*

Berdasarkan perhitungan rekomendasi kebijakan produksi dengan metode *periodic review* disarankan bahwa maksimal *order* untuk produk Peralite sebanyak 108 MB/hari, produk Avtur sebanyak 51 MB/hari dan produk *Automotive Diesel Oil* (ADO) sebanyak 104 MB/hari. Melalui jumlah maksimal *order* dapat membantu perusahaan untuk menjaga dan mengelola ketersediaan stok.

4. Kesimpulan dan Saran

Berdasarkan hasil pengolahan data dan analisis yang dilakukan, maka dapat ditarik kesimpulan sebagai berikut.

- Terjadi *bullwhip effect* yang memiliki nilai > 1 pada perbandingan antara STS (Perencanaan) dan realiasi produksi produk Peralite, Avtur dan ADO sebelum menerapkan kebijakan produksi dan persediaan dengan metode *periodic review*. Pada produk Peralite terjadi *bullwhip effect* yang nilainya > 1 pada bulan Januari sebesar 1,10, April sebesar 1,06, dan di bulan Agustus sebesar 1,02. Pada produk Avtur terjadi di bulan Mei sebesar 1,11, September sebesar 1,10, dan di bulan Desember sebesar 1,36. Selanjutnya pada produk ADO terjadi di bulan Januari sebesar 1,06, Mei sebesar 1,05, Agustus sebesar 1,59, dan di bulan Desember sebesar 1,01. Fenomena *bullwhip effect* pada bulan-bulan tersebut memiliki nilai BE > 1 yang artinya terdapat peningkatan variasi permintaan dalam suatu rantai pasok atau terdapat indikasi peningkatan fluktuasi yang dapat mengakibatkan perubahan yang signifikan dalam tingkat persediaan di sepanjang rantai pasokan. Terjadinya *bullwhip effect* dapat disebabkan oleh banyak hal, salah satunya dapat disebabkan oleh perubahan harga minyak dunia yang menyebabkan terjadinya fluktuasi permintaan.

- b. Nilai *bullwhip effect* pada perbandingan antara STS (Perencanaan) dan realisasi produksi produk Peralite, Avtur dan ADO setelah menerapkan kebijakan produksi dan persediaan dengan metode *periodic review* memiliki nilai *Bullwhip Effect* yang optimal yaitu $BE < 1$ yang artinya penggunaan kebijakan menggunakan metode *periodic review* dapat mengantisipasi ketidakpastian permintaan dan mencegah terjadinya fenomena *bullwhip effect*.
- c. Kebijakan persediaan untuk nilai *bullwhip effect* < 1 pada produk Peralite yaitu *safety stock* sebesar 32 MB/hari dan *base stock* level sebesar 108 MB/hari dengan z (*service level*) 95% dan *lead time* 2 hari. Selanjutnya untuk produk Avtur memiliki rekomendasi kebijakan *safety stock* sebesar 7 MB/hari dan *base stock* level sebesar 51 MB/hari dengan z (*service level*) 95% dan *lead time* 2 hari. Sedangkan untuk produk ADO memiliki rekomendasi kebijakan *safety stock* sebesar 25 MB/hari dan *base stock* level sebesar 104 MB/hari dengan z (*service level*) 95% dan *lead time* 2 hari. Terdapat beberapa pendekatan yang dapat dilakukan untuk mengurangi nilai *bullwhip effect* yaitu diantaranya *information sharing*, memperpendek atau mengubah struktur *supply chain*, melakukan pemendekan *lead time* dan menentukan jumlah maksimal *order*.

5. Ucapan Terima Kasih:

Pada pelaksanaan penelitian dan penyusunan artikel ilmiah ini, penulis dibantu oleh berbagai pihak sehingga penulis mengucapkan terimakasih kepada:

1. Tuhan Yang Maha Esa, atas kesempatan dan karunia-Nya penulis dapat menyelesaikan kerja praktik di PT Kilang Pertamina International RU IV Cilacap dengan lancar.
2. Orang tua dan keluarga yang selalu memberikan dukungan dan doa.
3. Dosen pembimbing Kerja Praktik, Ibu Dr. Diana Puspitasari, S.T., M.T. yang senantiasa memberikan arahan, saran dan motivasi.
4. Teman-teman dan semua pihak yang senantiasa memberikan dukungan dan masukan kepada penulis.

6. Daftar Pustaka

- Hariadi, A. (2019). Pengurangan *Bullwhip Effect* Pada Rantai Pasok Level Distributor Di UD. Milian Furniture. *J. Valtech*, Vol. 2, No. 1.
- Susilo, C. B., & Kristyanto, B. (2017). Analisa *Bullwhip Effect* dengan Metode *Periodic Review*. *Conference Paper*, 162.
- Mahardika, A. P., Ardiansyah, M. N., & Yunus, E. D. (2017). Pengendalian Persediaan

untuk Mengurangi Biaya Total Persediaan dengan Pendekatan Metode *Periodic Review Power Approximation* pada Suku Cadang *Consumable* di Pertamina Talisman Jambi Merang. *Jurnal Rekayasa Sistem Industri*, 9-19.

- Brahmantyo, R. A., & dkk. (2023). Manajemen Persediaan Menggunakan Metode *Safety Stock* dan *Reorder Point*. *Jurnal Sains dan Informatika*, 3.
- Cahyolaksiono, 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.
- Aji, G. G., & Yaqoub, A. M. (2015). Identifikasi Penyebab *Bullwhip Effect* Pada Distribusi PT Alfian Jaya di Bali. *Jurnal Manajemen Teori dan Terapan*.
- Pertamina. (2023). *Proses Bisnis Refinery Planning & Optimization* PT. Kilang Pertamina International Refinery Unit IV Cilacap. Cilacap: *Refinery Unit IV Cilacap*.
- Setiawan, A. G. (2017). Analisa *Bullwhip Effect* Untuk Produk Utama Bahan Bakar Minyak (Premium, Pertamina, Solar Dan Avtur) Pada Tingkat Produsen (Studi Kasus di PT Pertamina RU IV Cilacap). 88.