



Analisis *Bullwhip Effect* Dalam Sistem Rantai Pasok Pada Produk PTA di PT. Mitsubishi Chemical Indonesia

Heru Winarno

Teknik Industri, Universitas Serang Raya, JL. Raya Serang-Cilegon KM 5 Kota Serang
heruwinarno42@gmail.com

Denny Kurnia

Teknik Industri, , JL. Raya Serang-Cilegon KM 5 Kota Serang
dennyrahmadhiya@gmail.com

Universitas Serang Raya

Muhammad Fahmi

Teknik Industri, Universitas Serang Raya, JL. Raya Serang-Cilegon KM 5 Kota Serang
Fahmimuha15@gmail.com

Abstrak-PT. Mitsubishi Chemical Indonesia adalah produsen *Purify Terephthalic Acid* (PTA) di Indonesia sebagai peranan penting dalam memenuhi kebutuhan-kebutuhan primer penduduk Indonesia dengan mengelola bahan baku sehingga menghasilkan *purified terephthalic acid*. *Purified terephthalic acid* merupakan bahan baku utama untuk serat *polyester*. Permasalahan yang terjadi adalah adanya fenomena *bullwhip effect* yaitu terjadinya fluktuasi antara *order* dan *demand* yang mengakibatkan adanya kekurangan bahan baku atau *low inventory* yang bisa membuat terjadinya stop produksi. Maka tujuan penelitian ini adalah untuk menghitung nilai *bullwhip effect*, menentukan penyebab terjadinya *bullwhip effect*, dan menentukan solusi untuk mengurangi *bullwhip effect*. Penelitian ini dimulai dengan menghitung nilai *bullwhip effect* pada dua eselon. Metode yang digunakan dalam penelitian ini adalah FMEA. Hasil penelitian ini yaitu nilai *bullwhip effect* pada eselon 1 (*supplier* dan PPIC) = 1.27 dan eselon 2 (PPIC dan Distributor) = 0.93. Nilai tersebut menunjukkan terjadinya *bullwhip effect* pada eselon 1 sedangkan eselon 2 tidak menunjukkan terjadinya *bullwhip effect*. Penyebab dominan terjadinya *bullwhip effect* adalah persaingan pasar, kenaikan harga material, peramalan permintaan belum mendekati akurat dan jumlah pemesanan bahan baku dalam jumlah besar. Perbaikan yang diusulkan adalah melakukan kerjasama dengan pihak *supplier* maupun *customer* untuk mendapatkan jaminan *order* dan *demand* yang tetap dan berkelanjutan.

Kata Kunci: *Bullwhip Effect, Distributor, FMEA, PPIC, Purified Terephthalic Acid, Supplier.*

Abstrack-*PT. Mitsubishi Chemical Indonesia is a producer of Purify Terephthalic Acid (PTA) in Indonesia with an important role in meeting the primary needs of the Indonesian population by managing raw materials to produce purified terephthalic acid. Purified terephthalic acid is the main raw material for polyester fiber. The problem that occurs is the phenomenon of the bullwhip effect, namely the occurrence of fluctuations between orders and demand which results in a shortage of raw materials or low inventory which can cause production to stop. So the purpose of this study is to calculate the value of the bullwhip effect, determine the causes of the bullwhip effect, and determine solutions to reduce the bullwhip effect. This study begins by calculating the value of the bullwhip effect at the two echelons. The method used in this research is FMEA. The results of this study are the value of the bullwhip effect at echelon 1 (suppliers and PPIC) = 1.27 and echelon 2 (PPIC and distributors) = 0.93. This value indicates the occurrence of a bullwhip effect in echelon 1 while echelon 2 does not indicate the occurrence of a bullwhip effect. The dominant causes of the bullwhip effect are market competition, rising material prices, demand forecasting that is not close to accurate and the number of orders for raw materials in large quantities. The proposed improvement is to collaborate with suppliers and*

customers to get guaranteed orders and demand that are fixed and sustainable. This value indicates the occurrence of a bullwhip effect in echelon 1 while echelon 2 does not indicate the occurrence of a bullwhip effect. The dominant causes of the bullwhip effect are market competition, rising material prices, demand forecasting that is not close to accurate and the number of orders for raw materials in large quantities. The proposed improvement is to collaborate with suppliers and customers to get guaranteed orders and demand that are fixed and sustainable. This value indicates the occurrence of a bullwhip effect in echelon 1 while echelon 2 does not indicate the occurrence of a bullwhip effect. The dominant causes of the bullwhip effect are market competition, rising material prices, demand forecasting that is not close to accurate and the number of orders for raw materials in large quantities. The proposed improvement is to collaborate with suppliers and customers to get guaranteed orders and demand that are fixed and sustainable.

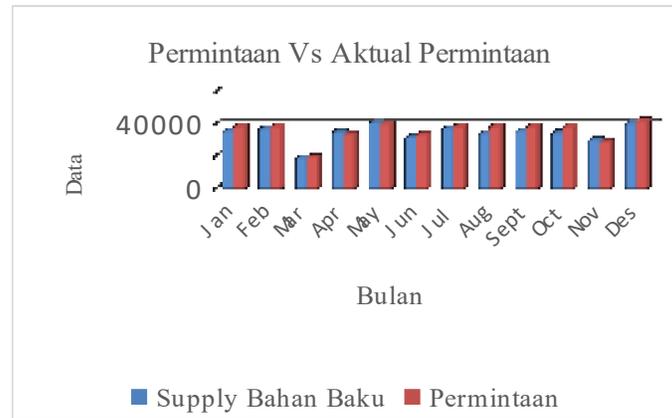
Keywords: Bullwhip Effect, Distributor, FMEA, PPIC, Purified Terephthalic Acid, Supplier.

PENDAHULUAN

Salah satu perusahaan industri kimia yaitu PT. Mitsubishi Chemical Indonesia. PT. Mitsubishi Chemical Indonesia merupakan produsen PTA. PTA (*Purified Terephthalic Acid*) termasuk dalam industri petrokimia dan merupakan bahan baku untuk industri benang *polyester*, botol plastic dan plastik film. Di tengah dunia industri yang semakin ketat, perusahaan harus mempunyai kemampuan untuk memuaskan keinginan *customer*

Adanya *bullwhip effect* pada perusahaan menyebabkan tidak efisiennya *supply chain*, misalnya diwaktu permintaan tinggi perusahaan akan membuat produksi barang yang banyak dan menentukan *safety stock* yang tinggi, dan tiba tiba permintaan menjadi rendah maka perusahaan harus menanggung biaya simpan barang yang berlebih, sebaliknya jika pada saat permintaan tinggi dan *safety stock* di posisi sedikit karena permintaan sebelumnya rendah maka *customer* bisa saja pergi atau pindah ke perusahaan lain karena *customer* tidak bisa mendapat barang yang diinginkannya. Intinya adanya *bullwhip effect* di suatu perusahaan akan mengganggu optimasi kinerja dari suatu *supply chain*.

Permasalahan yang terjadi di PT. Mitsubishi Chemical Indonesia adalah fluktuasi *order* yang lebih besar dibandingkan dengan *demand*. Sebagai data dan bukti ditunjukkan dengan nilai *bullwhip effect* yaitu lebih dari satu. Dapat dilihat dari hasil nilai *bullwhip effect* yang ada dari *order* antara *supplier* dan PPIC yaitu 1.27. Artinya dari nilai tersebut adanya variabilitas *order* dari *supplier* ke PPIC lebih besar dari pada *demand*. Hal ini terjadi oleh kenaikan harga material, adanya persaingan pasar, peramalan yang tidak mendekati akurat dan adanya pandemi.



Gambar 1. Grafik Penerimaan Bahan Baku Aktual Vs Permintaan

Sumber : Pengolahan Data, (2022)

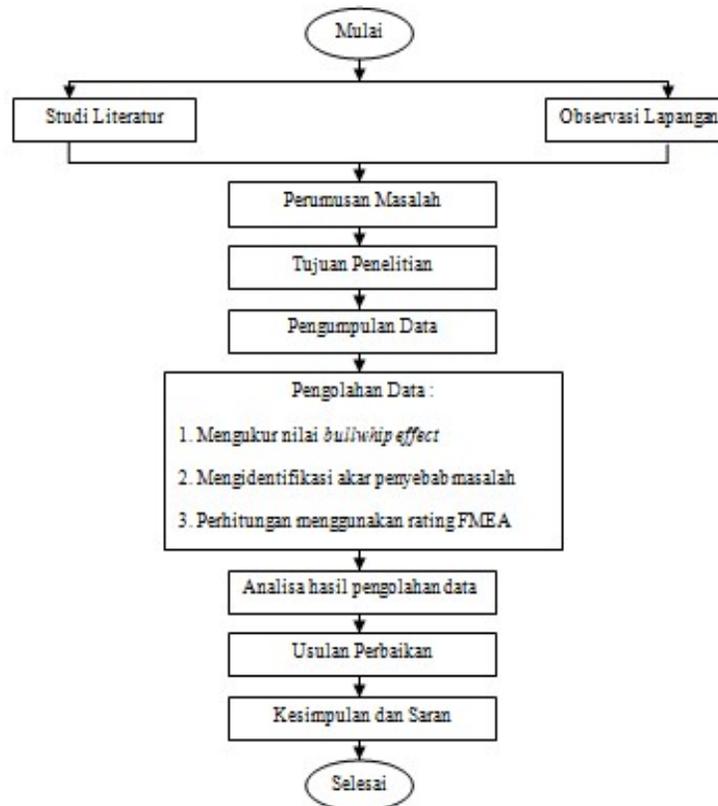
Pada gambar 1 dapat dilihat sebagai salah satu contohnya yaitu pengiriman bahan baku dari para supplier yang telah dipesan terdapat kekurangan pada pengiriman bahan baku yang menyebabkan terjadinya *low inventory* di PT. Mitsubishi Chemical Indonesia yang bisa berakibat stopnya produksi karena kurangnya bahan baku. Karena hal tersebut maka diperlukan analisa penyebab terjadinya *bullwhip effect* dan mengusulkan kebijakan yang baik dan tepat berdasarkan permasalahan tersebut. Maka penelitian ini akan melakukan besarnya *bullwhip effect* yang terjadi di PT. Mitsubishi Chemical Indonesia terhadap Supplier, PPIC (*Production Planning Inventory Control*), dan Distributor.

Dalam penelitian yang lalu diteliti oleh Ramadhan (2019) mengemukakan bahwa proses pengiriman bahan baku dari *supplier-supplier* yang telah dipesan terdapat penumpukan bahan baku, semua itu menyebabkan adanya fenomena *bullwhip effect* yang menyebabkan *over inventory*. Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui besarnya nilai *bullwhip effect*, faktor-faktor apa saja yang menyebabkan terjadinya *bullwhip effect* dan menentukan usulan perbaikan *order* dan *demand* produk PCV. Metode yang digunakan dalam penelitian ini adalah *cause and effect diagram*, FMEA dan APFM. Hasil penelitian ini menunjukkan Nilai *bullwhip effect* terjadi pada Mitsui & Co.,Ltd kepada PT. Nawa sebesar 1,114. Penyebab terjadinya *bullwhip effect* adalah persaingan pasar, kenaikan bahan baku, peramalan permintaan belum mendekati akurat. Untuk mengurangi *bullwhip effect* perusahaan dapat melakukan kerja sama dengan pihak *supplier* dan *customer* untuk mendapatkan jaminan *order* dan *demand* yang tetap dan berkelanjutan.

Penelitian lainnya dilakukan oleh Sari, Dkk (2013) mengemukakan bahwa adanya fenomena *bullwhip effect* yaitu terjadi fluktuasi antara order dan demand, persaingan pasar, dan *forecast* yang dilakukan untuk target penjualan pada produk LL-SR. Maka tujuan penelitian

ini adalah untuk menghitung nilai *bullwhip effect*, menentukan penyebab utama terjadinya *bullwhip effect* dan menentukan usulan perbaikan order dan demand produk LL-SR. Penelitian ini dimulai dengan menghitung *bullwhip effect* pada dua eselon. Metode yang digunakan dalam penelitian ini adalah metode simulasi diskrit. Hasil penelitian ini menunjukkan Nilai *bullwhip effect* pada eselon1 (Supplier dan PPIC) = 1.22 dan eselon 2 (PPIC dan distributor) = 0.78. Nilai tersebut menunjukkan terjadinya *bullwhip effect* pada eselon 1 sedang eselon 2 tidak terjadi. Penyebab dominan adanya *bullwhip effect* adalah kenaikan harga material, persaingan pasar, forecast dilakukan untuk target penjualan dan peramalan permintaan masih belum mendekati akurat. Rancangan perbaikan yang diusulkan adalah melakukan kerja sama long term dengan pihak supplier dan distributor sehingga mendapatkan jaminan harga yang tetap dan berkelanjutan. Berdasarkan penelitian terdahulu untuk mempertimbangkan tujuan penelitian penulis, di dapatkan metode dan cara penyelesaian masalah yang serupa.

METODE PENELITIAN



Gambar 2. Flowchart Penelitian

HASIL ANALISIS DAN PEMBAHASAN

3.1 Pengumpulan Data

Pada penelitian ini peneliti mendapatkan data primer dengan melakukan wawancara dan *brainstorming* yang dilakukan peneliti dengan narasumber yaitu pihak perusahaan khususnya bagian logistik yang menangani bahan baku mengenai faktor yang menyebabkan terjadinya *bullwhip effect*. Sedangkan data sekunder didapatkan dengan meminta salinan dokumentasi yang berkaitan dengan judul penelitian.

Data Bahan Baku (Supply) dan Pejualan (Demand) PT. Mitsubishi Chemical Indonesia

Data permintaan bahan baku dan Produksi dalam satuan ton yang diambil dari bulan januari 2021 sampai Desember 2021. Berikut adalah Data permintaan bahan baku dan manufaktur :

Tabel 1. Data bahan baku dan Manufaktur PT. Mitsubishi Chemical Indonesia Tahun 2021

Periode	(Supply) Bahan Baku (Ton)	Manufaktu r Produk (Ton)
Januari	36335	56599
Februari	33233	50478
Maret	19578	35000
April	34714	53527
Mei	34316	56571
Juni	31621	57327
Juli	35013	58264
Agustus	39500	51459
Septembe r	33286	53755
Oktober	33107	54447

Novembe r	28941	50740
Desember	33233	55129

Sumber : Data Perusahaan, (2021)

Pada tabel 1 menampilkan data *order* bahan baku dengan *demand* manufaktur 1 periode pada tahun 2021 antara *supplier* dan PPIC, data berikut ini untuk dilakukan perhitungan nilai *bullwhip effect*.

Tabel 2. Data Manufaktur dan Customer Tahun 2021

Periode	Manufakt ur (Ton)	Custome r (Ton)
Januari	56599	58004
Februari	50478	40126
Maret	35000	40318
April	53527	50263
Mei	56571	56291
Juni	57327	58130
Juli	58264	57762
Agustus	51459	51019
Septemb er	53755	53864
Oktober	54447	57886
Novemb er	50740	47920
Desembe r	55129	50129

Pada tabel 2 menampilkan data *order* bahan baku dengan *demand* manufaktur 1 periode pada tahun 2021 antara PPIC dan *customer*, data berikut ini untuk dilakukan perhitungan nilai *bullwhip effect*.

3.2 Pengolahan Data

Pengukuran *Bullwhip Effect*

Pengukuran *bullwhip effect* dapat dilakukan di suatu eselon *supply chain* sebagai perbandingan antara koefisien variansi dan *order* yang diciptakan dan koefisien variansi dari permintaan yang diterima oleh eselon yang bersangkutan. Tingkat besar kecilnya *bullwhip effect* ditunjukkan oleh angka, dimana semakin besar koefisien variabilitas permintaan (>1) yang dihasilkan dari pengukuran maka *bullwhip effect* yang terjadi semakin besar. Secara matematis dapat diformulasikan sebagai berikut :

$$AVR = \frac{\sum X_{1,2,3,\dots,n}}{n}$$

$$STD = \sqrt{\frac{(X_1 - avr)^2 + (X_2 - avr)^2 + (X_3 - avr)^2 + \dots + (X_n - avr)^2}{n - 1}}$$

$$CV = \frac{STD}{AVR}$$

$$BE = \frac{CV_{out}}{CV_{in}}$$

3.2.1 Pengukuran Bullwhip Effect Pada Produk PTA

Pada pengukuran *bullwhip effect* mengukur dua eselon antara supplier dengan PPIC dan PPIC dengan *customer*. Tujuan pengukuran ini adalah untuk mengetahui seberapa besar tingkat *bullwhip effect* yang terdapat pada supplier dengan PPIC dan PPIC dengan *customer*.

Tabel 3. Pengukuran *Bullwhip Effect* pada produk PTA (Eselon 1)

Periode	Supplier (Ton)	PPIC (Ton)
Januari	36335	56599
Februari	33233	50478
Maret	19578	35000
April	34714	53527
Mei	34316	56571
Juni	31621	57327
Juli	35013	58264
Agustus	39500	51459
September	33286	53755
Oktober	33107	54447
November	28941	50740

Desember	33233	55129
TOTAL	392877	633296
Average	32740	52775
STD	4861.8	6155.9
CV	0.15	0.12
BE	1.27	

Pada tabel 3 dapat dilihat antara *order (supplier)* dan *demand (manufaktur)* dari data *order* didapatkan nilai rata-rata (*average*) yaitu 32,740, setelah didapatkan nilai rata-rata lalu mencari nilai standar deviasi dan didapatkan nilai 4861.8, lalu menghitung nilai koefisien variansi (CV) yaitu didapatkan sebesar 0.15. Dari data *demand* didapatkan nilai rata-rata (*average*) yaitu 52,775, setelah didapatkan nilai rata-rata lalu mencari nilai standar deviasi dan didapatkan nilai 6155,9, lalu menghitung nilai koefisien variansi (CV) yaitu didapatkan sebesar 0.12. Setelah itu dilakukan perhitungan *bullwhip effect* antara *order* dan *demand* yaitu didapatkan nilai 1.27.

Contoh perhitungan Eselon Satu (Supplier dengan PPIC)

$$AVR = \frac{(56599 + 50478 + 35000 + \dots + 55129)}{12 \text{ bulan}} = 52775$$

$$STD = \sqrt{\frac{(56599 - 52775)^2 + (50478 - 52775)^2 + \dots + (55129 - 52775)^2}{11 \text{ bulan}}}$$

$$= 6155.9$$

$$CV = \frac{STD}{AVR} = \frac{6155.9}{52775} = 0.12$$

$$\omega (BE) = \frac{CV_{out} (supplier)}{CV_{in}(customer)} = 0.93$$

Tabel 4. Pengukuran *Bullwhip Effect* pada produk PTA (Eselon 2)

Periode	PPIC (Ton)	Customer (Ton)
Januari	56599	58004
Februari	50478	40126
Maret	35000	40318
April	53527	50263
Mei	56571	56291

*Analisis Bullwhip Effect Dalam Sistem Rantai Pasok Pada Produk PTA
di PT. Mitsubishi Chemical Indonesia*

Juni	57327	58130
Juli	58264	57762
Agustus	51459	51019
September	53755	53864
Oktober	54447	57886
November	50740	47920
Desember	55129	50129
TOTAL	633296	621712
Average	52775	51809
STD	6155.9	6498.31
CV	0.12	0.13
BE	0.93	

Pada tabel 4 dapat dilihat antara *order (supplier)* dan *demand (manufaktur)* dari data *order* didapatkan nilai rata-rata (*average*) yaitu 52,775, setelah didapatkan nilai rata-rata lalu mencari nilai standar deviasi dan didapatkan nilai 6155,9, lalu menghitung nilai koefisien variansi (CV) yaitu didapatkan sebesar 0.12. Dari data *demand* didapatkan nilai rata-rata (*average*) yaitu 51,809, setelah didapatkan nilai rata-rata lalu mencari nilai standar deviasi dan didapatkan nilai 6498.31, lalu menghitung nilai koefisien variansi (CV) yaitu didapatkan sebesar 0.13. Setelah itu dilakukan perhitungan *bullwhip effect* antara *order* dan *demand* yaitu didapatkan nilai 0.93.

Contoh perhitungan Eselon Dua (PPIC dan *Customer*) :

$$AVR = \frac{(36335 + 33233 + 19578 + \dots + 33233)}{12 \text{ bulan}} = 32740$$

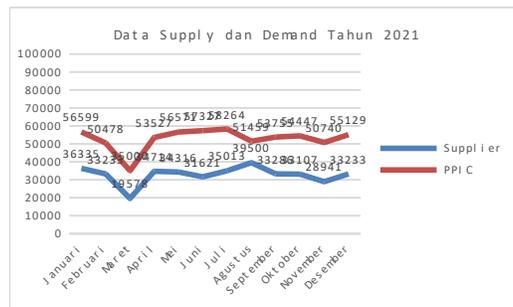
$$STD = \sqrt{\frac{(36335 - 32740)^2 + (33233 - 32740)^2 + \dots + (33233 - 32740)^2}{11 \text{ bulan}}}$$

$$= 4861.8$$

$$CV = \frac{STD}{AVR} = \frac{4861.8}{32740} = 0.15$$

$$\omega (BE) = \frac{CV_{out} (supplier)}{CV_{in}(customer)} = 1.27$$

Berdasarkan hasil *bullwhip effect* untuk *order* bahan baku dengan PPIC didapatkan hasil nilai *bullwhip effect* sebesar 1,27. Dari nilai tersebut dapat dikatakan variabilitas *supply* dari Supplier ke PPIC lebih besar dari pada *demand*. Dan untuk PPIC dengan *customer* didapatkan hasil nilai *bullwhip effect* sebesar 0,93. Dari nilai tersebut menyatakan adanya fluktuasi *demand* yang lebih besar dari pada *supply* atau dapat dikatakan bahwa adanya variabilitas *demand* dari *customer* ke PPIC. Dari perhitungan pada tiap eselon. Terlihat nilai BE pada eselon 1 adalah 1.27. Nilai ini menunjukkan bahwa $BE1 > 1$, sedangkan $BE2 < 1$ Berikut merupakan grafik Supplier dengan PPIC pada produk PTA:



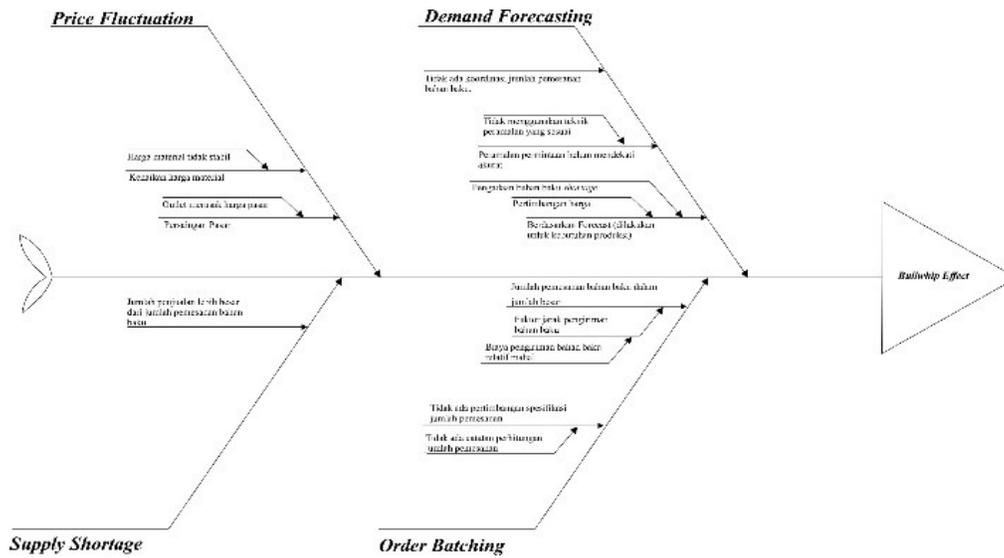
Gambar 3. Grafik *Bullwhip Effect* pada produk PTA Supplier dan PPIC

Dari Gambar 3 menunjukkan grafik supply dan demand produk PTA supplier dengan PPIC dari grafik tersebut terlihat dari bulan april sampai juni lalu oktober dan november kekurangan *Supply* bahan baku. Hal ini sangat mempengaruhi profit perusahaan, karena kekurangan inventory dapat mempengaruhi perusahaan dalam memproduksi produknya.

3.2.2 Diagram *Cause and Effect* (Fishbone)

Diagram *cause effect* adalah suatu pendekatan yang terstruktur dan memungkinkan dilakukan suatu analisis lebih terperinci dalam penyebab suatu masalah yang ada. Berikut diagram *cause effect bullwhip effect* pada eselon 1 antara Supplier dengan PPIC.

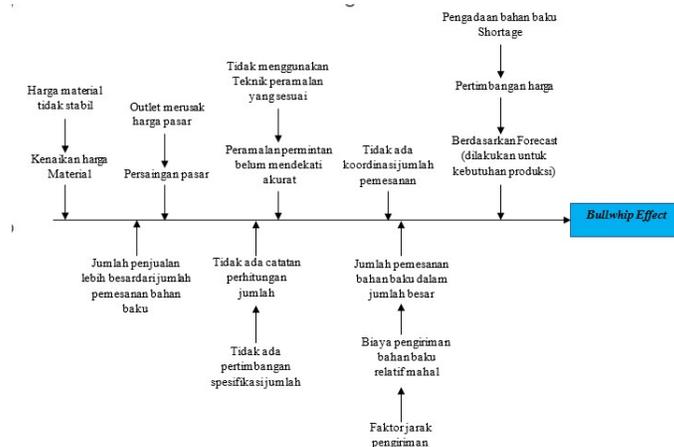
Analisis Bullwhip Effect Dalam Sistem Rantai Pasok Pada Produk PTA di PT. Mitsubishi Chemical Indonesia



Gambar 4. Diagram Sebab Akibat Terjadinya *Bullwhip Effect*

3.2.3 Diagram *Cause Failure Mode Effect Analysis (CFMEA)*

Diagram Cause Failure Mode Effect Analysis (CFMEA) adalah suatu alat untuk melihat lebih detail faktor-faktor yang menyebabkan bullwhip effect itu terjadi dibuat berdasarkan analisis dari diagram sebab-akibat yang telah dibuat sebelumnya. Diagram CFMEA berfungsi untuk mengidentifikasi akar penyebab masalah yang paling mendasar dari suatu masalah sebelum dianalisis lebih lanjut



Gambar 5. Diagram CFMEA Terjadinya *Bullwhip Effect*

Berdasarkan gambar diatas dapat diketahui bahwa akar penyebab masalah terjadinya *bullwhip effect* adalah sebagai berikut :

- a. Kenaikan harga material

- b. Persaingan Pasar
- c. Peramalan permintaan belum mendekati akurat
- d. Tidak ada koordinasi jumlah pemesanan
- e. Berdasarkan Forecast (dilakukan untuk kebutuhan produksi)
- f. Jumlah penjualan lebih besar dari jumlah pemesanan bahan baku
- g. Tidak ada pencatatan perhitungan jumlah
- h. Pemesanan bahan baku dalam jumlah besar

Berdasarkan penelitian yang lalu yang diteliti oleh Ramadhan (2019) mengemukakan bahwa akar masalah tidak menggunakan peramalan yang tepat sehingga peramalan belum mendekati akurat yang menyebabkan terjadinya *bullwhip effect* dan juga pada penelitian Sriwana, dkk (2016) mengemukakan bahwa akar masalah faktor jarak yang berdampak pada pengadaan bahan baku shortage yang menyebabkan adanya efek domino sehingga menyebabkan penyimpangan variabilitas demand yang menimbulkan *bullwhip effect*. Kemudian melihat dari penelitian yang dilakukan oleh Sari, dkk (2013). Bahwa penelitian ini mengemukakan akar masalah tidak ada pertimbangan spesifikasi jumlah karna tidak adanya pencatatan perhitungan jumlah dapat mengakibatkan *bullwhip effect*.

3.2.4 Desain Failure Mode and Effect Analisis (FMEA)

Failure Mode and Effect Analisis (FMEA) adalah suatu prosedur terstruktur untuk mengidentifikasi dan mencegah sebanyak mungkin mode kegagalan (*Failure Mode*).

Tabel 5. FMEA *Bullwhip Effect*

Design FMEA (Item Function) Proses FMEA (Function/Requirement)	Mode Of Failure	Cause Of Failure	Effect Of Failure	Degree Of Severity (1-10)	Frequency Of Occurrence (1-10)	Change Of Detection (1-10)	RPN (1-1000) (5x6x7)	Rank
<i>Bullwhip Effect</i>	Peramalan permintaan belum mendekati akurat	Tidak menggunakan teknik peralaman yang sesuai	Terjadinya kesalahan dalam pengadaan bahan baku	8	6	5	240	3
	Persaingan Pasar	Outlet merusak pasar	Turunnya pendapatan pada perusahaan	8	7	6	336	1
	Kenaikan harga material	Harga bahan baku tidak stabil	Meningkatnya harga produk jadi	8	7	5	280	2
	Jumlah pemesanan bahan baku dalam jumlah besar	Jarak Pengiriman yang jauh	Biaya pengiriman bahan baku relatif mahal	8	5	5	200	4

(Contoh Hasil Tabel FMEA)

Berdasarkan table 4.6 diatas diketahui bahwa mode kegagalan yang paling berpengaruh yaitu persaingan pasar, kenaikan harga material, peramalan permintaan belum mendekati akurat, dan seterusnya sesuai urutan rank. Mode kegagalan ini yang menyebabkan terjadinya *bullwhip effect*.

*Analisis Bullwhip Effect Dalam Sistem Rantai Pasok Pada Produk PTA
di PT. Mitsubishi Chemical Indonesia*

Nilai *severity* merupakan langkah untuk menghitung seberapa besar dampak atau intensitas kejadian dapat mempengaruhi hasil akhir proses. Sebagai contoh, pada kolom *mode of failure* Persaingan pasar menyebabkan penurunan pendapatan perusahaan. Sehingga penilaian *severity* berdasarkan tabel 2.1 Skala *severity* yaitu sebesar 8, Karena bentuk dari risiko yang berdampak memerlukan peningkatan biaya, adanya gangguan pada produksi dan tindakan pimpinan perusahaan untuk melakukan manajemen perubahan.

Nilai *occurrence* didapatkan dari pengamatan langsung kondisi lapangan dan dikolaborasikan dengan laporan data sebelumnya. Kemudian dapat dilihat berdasarkan skala *occurrence* yang telah ditentukan. Sebagai contoh terjadinya kesalahan dalam pengadaan bahan baku akibat peramalan permintaan belum mendekati akurat. Sehingga penilaian *occurrence* berdasarkan tabel 2.2 skala *occurrence* adalah sebesar 6, tingkat kemungkinan kegagalan sedang cenderung tinggi.

Nilai *detection* adalah indikasi untuk mendeteksi seberapa jauh penyebab kegagalan dalam sebuah sistem, semakin tinggi rating yang diberikan maka semakin sulit untuk mendeteksi sebuah kegagalan. Sebagai contoh, pada risiko kekurangan inventori akibat tidak ada koordinasi jumlah pemesanan. Sehingga penilaian *detection* berdasarkan tabel 2.3 skala *detection* adalah sebesar 4. Nilai *detection* ini didapatkan berdasarkan rancangan pengendalian yang sudah ditentukan. Skala 4 berarti bernilai agak sulit terdeteksi penyebab kegagalannya namun masih bisa dikendalikan.

3.2.5 Action Planning for Failure Mode (APFM)

Action Planning for Failure Mode (APFM) merupakan pengurutan dari mode kegagalan mulai dari skor atau nilai tertinggi.

Tabel 6. *Action Planning for Failure Mode (APFM)*

Rank	Failure Mode	Actionable Cause	Design Action/Potential Solution	Design Validation
1	Persaingan Pasar	Outlet merusak pasar	Melakukan kerja sama secara berkelanjutan dengan supplier/customer	Melakukan inovasi yang menguntungkan kedua belah pihak agar Kerjasama tetap terjalin
2	Kenaikan Harga Material	Harga bahan baku tidak stabil	Melakukan koordinasi kesepakatan harga dengan pihak supplier	Melakukan penjadwalan yang tersusun dengan pihak supplier secara berkelanjutan
3	Peramalan permintaan belum mendekati akurat	Tidak menggunakan teknik peramalan yang sesuai	Melakukan atau menyesuaikan teknik peramalan yang sesuai dengan masalah yang ada	Mencari referensi-referensi untuk mencapai peramalan yang optimal
4	Jumlah pemesanan bahan baku dalam jumlah besar	Faktor jarak pengiriman bahan baku	Memilih <i>supplier</i> bahan baku dengan jarak terdekat dan biaya relative murah	Melakukan survey terhadap <i>supplier-supplier</i> yang jarak dan waktu pengirimannya lebih murah

(Contoh Hasil Tabel APFM)

3.2.6 Cause of Bullwhip Effect

Setelah dilakukan perhitungan maka dapat diketahui kontribusi penyebab utama terhadap *bullwhip effect* yang terjadi, penyebab utamanya ada empat yaitu :

Tabel 7. *Cause of Bullwhip Effect*

<i>Rank</i>	<i>Failure Mode</i>	<i>Actionable Cause</i>	<i>Cause Of Bullwhip Effect</i>
1	Persaingan pasar	Outlet merusak harga pasar	<i>Price Fluctuation</i>
2	Kenaikan harga bahan baku	Harga bahan baku tidak stabil	<i>Price Fluctuation</i>
3	Peramalan permintaan belum mendekati akurat	Tidak menggunakan teknik peramalan yang sesuai	<i>Demand Forecasting</i>
4	Jumlah pemesanan bahan baku dalam jumlah besar	Faktor jarak pengiriman bahan baku Biaya pengiriman bahan baku relative mahal	<i>Order Batching</i>

KESIMPULAN

Kesimpulan yang dapat ditarik dari penelitian ini berdasarkan hasil pengumpulan data dan pengolahan data yang telah dilakukan adalah :

1. Didapatkan hasil nilai *bullwhip effect* yang terjadi yaitu antara Supplier & PPIC dengan nilai *bullwhip effect* sebesar 1.27.
2. Didapatkan hasil bahwa mode kegagalan yang paling berpengaruh yaitu pada persaingan pasar, kenaikan bahan baku, peramalan permintaan belum mendekati akurat, dan sebagainya sesuai urutan rank. Mode kegagalan ini menyebabkan terjadinya *bullwhip effect*.
3. Untuk mengurangi *bullwhip effect* perusahaan diharapkan melakukan kerja sama dengan pihak *supplier* maupun *customer* untuk mendapatkan jaminan *order* dan *demand* yang tetap dan berkelanjutan.

REFERENSI

Sari, Rosalina, Muhammad Adha Ilhami, and Bobby Kurniawan. "Analisis Bullwhip Effect dalam Sistem Rantai Pasok pada Produk LL-SR." *Jurnal Teknik Industri Untirta* 1.4 (2013).
Wardana, Nina, and Emmy Nurhayati. "Analisis Bullwhip Effect Menggunakan Vendor Managed Inventory Di UMKM Marrone." *Jurnal Teknologi Technoscintia* (2022): 97-107.

- Sjuraudin, Hamidi, and Resista Vikaliana. "Implementation of Collaborative, Planning, Forecasting and Replenishment (CPFR) to Reduce the Bullwhip Effect in MSME Sate Madura Cak Kholil." *Ilomata International Journal of Management* 3.1 (2022): 120-130.
- Pasha, Mohd Nuryadie, and Inna Kholidasari. *Evaluasi dan Pengurangan Bullwhip Effect Pada Sistem Rantai Pasok Produk Ban Vulkanisir Menggunakan Metode Vendor Managed Inventory (VMI) (Studi Kasus di PT. Inti Vulkatama-Padang)*. Diss. Universitas Bung Hatta, 2022.
- Munadhifah, Rosda Anisatul, Hari Purnomo, and Nancy Oktyajati. "Analisis Bullwhip Effect Pada Pengadaan Kain Batik DI CV. Batik Gemawang." *Jurnal Aplikasi Ilmu Teknik Industri (JAPTI)* 2.1 (2021): 41-49.
- Pujawan, I nyoman, ER Mahendrawathi. 2010. *Supply Chain Management*. Surabaya: Institut Teknologi Sepuluh Nopember.
- Dalulia, Primahasma, and Lintang Pramesta Hartana. "Analisis Bullwhip Effect Pada Kegiatan Supply Chain Perishable Product." *Journal of Industrial View* 3.2 (2021): 18-26.
- Heizer Jay, Render Barry. 2005. *Operations Management*. Jakarta: Salemba Empat.
- Tannady, Hendy. (2015). *Pengendalian Kualitas*, Jakarta: Graha Ilmu
- Ramadhan, Fajar. 2019. Analisis Bullwhip Effect dalam sistem Supply Chain pada Produk PVC di PT. Statomer. Skripsi. Serang: Universitas Serang Raya.
- Sari, D. P. et al. (2018) "Analisis Penyebab Cacat Menggunakan Metode FMEA dan FTA pada Departemen Final Sanding PT. Ebako Nusantara," in *prosiding Seminar Nasional Sains dan Teknologi*. Semarang: Fakultas Teknik, Universitas Wahid Hasyim, hal. 125-130.
- Wilda, Fitri. 2016. Analisis Bullwhip Effect pada Rantai Pasok PT. Panay Farmalab. Skripsi. Padang : Universitas Andalas.
- SOSIOHUMANITAS, Vol17, No.2, Agustus 2015. Analisis Bullwhip pada Rantai Pasok Batik Kalistania Solo.
- Parwati, Indri, and Prima Andrianto. "Metode supply chain management untuk menganalisis bullwhip effect guna meningkatkan efektivitas sistem distribusi produk." *Jurnal Teknologi* 2.1 (2009): 47-52.
- Giard, Vincent, and Mustapha Sali. "The bullwhip effect in supply chains: a study of contingent and incomplete literature." *International Journal of Production Research* 51.13 (2013): 3880-3893.
- Gaspersz, V. (2002). *Pedoman implementasi program Six Sigma terintegrasi dengan ISO 9001:2000, MBNQA, dan HACCP*. Jakarta: Gramedia Pustaka Utama.