

PENERAPAN *FUZZY ANALYTICAL HIERARCHY PROCESS* UNTUK PEMILIHAN ALTERNATIF SOLUSI PENGURANGAN *BULLWHIP EFFECT*

ILYAS MAS'UDIN

Jurusan Teknik Industri Fakultas Teknik

Universitas Muhammadiyah

Jalan Raya Tlogomas 246 Malang

E-mail: Ilyas@umm.ac.id

ABSTRACT

Weaken information and coordination stream between company and enchain its generate information distortion which one of them in the form of ever greater request amplification channel upstream compared to named channel downstream with phenomenon of bullwhip in this research will be conducted development of solution alternative to lessen effect bullwhip by applying method of Fuzzy Analytical Hierarchy Process, where later will be obtained and weight of ranking priority and also get chosen solution alternative to lessen the happening of effect bullwhip. Target of which wish to be reached from this research to determine criterion weight and solution alternative reduction of effect bullwhip and also chosen solution alternative to get lessen effect bullwhip [at] company chain supply. Result which is obtained from measurement of Bullwhip Effect at Supply Chain in CV. Welirang Tirta Mandiri is UD Putra Sejati equal to 1.26, UD Semeru equal to 2.09, Sumber Rezeki shop equal to 1.81, Pacific Shop equal to 2.57, UD. Prima equal to 1.26 while at manufacture echelon equal to 1.56 and retailer echelon 1.26. Chosen alternative to lessen effect bullwhip is to conduct monitoring to inventory level exist in channel downstream (Retailer).

Key words: *bullwhip effect, supply chain, fuzzy, analytical hierarchy process*

PENDAHULUAN

Banyak perusahaan yang mulai menggunakan konsep *Supply Chain* dalam mengatur proses bisnisnya karena *Supply Chain* merupakan faktor kunci dalam meningkatkan *customer satisfaction*. *Supply Chain* adalah konsep yang merupakan integrasi dari keseluruhan elemen dari perusahaan dalam memenuhi permintaan konsumen yaitu merupakan kesatuan dari *Supplier, Manufacturing, Customer, dan Delivery Process* (Levi, 2000). Namun seringkali lemahnya aliran informasi dan koordinasi antara perusahaan dan rantai pasoknya menimbulkan distorsi informasi yang salah satunya berupa amplifikasi permintaan yang semakin besar pada *upstream channel* dibandingkan *downstream channel* yang dinamakan dengan fenomena *bullwhip* (Levi, 2000). Hal ini menuntut perusahaan untuk membuat alternatif kebijakan yang nantinya digunakan sebagai solusi untuk mengurangi *bullwhip effect* yang terjadi.

Dalam melakukan pengukuran *bullwhip effect* pada tingkatan/sekumpulan tingkatan pada rantai pasok sebagai hasil bagian dari koefisien variasi permintaan yang dihasilkan oleh sebuah tingkatan/sekumpulan tingkatan dan koefisien variasi permintaan yang diterima oleh tingkatan ini (Fransso, 2002).

Analytical Hierarchy Process adalah suatu metode yang luwes yang memberikan kesempatan bagi seseorang atau kelompok untuk membangun gagasan-gagasan dan mendefinisikan persoalan dengan cara membuat asumsi mereka masing-masing dan memperoleh pemecahan yang diinginkan darinya. Proses ini bergantung pada imajinasi, pengalaman dan pengetahuan untuk menyusun hierarki suatu masalah dan pada logika intuisi dan pengalaman untuk memberi pertimbangan. Prosesnya adalah mengidentifikasi, memahami dan menilai interaksi-interaksi dari suatu sistem sebagai suatu keseluruhan (Saaty, 1993).

Fuzzy Analytical Hierarchy Process (Fuzzy AHP) merupakan solusi yang tepat yang dapat digunakan untuk pengambilan keputusan atau kebijakan karena metode ini mendefinisikan permasalahan yang terjadi kedalam hierarki dan menghasilkan suatu keputusan berdasarkan rangking prioritas berdasarkan bobot kriteria. Selanjutnya didapatkan alternatif solusi berdasarkan pada skala prioritas dan bobot kriteria dari berbagai pendapat subjektif (Hsieh, 2004). Penelitian yang telah ada menunjukkan bahwa metode ini dapat menyelesaikan permasalahan yang kompleks serta serba tidak pasti dan telah berhasil dalam membantu dalam pengambilan keputusan atau kebijakan dalam perusahaan. Akhir-akhir ini konsep *Fuzzy* mulai diperkenalkan di berbagai perusahaan untuk menjawab berbagai persoalan operasional perusahaan yang melibatkan kondisi yang serba tidak pasti dalam mencari solusinya (Purnomo dan Kusumadewi, 2004).

Dalam penelitian ini akan dilakukan pengembangan alternatif solusi dari pendapat subjektif untuk mengurangi *bullwhip effect* selanjutnya dengan menerapkan metode *Fuzzy Analytical Hierarchy Process*, akan diperoleh bobot dan ranking prioritas untuk mendapatkan alternatif solusi yang terpilih dalam mengurangi terjadinya *bullwhip effect*.

Hierarki merupakan alat mendasar dari pikiran manusia, yang melibatkan pengidentifikasian elemen-elemen suatu persoalan, mengelompokkan elemen-elemen itu ke dalam beberapa kumpulan yang homogen dan menata kumpulan-kumpulan ini pada tingkat-tingkat yang berbeda. Hierarki yang paling sederhana berbentuk linear yang naik atau turun dari tingkat yang satu ke tingkat yang lain.

Ada 2 macam hierarki yaitu struktural dan fungsional. Untuk hierarki fungsional, menguraikan sistem yang kompleks menjadi elemen-elemen pokoknya menurut hubungan esensial. Setiap set (peringkat) elemen dalam hierarki fungsional menduduki satu tingkat hierarki. Tingkat puncak disebut fokus. Ini terdiri atas hanya satu elemen, yaitu sasaran keseluruhan yang sifatnya luas. Tingkat-tingkat berikutnya masing-masing dapat memiliki beberapa elemen meskipun jumlahnya biasanya kecil. Berhubung elemen-elemen dalam satu tingkat akan dibandingkan satu dengan yang

lain terhadap suatu kriteria yang berada di tingkat atas berikutnya, maka elemen-elemen dalam setiap tingkat harus dari orde (derajat) besaran yang sama.

Teori Ancangan dalam menyusun hierarki tergantung pada jenis keputusan yang perlu diambil. Jika persoalannya adalah memilih alternatif, dapat mulai dari tingkat dasar dengan menderetkan semua alternatif. Tingkat berikutnya harus terdiri atas kriteria untuk mempertimbangkan berbagai alternatif. Dari tingkat puncak haruslah satu elemen, yaitu fokus atau tujuan menyeluruh.

Jumlah tingkat dalam suatu hierarki tidak ada batasnya. Jika tidak mampu membandingkan elemen-elemen dalam satu tingkat terhadap elemen-elemen dari tingkat lebih tinggi berikutnya, harus diupayakan suatu tingkat antara, yang berarti pemecahan elemen-elemen dari tingkat lebih tinggi berikutnya. (Saaty, 1993).

Tujuan penelitian ini adalah menerapkan Metode *Fuzzy Analytical Hierarchy process* untuk pemilihan alternatif solusi pengurangan *bullwhip effect* pada *supply chain* perusahaan.

METODE

Tahap pengukuran dan identifikasi *bullwhip effect*. Pengumpulan data merupakan tahapan untuk memperoleh data-data yang akan digunakan untuk memecahkan permasalahan yang ada. Data-data yang diperlukan adalah data produksi, data permintaan dan data penjualan.

Berdasarkan ketiga data yang dikumpulkan akan dilakukan perhitungan nilai *bullwhip effect* pada level pengecer dan echelon dan selanjutnya dengan menggunakan diagram *Fishbone* akan diidentifikasi penyebab terjadinya *bullwhip effect*.

Tahap perhitungan *Fuzzy AHP*. Langkah-langkah perhitungan *Fuzzy AHP* adalah sebagai berikut.

Penentuan prioritas terjadinya penyebab *bullwhip effect*, didasarkan pada *Fishbone* diagram kemudian langkah selanjutnya, yaitu menentukan kriteria-kriteria yang dipentingkan dalam kaitannya dengan penyebab terjadinya *bullwhip effect*.

Pengembangan alternatif solusi dilakukan dari hasil penentuan prioritas penyebab *bullwhip effect*. Di sini peneliti menentukan alternatif solusi dari

kriteria-kriteria penyebab terjadinya *bullwhip effect* yang nantinya dijadikan dasar dalam penyusunan struktur hierarki.

Penyusunan kriteria dan kuesioner, setelah dilakukan pemilihan alternatif solusi pengurangan *bullwhip effect* maka akan dipilih satu atau dua solusi yang akan diusulkan. Kemudian menghitung bobot kriteria dan bobot pemilihan alternatif dengan *Fuzzy AHP*. Langkah pertama yang akan dilakukan yaitu dengan menyusun kriteria dalam struktur hierarki. Tahap selanjutnya yaitu membuat kuesioner yang digunakan untuk memperoleh informasi yang akurat dari responden perhitungan bobot kriteria dan alternatif dengan *Fuzzy AHP* prosedur untuk menentukan pembobotan kriteria *Fuzzy AHP* dilakukan dengan langkah-langkah sebagai berikut.

Langkah 1. Menetapkan variabel linguistik untuk mengukur nilai setiap kriteria dan subkriteria. Penentuan bilangan *fuzzy number* diperoleh dari (Hsieh, 2004) masing-masing dari fungsi bilangan *fuzzy* dibagi menjadi tiga parameter berupa bilangan *fuzzy* triangular, nilai kiri (*left point*), nilai tengah (*middle point*), nilai kanan (*right point*).

Langkah 2. Pembentukan matriks perbandingan berpasangan (*pairwise comparison*). Penerapan variabel linguistik dengan keanggotaan *fuzzy* pada perbandingan berpasangan dilakukan tiap-tiap elemen atau kriteria secara berpasangan.

Langkah 3. Penggunaan model *fuzzy geometric mean technique*, model ini digunakan untuk menentukan *fuzzy geometric mean technique* dan pembobotan dari tiap kriteria dengan rumus

Langkah 4. Gunakan metode *Center of Area* (COA) untuk menghitung nilai *Best Nonfuzzy Performance Value* (BNP). Metode ini digunakan untuk menentukan proses *defuzzifikasi*, yaitu untuk mendapatkan nilai crisp dari bilangan *fuzzy*. Nilai BNP dari *fuzzy number* \tilde{w}_i dari bobot kriteria ke-1 ditentukan dengan rumusan sebagai berikut.

$$BNP_{wi} = [(U_{wi} - L_{wi}) + (M_{wi} - L_{wi})]/3 + L_{wi} \forall i$$

Berdasarkan nilai BNP untuk tiap kriteria, ranking dari tiap kriteria dapat ditentukan.

Pemilihan alternatif solusi dengan model *Fuzzy AHP*. Analisis dilakukan untuk menentukan pilihan berdasarkan tingkat preferensi penilai terhadap kriteria-kriteria yang ada. Langkah-langkah perhitungan sebagai berikut.

Langkah 1. Menetapkan *variable linguistik* untuk skala penilaian untuk pilihan alternative.

Hasil dari penentuan nilai yang diisi dalam kuesioner tersebut maka diperoleh alternatif sesuai dengan kebijakan perusahaan.

Langkah 2. Menetapkan Matriks *Fuzzy Performance*, Menggunakan pengukuran variabel linguistik untuk menunjukkan performansi tiap kriteria (*effect-value*) melalui skala linguistik. Skala tiap variabel linguistik dapat ditunjukkan melalui fungsi keanggotaan segitiga (TFN). Notasi \bar{E}_i^k , menunjukkan nilai performansi yang bersifat *fuzzy* dan k elevator terhadap alternatif i pada kriteria j. Dan semua kriteria evaluasi ditunjukkan melalui rumusan sebagai berikut:

$$\bar{E}_i^k = (\bar{L}\bar{E}_{ij}^k, \bar{M}\bar{E}_{ij}^k, \bar{U}\bar{E}_{ij}^k)$$

Langkah 3. Penetapan nilai rata-rata *Fuzzy performance*

$$\bar{E}_{ij} = (1/m) \otimes (\bar{E}_{ij}^{-1} \otimes \bar{E}_{ij}^{-2} \otimes \dots \otimes \bar{E}_{ij}^{-m})$$

Lambang \otimes menunjukkan perkalian *fuzzy*, lambang \oplus menunjukkan fungsi penjumlahan, \bar{E}_{ij} menunjukkan rata-rata jumlah pengambilan *fuzzy* dari pengambilan keputusan, yang dapat ditampilkan melalui fungsi keanggotaan segitiga di mana $\bar{E}_{ij}(\bar{L}\bar{E}_{ij}, \bar{M}\bar{E}_{ij}, \bar{U}\bar{E}_{ij})$ nilai $\bar{L}\bar{E}_{ij}$, $\bar{M}\bar{E}_{ij}$, $\bar{U}\bar{E}_{ij}$ dapat diselesaikan dengan rumus berikut:

$$\bar{L}\bar{E}_{ij} = \left(\sum_{k=1}^m \bar{L}\bar{E}_{ij}^k \right) / m; \bar{M}\bar{E}_{ij} = \left(\sum_{k=1}^m \bar{M}\bar{E}_{ij}^k \right) / m$$

$$\bar{U}\bar{E}_{ij} = \left(\sum_{k=1}^m \bar{U}\bar{E}_{ij}^k \right) / m$$

Langkah 4. Perhitungan *fuzzy synthetic decision*. Penentuan nilai dilakukan dengan perkalian antara lain *metric fuzzy performance* \bar{E}_{ij} dengan nilai vektor bobot kriteria \bar{w}_i yang diturunkan dari AHP, vektor pembobotan kriteria diperoleh dengan rumus:

$\bar{w} = (\bar{w}_1, \dots, \bar{w}_j, \dots, \bar{w}_n)$ dari vektor pembobotan kriteria \bar{w} dan matriks performansi *fuzzy* \bar{E} , nilai *fuzzy* dapat diperoleh dengan menghasilkan matriks keputusan pembentukan *fuzzy* (*fuzzy synthetic decision*) sebagai berikut:

$$\bar{R} = \bar{E} \circ \bar{w}$$

Symbol "o" menunjukkan perhitungan keanggotaan *fuzzy* yang terdiri atas penjumlahan

fuzzy (fuzzy addition) dan perkalian fuzzy (fuzzy multiplication). Fungsi keanggotaan (fuzzy number) dari nilai $\bar{R}_i = (LR_i, MR_i, UR_i)$

Keterangan: R_i , MR_i , UR_i merupakan batas bawah, tengah, dan atas dari nilai fuzzy synthetic decision alternative i dirumuskan sebagai berikut.

$$\begin{aligned} LR_i &= \sum_{j=1}^n LE_{ij} \times Lw_{ij}, MR_i \\ &= \sum_{j=1}^n ME_{ij} \times Mw_{ij}, UR_i \\ &= \sum_{ij} UE_{ij} \times Uw_{ij} \end{aligned}$$

Langkah 5. Merangking fungsi keanggotaan fuzzy (fuzzy number). Best nonfuzzy performance value metode perangkingan nonfuzzy untuk keanggotaan fuzzy dilakukan dengan membandingkan tiap-tiap alternatif prosedur ini dilakukan dengan defuzzifikasi yaitu dengan BNP. Nilai BNP dari fuzzy number R_i dapat ditentukan dengan rumus:

$$BNP_i = \left[(UR_i - LR_i) + (MR_i - LR_i) \right] / 3 + LR_i, \forall i$$

HASIL DAN PEMBAHASAN

Pengukuran yang dilakukan untuk mengetahui besarnya variabilitas permintaan pada tingkat eselon manufaktur, eselon pengecer dan masing-masing pengecer.

Tabel 1. Hasil Pengukuran Bullwhip Effect pada Tiap Pengecer

Pengecer	ω
UD Putra Sejati, Surabaya	1,260547
UD Semeru, Lumajang	2,091062
Toko Sumber Rejeki, Madiun	1,80784
Toko Pasifik, Bangkalan	2,565651
UD Prima, Jember	1,836489

Berdasarkan Tabel 1 dapat diketahui bahwa besarnya rata-rata bullwhip effect (ω_1) pada agregasi permintaan terhadap pengecer sebesar 1,91. Sedangkan nilai bullwhip effect terbesar pada pengecer UD. Pasifik Bangkalan sebesar 2.566.

Berdasarkan hasil pengukuran nilai bullwhip effect pada tiap eselon seperti pada Tabel 2 maka dapat diketahui bahwa besarnya variabilitas permintaan pada tingkat eselon yang terbesar, yaitu eselon manufaktur sebesar 1.563.

Tabel 2. Hasi Bullwhip Effect pada Tiap Echelon

Echelon	ω
Manufaktur	1.562782
Pengecer	1,25772

Identifikasi penyebab terjadinya Bullwhip Effect. Dari fishbone diagram pada Gambar 1 akan diuraikan setiap faktor yang menjadi penyebab terjadinya bullwhip effect yang didapat dari hasil wawancara dengan perusahaan, sebagai berikut.

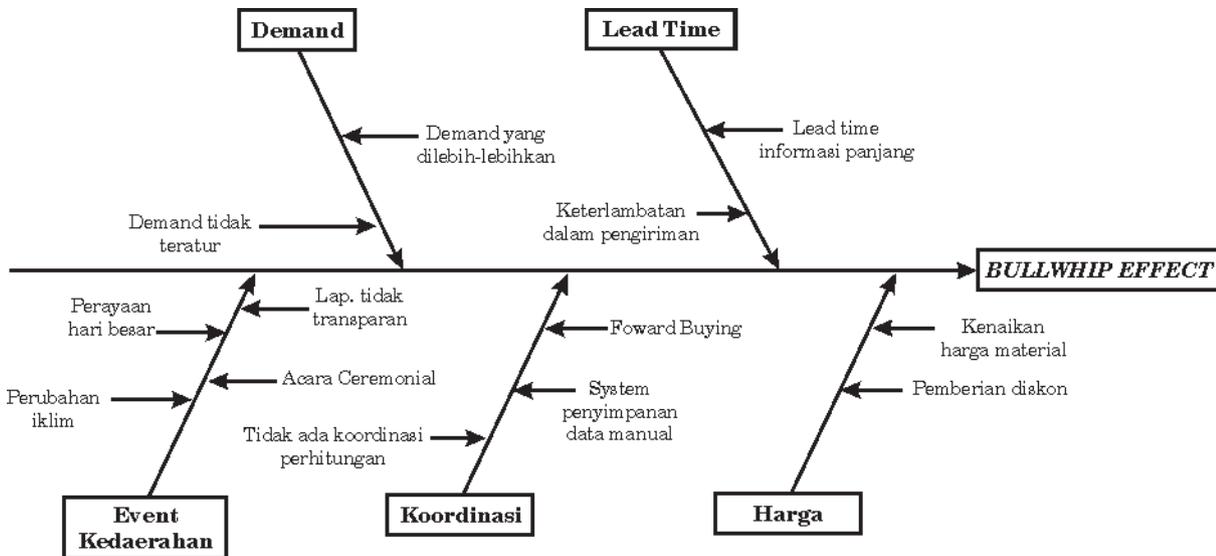
Demand. Permintaan semakin meningkat hal ini karena adanya demand yang tidak teratur dan demand yang dilebih-lebihkan oleh downstream sehingga menyebabkan pola permintaan yang tidak teratur. Hal ini dapat dilihat dalam grafik variansi permintaan di tingkat pengecer untuk produk SHAFa 240 ml selama tahun 2007 (Gambar 2).

Berdasarkan Gambar 2 dapat disimpulkan bahwa penjualan produk untuk produk SHAFa 240 ml setiap bulanya mengalami variasi, di mana pada bulan Januari sebesar 19800, Februari 19330, Maret 19370, April 19610, Mei 20350, Juni 19870, Juli 20500, Agustus 20740, September 20400, Oktober 20260, November 20840, Desember 21220. Variansi yang terjadi pada penjualan produk berpengaruh pada order pengecer ke manufaktur yang menyebabkan pola permintaan tidak teratur, seperti pada bulan Januari sebesar 17090, Februari 18770, Maret 21180, April 17910, Mei 18200, Juni 20540, Juli 19240, Agustus 21000, September 19430, Oktober 21150, November 20190, dan Desember 19310.

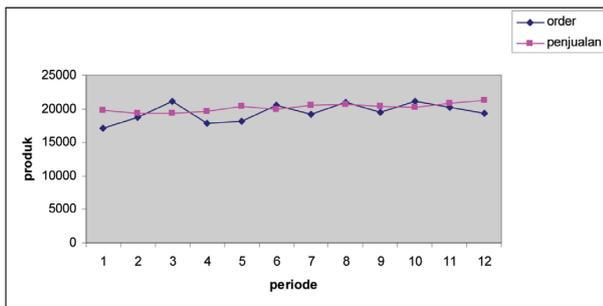
Perubahan iklim sekarang ini yang cenderung panas dari bulan ke bulan maka berakibat pada konsumsi air mineral yang meningkat. Hal ini juga terjadi di daerah pengecer Bangkalan, kondisi iklim yang cenderung panas mengakibatkan pola permintaan konsumen meningkat.

Even-event seperti perayaan hari besar agama maupun nasional dan juga acara perkawinan memiliki kecenderungan meningkatkan penjualan sehingga pengecer berspekulasi dengan melebihi-lebihkan pesanan. Berdasarkan gambar grafik total penjualan di tingkat pengecer (Gambar 2) dapat dilihat bahwa pada akhir tahun penjualan menjadi meningkat karena pada bulan tersebut banyak diadakan even-even ceremonial di masyarakat.

Dalam hal ini lead time pengiriman dan informasi sering terjadi keterlambatan sehingga



Gambar 1. Identifikasi terjadinya *Bullwhip Effect*



Gambar 2. Grafik Variansi Order dan Penjualan di Tingkat pengecer

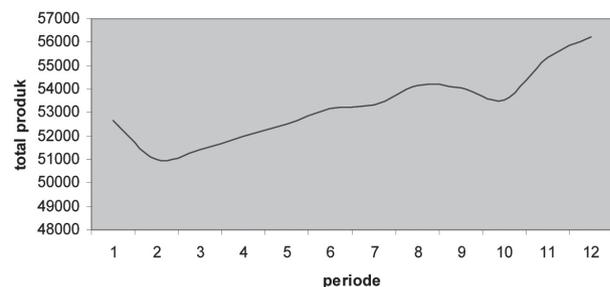
menyebabkan aktivitas pengiriman menjadi terganggu. Hal ini disebabkan karena kurangnya alat transportasi pengiriman yang tidak sebanding dengan banyaknya order dari pengecer yang memiliki jarak lokasi yang jauh dan panjangnya aliran informasi yang ada di perusahaan menyebabkan aktivitas pengiriman menjadi rumit karena melibatkan banyak pihak-pihak yang terkait. *Lead time* yang terjadi seringkali sampai mencapai 3 hari.

Kenaikan harga material menyebabkan kenaikan terhadap harga jual produk, tidak stabilnya harga-harga material menyebabkan *end customer* berspekulasi dengan meningkatkan jumlah permintaan sebagai antisipasi pada saat harga mulai naik. Dari informasi yang diperoleh di perusahaan bahwa kenaikan material terjadi tiap

awal tahun yaitu pada bulan januari. Seperti pada grafik, pada akhir tahun order pengecer menjadi meningkat, ini dilakukan untuk mengantisipasi kenaikan harga material di awal tahun.

Program promosi yang dilakukan akan meningkatkan penjualan tetapi ketika program tersebut dihentikan menyebabkan penurunan penjualan.

Lemahnya koordinasi menyebabkan terjadinya kesalahan-kesalahan dalam perencanaan produksi sehingga seringkali terjadi *inventory* yang menumpuk. Koordinasi antar stage dalam *supply chain* yang kurang menyebabkan tidak adanya acuan dalam memproduksi sistem penyimpanan data-data penjualan yang tidak terkomputerisasi dengan baik dan laporan yang tidak transparan dari pengecer sehingga dapat menyebabkan distorsi informasi yang berakibat pula pada kesalahan dalam penjadwalan produksi.



Gambar 3. Grafik Total Penjualan Pengecer

Berdasarkan identifikasi penyebab *bullwhip effect* yang digambarkan dalam *fishbone diagram* pada subbab sebelumnya, maka akan diajukan beberapa alternatif solusi untuk mengurangi terjadinya *bullwhip effect* dengan menggunakan metode *fuzzy AHP*. Alternatif solusi yang akan dikembangkan antara lain sebagai berikut:

Menyederhanakan sistem aliran informasi pada proses pemenuhan bahan baku dan pengiriman barang. Kondisi yang terjadi selama ini dalam aktivitas pemenuhan bahan baku dan pengiriman barang di perusahaan terlalu melibatkan banyak pihak seperti marketing, bagian gudang maupun manager yang berakibat pada rumitnya proses administrasi, proses pengelolaan informasi tentang *order* maupun *demand* yang harus menunggu persetujuan pihak-pihak tersebut sehingga menyebabkan *lead time* informasi dan pengiriman menjadi lama.

Melakukan monitoring terhadap level inventori yang ada pada *downstream channel*. Hal ini dilakukan untuk melakukan control penjualan yang ada pada *downstream* sehingga manufaktur memperoleh informasi *demand* yang dijadikan dasar untuk menentukan besarnya produksi ataupun *order* terhadap supplier.

Melakukan kebijakan *single forecast* oleh manufaktur. Strategi tersebut membutuhkan koordinasi dan kolaborasi yang baik dari semua level *supply* di mana informasi permintaan yang dijadikan dasar *forecast* tersebut berasal dari konsumen.

Kemudian dari pengembangan alternatif solusi tersebut dipertimbangkan juga mengenai beberapa kriteria atau aspek dalam pemilihan alternatif solusi pengurangan *bullwhip effect* tersebut. Beberapa kriteria atau aspek yang akan dipertimbangkan antara lain:

Sumber daya, terdiri atas beberapa subkriteria pendukung yaitu: Kelayakan finansial, faktor penting dari suatu proses kelangsungan dari alternatif yang ditawarkan mengingat diperlukan suatu perbaikan dari sumber daya yang ada dan untuk menjamin kelangsungan dari alternatif yang akan dipakai. Infrastruktur IT, dengan adanya teknologi memudahkan akurasi dan kecepatan dalam mendapatkan informasi dari semua *channel* sehingga dapat mengimplementasikan alternatif yang nantinya digunakan oleh

perusahaan dengan cepat. Keahlian (*skill*), untuk mengimplementasikan alternatif nantinya dibutuhkan *skill* yang berkualitas dari SDM yang ada. Waktu, optimalisasi waktu untuk mendukung kelancaran dari implementasi alternatif yang ada.

Kerja Sama *Supply Chain*, terdiri atas beberapa subkriteria pendukung, yaitu: Integrasi dan kolaborasi tiap level, dengan adanya integrasi maupun kolaborasi di tiap level *supply chain* alternatif solusi yang ditawarkan dapat berjalan dengan optimal untuk mengurangi terjadinya *bullwhip effect*. Intensitas Pertemuan, mengadakan koordinasi yang bersifat pertemuan rutin dan berkala dari pihak-pihak pemegang kebijakan baik *supplier*, manufaktur maupun para pengecer untuk memantapkan strategi maupun pengimplementasian alternatif solusi. Mutu kerja sama, kerja sama ataupun koordinasi dari berbagai pihak dalam suplai chain harus bersifat jangka panjang untuk menjamin keberlangsungan dari alternative solusi yang ditawarkan.

Hasil, terdiri atas beberapa sub kriteria, yaitu: Pengurangan BE, dari ketiga alternative tersebut diharapkan dapat mengurangi terjadinya BE. Kemungkinan Keberhasilan Implementasi Alternatif Solusi, bagaimana alternative yang ada dapat mengurangi terjadinya *bullwhip effect* pada *supply chain* perusahaan. Keberlanjutan dari alternatif solusi, dari alternative yang akan dipilih diharapkan dapat diimplementasikan dengan kontinuitas oleh perusahaan dan tentunya dengan aspek-aspek yang ada dapat mendukung keberlangsungan dari alternatif tersebut.

Berdasarkan hasil identifikasi dengan *fishbone diagram* pada Gambar 1 didapatkan bahwa faktor yang menjadi kendala utama dalam terjadinya *bullwhip effect* di CV Welirang Tirta Mandiri adalah faktor koordinasi. Berdasarkan pengamatan yang dilakukan seperti pada faktor *lead time*, hal ini disebabkan kurangnya koordinasi baik internal maupun *supply chain* manufaktur yang menyebabkan *lead time* informasi dan pengiriman menjadi panjang, selain itu faktor *demand* yang tidak teratur maupun adanya spekulasi dengan melebih-lebihkan *demand* terjadi juga disebabkan kurangnya koordinasi antarlevel *supply chain*. Untuk faktor-faktor penyebab *bullwhip effect* yang lain, yaitu Event Kedaerahan maupun Harga itu lebih kepada kondisi di luar kontrol perusahaan.

Seperti pada kenaikan BBM yang menyebabkan bahan material ikut naik hal itu terjadi di luar kebijaksanaan perusahaan.

Penyusunan struktur hierarki ini berdasarkan atas permasalahan yang terjadi di perusahaan, penulis memberikan usulan mengenai pembuatan struktur hierarki yang sebelumnya dilakukan wawancara dengan perusahaan, sebagai berikut:

- Tingkat 1 : merupakan goal tujuan yang akan diperoleh berdasarkan analisis data yang diperoleh
- Tingkat 2 : merupakan kriteria (prioritas), yaitu elemen yang menjadi penyebab *bullwhip effect*
- Tingkat 3 : merupakan subkriteria, yaitu elemen pendukung pendukung kriteria (prioritas)
- Tingkat 4 : merupakan alternatif solusi

Untuk mengetahui kekonsistenan data dari kuesioner yang telah diisi maka dilakukan uji konsistensi dari matriks perbandingan yang telah dilakukan pada masing-masing metode sebelum dilakukan perhitungan untuk mencari total bobot setiap alternatif dan memilih alternatif yang terbaik.

Berdasarkan Tabel 3 dapat dilihat bahwa uji konsistensi dengan menggunakan metode AHP didapatkan bahwa masing penilaian pada kuesioner I, II, dan III adalah konsisten karena nilainya $< 0,1$.

Tabel 3. Uji Konsistensi dengan Metode AHP

Dimensi	CI	CR	Konsisten $CR \leq 0.1$
Goal	0.028	0.048	Konsisten
Sumber daya	0.05	0.045	Konsisten
Kerja Sama SC	0.0095	0.016	Konsisten
Hasil	0.04	0.07	Konsisten

Pada metode Fuzzy AHP, dari hasil perhitungan matriks perbandingan berpasangan pada kuesioner bagian I diperoleh nilai bobot fuzzy lokalnya.

Dari hasil pembobotan dimensi pada tingkat 2 (Tabel 4) dimensi sumber daya yang memiliki nilai BNP (*Best Nonfuzzy Performance Value*) terbesar 0.477. Yang artinya dimensi tersebut merupakan dimensi yang paling penting dari dimensi yang lainnya pada tingkat 2.

Berdasarkan Tabel 5 diperoleh bobot global hasil perkalian antara tingkat 2 dan tingkat

3, didapatkan pada subkriteria kemungkinan keberhasilan implementasi memiliki nilai bobot tertinggi sebesar 0.337 yang artinya nilai subkriteria tersebut yang paling penting dari subkriteria lainnya. Subkriteria selanjutnya yang dipentingkan adalah mutu kerja sama yang memiliki nilai bobot 0,344 dan Subkriteria Kelayakan Finansial memiliki nilai bobot 0,277.

Tabel 4. Nilai Bobot Dimensi pada Tingkat 2

Kriteria/ Dimensi	Bobot Fuzzy Lokal			BNP
	A	B	C	
Sumber Daya	0.228	0.413	0.792	0.477
Kerja Sama SC	0.181	0.328	0.719	0.409
Hasil	0.114	0.26	0.396	0.256

Setelah bobot global dari kriteria tingkat 3 diketahui maka dapat dibuat peringkat dari masing-masing alternatif pada metode Fuzzy AHP. Pada Tabel 6 dapat dilihat peringkat masing-masing alternatif.

Menampilkan hasil perhitungan bobot total dari masing-masing alternatif dengan menggunakan Fuzzy AHP. Jadi dengan Fuzzy AHP diperoleh perhitungan nilai tertinggi sampai terendah sesuai dengan tingkat kepentingan didapatkan urutan dengan nilai alternatif ke-2 melakukan monitoring terhadap level inventori yang ada pada *downstream channel* dengan nilai bobot normalisasi BNP 0.359 mempunyai nilai tertinggi, nilai alternatif 3 yaitu Melakukan kebijakan *single forecasting* oleh manufaktur dengan nilai bobot BNP 0.342. Alternatif 1 menyederhanakan sistem aliran informasi pada proses pemenuhan material dan pengiriman produk nilai bobot BNP 0.299.

Dari hasil pemilihan alternatif di atas diharapkan perusahaan melakukan suatu kebijakan baru dengan melakukan monitoring terhadap level *inventory* yang ada pada *downstream channel*. Monitoring dalam hal ini manufaktur dapat melakukan pengendalian terhadap penjualan yang ada di tingkat bawah dalam hal ini pengecer. Sehingga kondisi riil di tingkat pengecer dapat diketahui oleh manufaktur dan informasi tersebut oleh manufaktur akan dikirim ke *supplier* tentang *inventory* yang ada di tingkat pengecer. Hal ini untuk mengurangi terjadinya penumpukan *inventory* maupun *stock out*. Mekanisme yang sebaiknya dilakukan dalam metode ini adalah

Tabel 5. Bobot Prioritas pada Kriteria Tingkat 3

Kriteria/Dimensi	Bobot Fuzzy Lokal			Bobot Fuzzy Global			Bobot (Bnp)	Normalisasi
	A	B	C	A	B	C		
Sumber Daya	0.228	0.413	0.792					
Kelayakan Finansial	0.178	0.417	0.780	0.041	0.172	0.618	0.277	0.109
Keahlian (Skill)	0.090	0.272	0.718	0.016	0.113	0.560	0.229	0.109
Infrastruktur It	0.119	0.240	0.687	0.011	0.065	0.493	0.189	0.09
Waktu	0.034	0.072	0.184	0.004	0.017	0.126	0.049	0.023
Kerja Sama Sc	0.181	0.328	0.719					
Integrasi Dan Kolaborasi Tiap Level	0.227	0.388	0.872	0.041	0.127	0.627	0.265	0.127
Mutu Kerja Sama	0.180	0.444	0.939	0.041	0.172	0.819	0.344	0.165
Intensitas Pertemuan	0.066	0.169	0.303	0.012	0.075	0.285	0.153	0.073
Hasil	0.114	0.26	0.396					
Pengurangan Be	0.267	0.649	1.305	0.030	0.169	0.517	0.239	0.114
Kemungkinan Keberhasilan Implementasi Alternatif Solusi	0.136	0.229	0.633	0.036	0.149	0.826	0.337	0.162
Keberlangsungan Implementasi Alternatif Solusi	0.060	0.122	0.219	0.008	0.028	0.139	0.058	0.028

Tabel 6. Nilai Fuzzy AHP Alternatif

Alternatif	Fuzzy Number	BNP	Normalisasi BNP	Rangking		
A1	12.39	66.52	386.67	155.19	0.299	3
A2	16.825	87.665	453.31	185.93	0.359	1
A3	15.225	80.345	436.02	177.19	0.342	2

manufaktur melakukan kebijakan tunggal untuk semua pengecer, yaitu tiap-tiap pengecer harus memberikan laporan penjualan secara transparan sehingga informasi yang diperoleh manufaktur sesuai dengan kondisi riil. Berdasarkan informasi tersebut manufaktur melakukan kontrol terhadap penjualan yang ada di tingkat pengecer dengan memperkirakan *order* yang harus dikirim dengan mempertimbangkan laporan penjualan yang dikirim pengecer, manufaktur juga merevisi *order* dari pengecer hal ini dilakukan dengan pertimbangan kondisi inventori pengecer untuk menghindari penumpukan *order* dan menjaga permintaan yang harus tetap stabil. Metode ini memerlukan koordinasi yang antar level *supply chain*, Ketika kondisi penjualan tidak cenderung *fluktuatif* dan level *inventory* yang stabil maka variabilitas permintaan dalam *supply chain* dapat dikurangi.

SIMPULAN

Hasil yang diperoleh dari pengukuran *Bullwhip Effect* pada *Supply Chain* di CV Welirang Tirta Mandiri adalah UD Putra Sejati sebesar 1,26, UD Semeru sebesar 2,09, Toko Sumber Rezeki sebesar

1,81, Toko Pasifik sebesar 2,57, UD Prima sebesar 1,26 sedangkan pada *echelon* manufaktur sebesar 1,56 dan *echelon* pengecer 1,26. Alternatif yang terpilih untuk mengurangi *bullwhip effect* adalah melakukan monitoring terhadap level inventory yang ada pada *downstream channel* (Pengecer).

DAFTAR PUSTAKA

- Fransoo J.C, Wouters M.J.F., 2002. *Measuring the Bullwhip Effect in the Supply Chain*, Supply Chain Management, Bradford.
- Lee, Hau L., Padmanabhan, V., dan Whang, S., 1997. *The Bullwhip Effect in Supply Chains*, Sloan management Review, 38: 93-102.
- Simchi L.D., 2000. *Designing and managing the Supply Chain*. Boston: Irwin McGraw-Hill.
- Hsieh, T.Y., 2004. Fuzzy MCDM Approach for Planning and Design Tenders Selection in Public Office Building. *International Journal of Project Management*. 22: 573-84.
- Kusumadewi, S., Hartati, S., Harjoko, A., dan Wardoyo, R., 2006. *Fuzzy Multi Atribute Decision Making (Fuzzy MADM)*, Yogyakarta: Graha Ilmu.
- Kusumadewi, S., dan Purnomo H., 2004. *Aplikasi Logika Fuzzy untuk Pendukung Keputusan*, Yogyakarta: Graha Ilmu.