

**SIMULASI MODEL INVENTORI UNTUK MEREDUKSI
BULLWHIP EFFECT
(STUDI KASUS: COCA. ID)
INVENTORY MODEL SIMULATION TO REDUCE BULLWHIP EFFECT
(CASE STUDY: COCA. ID)**

Diajukan Oleh:

**Mujaddid
D072191001**



**PROGRAM STUDI MAGISTER TEKNIK INDUSTRI
FAKULTAS TEKNIK
UNIVERSITAS HASANUDDIN
MAKASSAR
2022**

LEMBAR PENGESAHAN TESIS

**SIMULASI MODEL INVENTORI UNTUK MEREDUKSI BULLWHIP
EFFECT(STUDI KASUS: COCA. ID)**

INVENTORY MODEL SIMULATION TO REDUCE BULLWHIP EFFECT

(CASE STUDY: COCA. ID)

Disusun dan diajukan oleh :

**Mujaddid
D072191001**

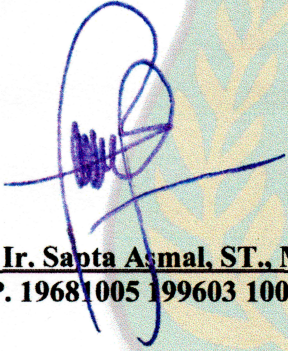
Telah diperiksa dan disetujui untuk diuji

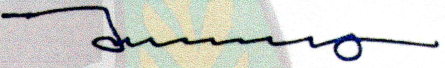
Makassar, 24 Agustus 2022

Komisi
Penasihat


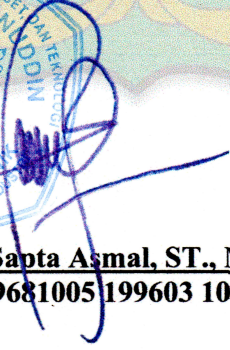
Dosen Pembimbing I

Dosen Pembimbing II


Dr. Ir. Sapta Asmal, ST., MT
NIP. 19681005 199603 1002


Dr. Ir. Saiful, ST., MT., IPM
NIP. 19810606 200604 1 004

Ketua Program Studi Magister
Teknik Industri Fakultas Teknik
Universitas Hasanuddin



Dr. Ir. Sapta Asmal, ST., MT
NIP. 19681005 199603 1002

LEMBAR PENGESAHAN TESIS

SIMULASI MODEL INVENTORI UNTUK MEREDUKSI BULLWHIP EFFECT(STUDI KASUS: COCA. ID)

INVENTORY MODEL SIMULATION TO REDUCE BULLWHIP EFFECT

(CASE STUDY: COCA. ID)

Disusun dan diajukan oleh :

Mujaddid
D072191001

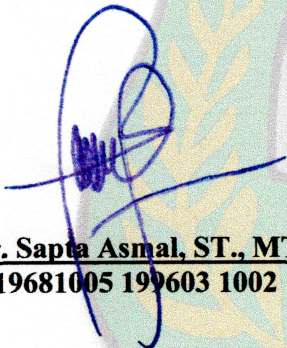
Telah diperiksa dan disetujui untuk diuji

Makassar, 24 Agustus 2022

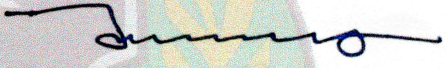
Komisi
Penasihat

Dosen Pembimbing I

Dosen Pembimbing II




Dr. Ir. Sapta Asmal, ST., MT
NIP. 19681005 199603 1002



Dr. Ir. Saiful, ST., MT., IPM
NIP. 19810606 200604 1 004

Ketua Program Studi Magister
Teknik Industri Fakultas Teknik
Universitas Hasanuddin

Dekan Fakultas Teknik
Universitas Hasanuddin



Dr. Ir. Sapta Asmal, ST., MT
NIP. 19681005 199603 1002



Prof. Dr. Eng Ir. Muhammad Isran Ramli, ST., MT
NIP. 197309262000121002

SURAT PERNYATAAN

Yang bertanda tangan dibawah ini:

Nama : Mujaddid

Nim : D072 191 001

Judul : Simulasi model inventory untuk mereduksi *bullwhip effect*

Menyatakan bahwa:

Judul yang berkaitan dengan Tugas Akhir yang diajukan tersebut **BENAR** tidak memiliki kesamaan dengan tugas akhir yang ada di Perpustakaan Jurusan Mesin Fakultas Teknik Universitas Hasanuddin.

Demikian surat pernyataan ini dibuat dengan sebenar-benarnya.

Makassar, 24 Agustus 2022

Mengetahui,

Mahasiswa



Mujaddid
NIM. 072 191 001

Mujaddid : Simulasi model inventori untuk mereduksi *bullwhip effect* (dibimbing oleh Dr. Ir. Sapta Asmal, ST., MT dan Dr. Ir. Saiful, ST., MT., IPM).

ABSTRAK

Bullwhip effect merupakan salah satu permasalahan yang sering terjadi pada supply chain. Bullwhip effect dapat didefinisikan secara sederhana yaitu adanya persimpangan yang jauh antara persediaan dan permintaan. Untuk menyelesaikan masalah tersebut perlu dilakukan suatu manajemen persediaan agar dapat menyediakan produk atau jasa pada waktu dan tempat yang tepat. Tujuan penelitian ini adalah meminimalisir terjadinya bullwhip effect, meningkatkan service level serta mempertimbangkan total cost dan profit, metode yang digunakan adalah RQ policy dan disimulasikan di software anylogistix, untuk dapat menentukan kebijakan dan model inventori yang optimal. Hasil yang optimal setelah dilakukan simulasi yaitu R:15.000 dan Q:30.000 dengan kapasitas inventori 30.000 dengan nilai bullwhip effect dari 1,62 menjadi 1 yang berarti tidak terjadi *bullwhip effect*, service level dari 0,90 menjadi 1 yang berarti semua pesanan dapat di penuhi dengan waktu yang tepat dan profit sebesar Rp.74.400.000. menjadi Rp.101.450.000.

Keywords: Bullwhip effect, inventory, service level, simulation, supply chain management

ABSTRACT

One of the issues that frequently arises in the supply chain is the bullwhip effect. The bullwhip effect is simply the presence of a distant intersection of supply and demand. To address this issue, inventory management must be implemented in order to provide products or services at the appropriate time and location. The goal of this study is to reduce the occurrence of the bullwhip effect, increase service level, and consider total cost and profit. The method used is RQ policy. RQ policy is a fixed replenishment point inventory policy / fixed replenishment quantity policy is referred to as an RQ policy. When the inventory level drops below the fixed replenishment point (R), the product's fixed replenishment quantity (Q) is ordered, which is simulated in anylogistix software to determine the optimal inventory policy and model. The optimal simulation results are R:15,000 and Q:30,000 with an inventory capacity of 30,000, a bullwhip effect value of 1.62 to 1, indicating no bullwhip effect, and a service level of 0.90 to 1, indicating that all orders can be fulfilled. with the right timing and profits ranging from Rp. 74.400.000 to Rp. 101,450,000

Keywords: Bullwhip effect, inventory, service level, simulation, supply chain management

KATA PENGANTAR

بِسْمِ اللَّهِ الرَّحْمَنِ الرَّحِيمِ

Assalamualaikum wr. wb.

Puji dan syukur saya panjatkan kepada ALLAH SWT atas segala rahmat dan hidayahnya, sehingga penulis dapat menyelesaikan tesis ini dengan judul **“Simulasi Model Inventori Untuk Mereduksi Bullwhip Effect”**.

Penulis menyadari bahwa skripsi ini masih jauh dari kesempurnaan jadi demi kesempurnaan skripsi ini, penulis membutuhkan sumbangan pikiran dan kritik yang membangun.

Penghargaan dan ucapan terima kasih yang setulus-tulusnya kepada kedua orang tua penulis, Ayah **Prof. Dr. Ir. H. Ilyas Renreng, M.T** dan Ibu **Dra. Hj. Maipa Anwar Said, M.Si** yang tak hentinya memberikan pengertian, mendoakan saya dan selalu memberi dukungan positif, motivasi dan inspirasi bagi penulis untuk dapat melakukan yang terbaik.

Tak lupa saya mengucapkan terima kasih yang sebesar-besarnya kepada semua pihak yang telah membantu dan memberikan motivasi dalam menyelesaikan tugas akhir ini, terutama kepada :

1. Bapak **Prof. Dr. Eng. Ir. Muhammad Isran Ramli, S.T., M.T** selaku Dekan Fakultas Teknik.
2. Bapak **Dr. Ir. Sapta Asmal, ST., MT** selaku Ketua Program Studi Magister Teknik Industri Fakultas Teknik.

3. Bapak **Dr. Ir. Sapta Asmal, ST., MT** selaku Dosen Pembimbing I tesis. Terima kasih atas segala bantuan dan bimbingannya selama penyelesaian tugas akhir ini.
4. Bapak **Dr. Saiful, S.T., M.T.**, selaku Dosen Pembimbing II tesis. Terima kasih atas segala bantuan dan bimbingannya selama penyelesaian tugas akhir ini.
5. Bapak dan Ibu Dosen serta Staff Teknik industri Fakultas Teknik Universitas Hasanuddin yang telah memberikan bantuan kepada penulis selama ini.
6. Kakak saya **Mujtahid. ST, Mushaddiq SE** dan Adik-adik saya dan **Mufliha Nida Yani ST** tersayang yang selalu memberi semangat dan juga keluarga yang tak bisa saya sebut satu per satu yang selalu mendoakan dan memberikan dukungan untuk menyelesaikan Tugas Akhir ini, . Dan Semoga kita semua di berikan kesuksesan dan kebahagiaan didunia maupun di akhirat oleh Allah SWT.
7. Kepada teman-teman **INJECTO12** yang saya sayangi yang selalu mengingatkan dan memberikan semangat yang luar biasa agar bisa menyelesaikan Tugas Akhir ini walaupun teman teman kadang menyebalkan dan juga selalu memberikan kenyamanan dalam lingkungan keluarga kecil Injector maaf tidak bisa menyebutkan satu per satu kalian semua saudara seperjuangan untuk meraih kesuksesan semoga kita semua diberi kesuksesan oleh Allah SWT.
8. Kepada **Coca. id**, Terima kasih atas seluruh bantuan yang di berikan dari staff dan pegawai yang bekerja disana, semoga sukses, dan sehat selalu begitupun perusahaannya tetap terus maju dan bersaing dibidang perindustrian Pipa.

9. Kepada teman-teman kompleks **Maizonette** yang banyak saya pelajari dari pengalaman, pelajaran, dan sumber inspirasi bagi saya sendiri, terima kasih jadi bagian dari lingkungan kehidupanku yang kelak bisa saya ceritakan. Semoga kita semua di berikan kesuksesan dan kebahagiaan oleh Allah SWT.
 10. Seluruh saudara - saudari seperjuangan di Pasca Sarjana Teknik Industri. Dan tak lupa adik - adik dan kakak - kakak yang selalu membantu dan memberi saran.
 11. Kepada **Fatima Syarifuddin Rauf**, Terima kasih atas kehadiran untuk memberi semangat, motivasi, makan, minum, rokok, doa semoga bahagia di dunia maupun akhirat , Aamiin.
- Demikianlah tugas akhir ini penulis buat. Penulis menyadari bahwa Tugas Akhir ini masih memiliki banyak kekurangan didalamnya. Olehnya itu saran dan kritik yang sifatnya membangun dari pembaca sangat penulis harapkan untuk kesempurnaan kedepannya.

Makassar, Agustus 2022

Penulis

DAFTAR ISI

HALAMAN JUDUL.....	
LEMBAR PENGESAHAN.....	i
SURAT PERNYATAAN.....	iii
ABSTRAK	iiv
KATA PENGANTAR	vi
DAFTAR ISI	viv
DAFTAR GAMBAR.....	xii
DAFTAR RUMUS.....	xiii
DAFTAR TABEL.....	xiv
DAFTAR LAMPIRAN.....	xvi
NOMENKLATUR.....	xvii
I. PENDAHULUAN	1
1.1 Latar Belakang	1
1.2 Rumusan Masalah	3
1.3 Tujuan Penelitian	4
1.4 Batasan Masalah	4
1.5 Manfaat Penelitian	4
II. TINJAUAN PUSTAKA	
2.1 Supply Chain Management	5
2.2 Bullwhip Effect	6
2.3 Service Level... ..	12
2.4 Profit.....	13

2.5	Total Cost.....	13
2.6	Revenue.....	14
2.7	Inventory.....	14
2.8	Model dan Simulasi	15
2.9	Penelitian Terdahulu.....	20
III. METODOLOGI PENELITIAN		
3.1	Objek Penelitian.....	24
3.2	Jenis Data.....	24
3.3	Metode Pengumpulan Data.....	24
3.4	Prosedur Penelitian.....	25
3.5	Flow Chart Penelitian.....	26
3.6	Kerangka Fikir Teoritis.....	29
IV. PENGUMPULAN DAN PENGOLAHAN DATA		
4.1	Pengumpulan Data	30
4.2	Pengolahan Data.....	38
4.2.1	Menghitung <i>bullwhip effect</i> , <i>total cost</i> , <i>service level</i> dan <i>profit</i> pada kondisi eksisting	38
4.2.2	Menghitung <i>bullwhip effect</i> , <i>total cost</i> , <i>service level</i> dan <i>profit</i> dengan kebijakan dan model inventory yang baru	56
V. ANALISIS DAN PEMBAHASAN		
5.1	Hasil Perhitungan Pada Kondisi Eksisting	65
5.2	Hasil Simulasi Model Inventori dengan RQ Policy.....	65

5.3 Analisa Hasil Perbandingan Kondisi Eksisting dengan kebijakan dan model inventori yang baru 67

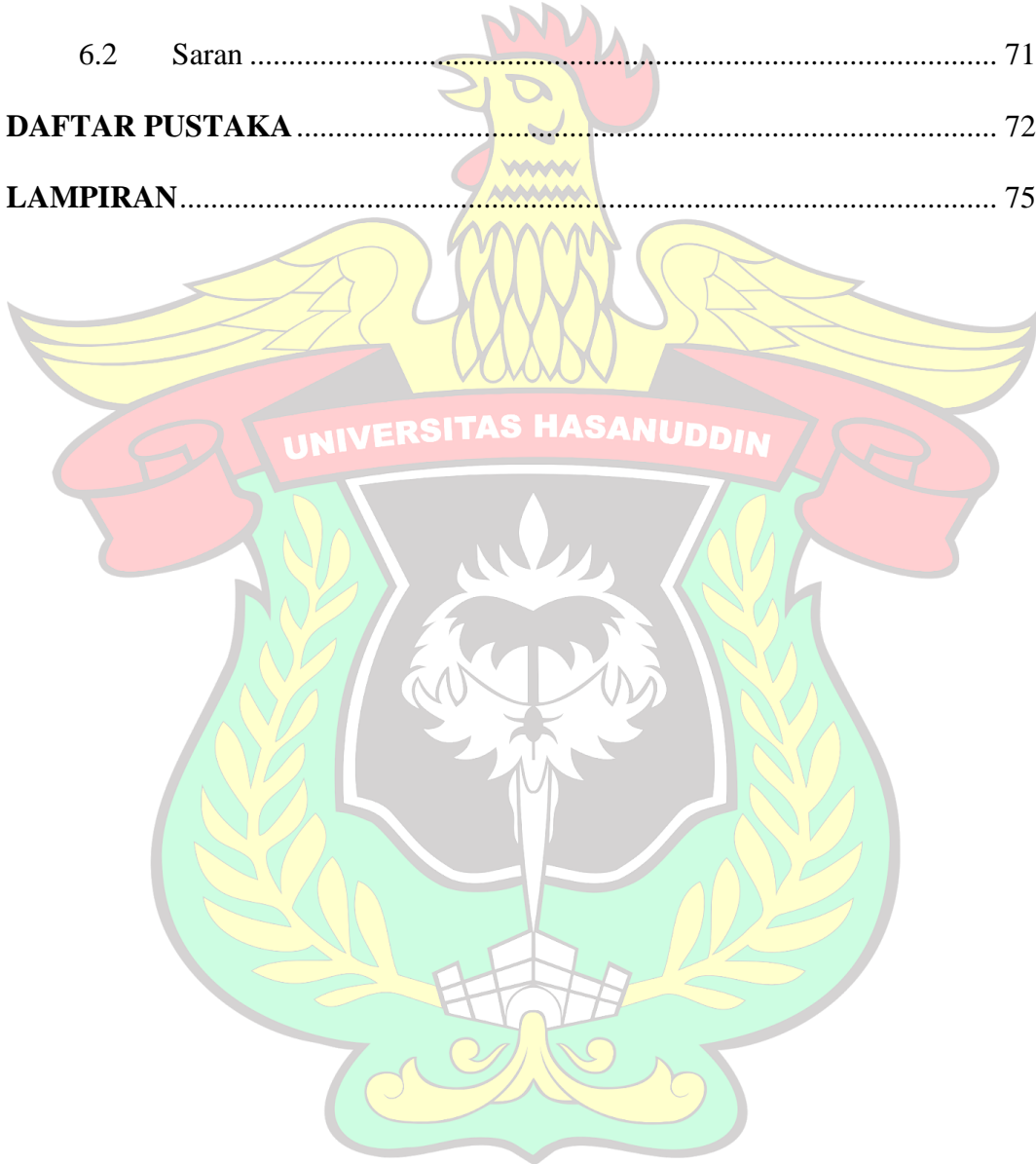
VI. KESIMPULAN DAN SARAN

6.1 Kesimpulan 70

6.2 Saran 71

DAFTAR PUSTAKA 72

LAMPIRAN..... 75



DAFTAR GAMBAR

Gambar 3. 1 Flow chart penelitian.....	28
Gambar 3. 2 Kerangka pemikiran teoritis.....	29
Gambar 4. 1 Gambar alur rantai pasok coca id.....	31
Gambar 4. 2 Alur produksi coca id.....	32
Gambar 4. 3 Alur proses bisnis coca id.....	32
Gambar 4. 4 Chart pasokan dan permintaan tahun 2021.....	34
Gambar 4. 5 Grafik inventori periode 1.....	54
Gambar 4. 6 Grafik inventori periode 2.....	54
Gambar 4. 7 Grafik inventori selama 1 tahun.....	55
Gambar 4. 8 Grafik inventori periode 1 setelah simulasi.....	63
Gambar 4. 9 Grafik inventori periode 2 setelah simulasi.....	63
Gambar 4. 10 Grafik inventori selama 1 tahun setelah simulasi.....	64

DAFTAR RUMUS

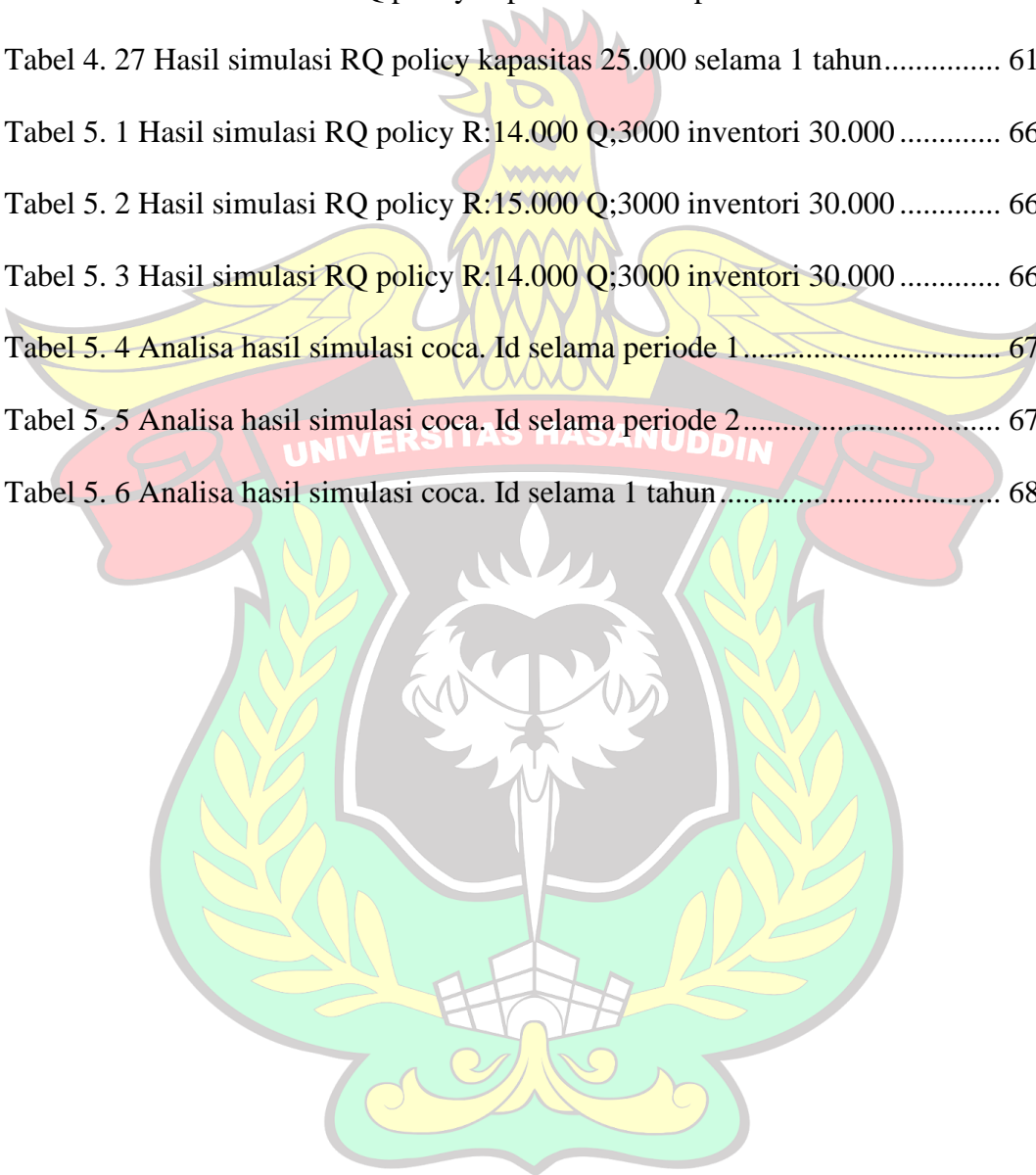
Rumus	Keterangan	Halaman
1	<i>Bullwhip effect</i>	12
2	<i>Service level</i>	13
3	<i>Profit</i>	13
4	<i>Total Cost</i>	13
5	<i>Revenue</i>	14



DAFTAR TABEL

Tabel 4. 1 Data Penelitian	33
Tabel 4. 2 Data permintaan dan pasokan tahun 2021	34
Tabel 4. 3 Data rata rata permintaan cup tahun 2021	35
Tabel 4. 4 Inventori	35
Tabel 4. 5 Biaya fasilitas dan operasi.....	35
Tabel 4. 6 Jalur pengiriman barang dari supplier ke costumer	36
Tabel 4. 7 Unit conversion	36
Tabel 4. 8 Kendaraan dan kapasitas	36
Tabel 4. 9 Periode penelitian.....	35
Tabel 4. 10 Data pasokan cup dan permintaan cup periode 1	38
Tabel 4. 11 Data pasokan cup dan permintaan cup periode 2.....	41
Tabel 4. 12 Data pasokan cup dan permintaan cup selama 1 tahun.....	43
Tabel 4. 13 Data pasokan cup dan permintaan cup periode 1	46
Tabel 4. 14 Data pasokan cup dan permintaan cup periode 2.....	47
Tabel 4. 15 Data pasokan cup dan permintaan cup selama 1 tahun.....	47
Tabel 4. 16 Biaya Fasilitas	48
Tabel 4. 17 Biaya Fasilitas	49
Tabel 4. 18 Biaya Fasilitas	51
Tabel 4. 19 Hasil simulasi RQ policy kapasitas 20.000 periode 1.....	56
Tabel 4. 20 Hasil simulasi RQ policy kapasitas 20.000 periode 2.....	57
Tabel 4. 21 Hasil simulasi RQ policy kapasitas 20.000 selama 1 tahun.....	57
Tabel 4. 22 Hasil simulasi RQ policy kapasitas 25.000 periode 1.....	58

Tabel 4. 23 Hasil simulasi RQ policy kapasitas 25.000 periode 2.....	59
Tabel 4. 24 Hasil simulasi RQ policy kapasitas 25.000 selama 1 tahun.....	59
Tabel 4. 25 Hasil simulasi RQ policy kapasitas 25.000 periode 1.....	60
Tabel 4. 26 Hasil simulasi RQ policy kapasitas 25.000 periode 2.....	61
Tabel 4. 27 Hasil simulasi RQ policy kapasitas 25.000 selama 1 tahun.....	61
Tabel 5. 1 Hasil simulasi RQ policy R:14.000 Q;3000 inventori 30.000	66
Tabel 5. 2 Hasil simulasi RQ policy R:15.000 Q;3000 inventori 30.000	66
Tabel 5. 3 Hasil simulasi RQ policy R:14.000 Q;3000 inventori 30.000	66
Tabel 5. 4 Analisa hasil simulasi coca. Id selama periode 1.....	67
Tabel 5. 5 Analisa hasil simulasi coca. Id selama periode 2.....	67
Tabel 5. 6 Analisa hasil simulasi coca. Id selama 1 tahun.....	68



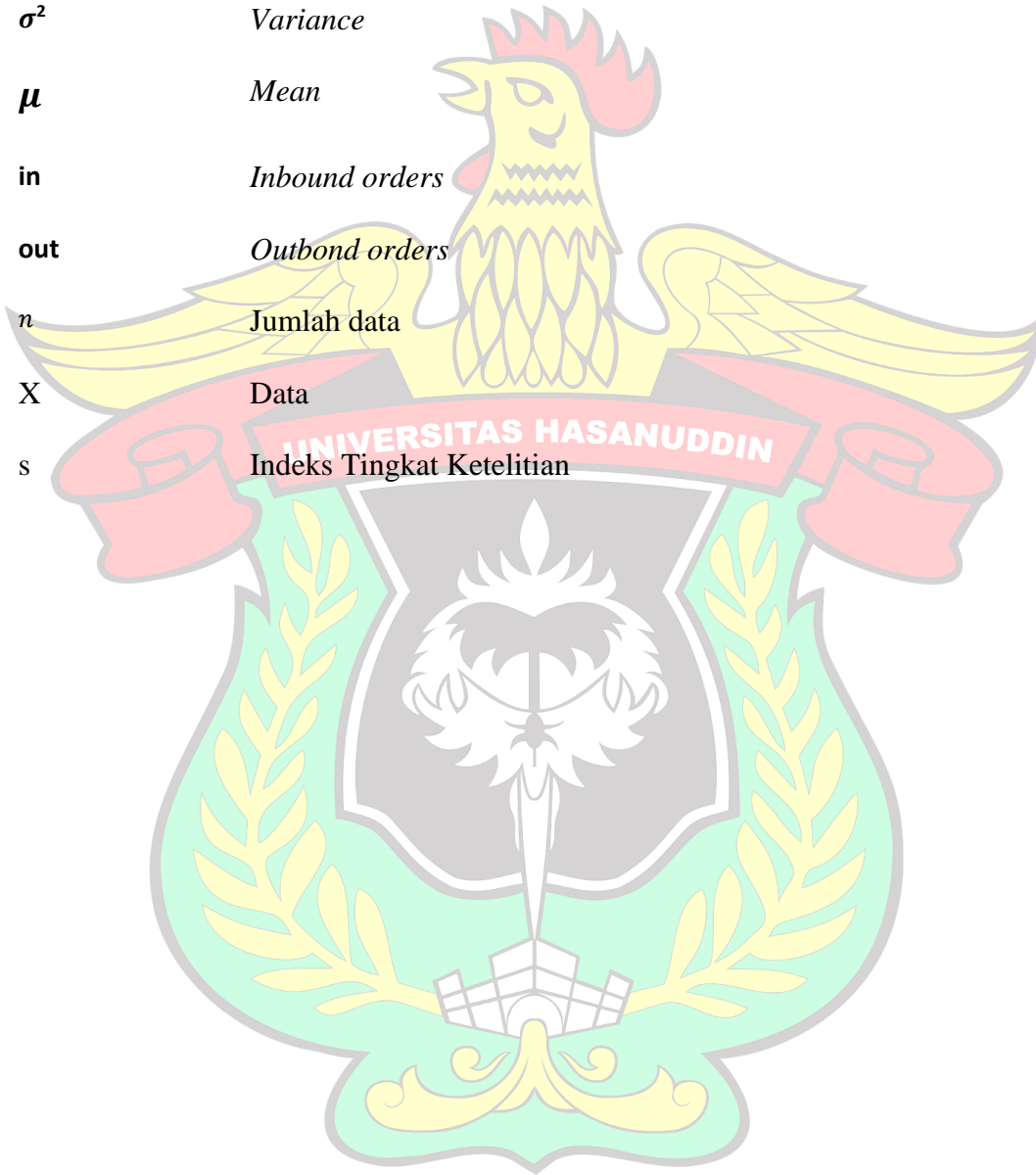
DAFTAR LAMPIRAN

Lampiran 1 Gambar Produk.....	76
-------------------------------	----



NOMENKLATUR

Simbol	Definisi	Satuan
<i>BWE</i>	<i>Bullwhip effect</i>	
σ^2	<i>Variance</i>	
μ	<i>Mean</i>	
in	<i>Inbound orders</i>	
out	<i>Outbond orders</i>	
<i>n</i>	Jumlah data	
X	Data	
s	Indeks Tingkat Ketelitian	



BAB I

PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Dalam era globalisasi serta milenial, perkembangan perekonomian saat ini, perusahaan dihadapkan pada tantangan yang tidak dapat dihindari, pengaruh perubahan kondisi sosial ekonomi dan teknologi yang terus berkembang dari waktu ke waktu merupakan tantangan bagi perusahaan di era ini. Dengan kondisi pasar bebas sudah berjalan dari beberapa tahun lalu, persaingan dalam negeri maupun luar negeri yang lebih ketat dan lebih siap dalam segala bidang, seperti sumber daya manusia, teknologi, serta strategi bisnis yang semakin hari semakin unik dan berkembang. Konsumen jadi mempunyai banyak varian atau pilihan produk serta jasa yang ditawarkan dengan berbagai cara. Oleh karena itu perusahaan harus mampu mengambil Langkah ataupun memperbarui strategi agar mampu bertahan dan berkembang serta memenangkan pasar, sebab perusahaan sebagai salah satu unit ekonomi, yang bertujuan mengejar keuntungan yang maksimal dengan biaya yang seminimal mungkin.

Supply Chain Management (SCM) merupakan salah satu strategi yang dikembangkan dalam menghadapi permasalahan dalam dunia perekonomian. *supply chain* adalah sekumpulan aktivitas yang terlibat dalam proses transformasi dan distribusi barang mulai dari bahan baku paling awal dari alam sampai produk jadi ke konsumen akhir (Wijiningsih et al, 2014). Rantai ini juga merupakan jaringan dari berbagai organisasi yang saling berhubungan yang mempunyai tujuan yang sama, yaitu sebaik mungkin menyelenggarakan pengadaan atau penyaluran barang ataupun jasa, mampu memenuhi permintaan pelanggan, mengembangkan produk, mengeluarkan biaya yang minimum dan, mengelola industri secara efektif dan efisien merupakan keharusan bagi setiap perusahaan yang berada dalam aliran *supply chain* tersebut.

Fungsi dari sistem *supply chain* adalah memberikan kontribusi yang optimal bagi setiap perusahaan, serta memenuhi dan menyediakan produk atau jasa yang tepat, pada tempat dan waktu yang tepat. Koordinasi setiap pihak yang ada dalam aliran *supply chain* tentunya sangat dibutuhkan. Koordinasi yang terdistorsi akan menimbulkan kebiasaan yang sering disebut dengan fenomena *bullwhip effect* atau kekacauan di *supply chain* mulai dari *supplier, manufacturer, distributors, Wholesaler, retailer*. *Bullwhip effect* adalah hasil dari kurangnya transparansi informasi yang merupakan hasil dari kurangnya koordinasi di antara para peserta *supply chain*. Oleh karena itu koordinasi yang tepat menjadi kunci untuk menurunkan *bullwhip effect* (A. Tanwer et al 2014).

Bullwhip effect merupakan salah satu dari permasalahan yang timbul pada *Supply Chain*. *Bullwhip effect* dapat diartikan secara sederhana adalah adanya simpangan yang jauh antara persediaan yang ada dengan permintaan (Ismail & Cyrilla, 2015). Kebijakan pengendalian persediaan telah diakui sebagai faktor penyumbang *bullwhip effect* dan ketidakstabilan persediaan (F. Costantino, G Gravio, A. Shaban et al). Salah satu penyebab terjadinya *bullwhip effect* adalah persediaan yang berlebih (*overstock*) yang berakibat pada biaya persediaan. Kelebihan persediaan tersebut dikarenakan jumlah permintaan dan persediaan yang kurang tepat akibat dari kurang tepatnya dalam menentukan jumlah persediaan sehingga menyebabkan perusahaan mengeluarkan biaya yang cukup besar. Suseno & Ikatrinasari (2015) berpendapat kehilangan potensi penjualan mengakibatkan kerugian pada perusahaan, atau persediaan yang berlebihan juga akan menimbulkan biaya pada perusahaan ketika perusahaan belum mampu menyediakan produk atau jasa dalam waktu dan jumlah yang tepat.

Coca. Id merupakan produsen sablon cup di kota Makassar. Coca id memiliki permasalahan mengenai kelebihan atau kekurangan barang yang mengakibatkan pada keuntungan bagi perusahaan menjadi minim dan tidak maksimal. *Management* persediaan salah satu penyebab terjadinya kelebihan dan kekurangan barang. Pihak perusahaan selama ini dalam

melakukan manajemen persediaan hanya menggunakan intuisi dan perkiraan yang tidak pasti, Oleh sebab itu masih sering terjadi kelebihan dan kekurangan barang pada proses penjualan pada perusahaan. Untuk mengatasi permasalahan tersebut, perusahaan perlu melakukan identifikasi *bullwhip effect* pada setiap elemen *supply chain* dan melakukan pengurangan nilai *bullwhip effect*. Verawaty et al. (2015) berpendapat bahwa untuk memenuhi pesanan dalam jumlah dan waktu yang tepat sangat dibutuhkan pengaturan persediaan pada perusahaan, sehingga biaya total persediaan dapat dikurangi dengan adanya periode pesan dan kuantitas pemesanan yang optimal. Pemesanan dalam jumlah yang tepat dan waktu yang tepat akan mengurangi terjadinya kelebihan persediaan sehingga perusahaan dapat melakukan pengelolaan persediaan dengan baik.

Untuk itu diperlukan suatu analisis distribusi, salah satunya menggunakan pendekatan *Supply Chain Management (SCM)*. Sehingga permasalahan dalam penelitian ini yaitu mencari tau *bullwhip effect* serta melakukan pengurangan nilai *bullwhip effect* dengan menganalisa *management inventory* serta memberikan model atau kebijakan yang optimal serta mempertimbangkan beberapa aspek seperti *bullwhip effect*, biaya, serta *service level* bagi Coca Id

1.2 Rumusan Masalah

1. Berapa besar *Bullwhip effect*, *total cost*, *service level* serta *profit* yang terjadi di Coca. Id?
2. Berapa besar nilai *Bullwhip effect*, *total cost*, *service level* serta *profit* setelah mengubah kebijakan atau model *inventory*, di Coca. Id?
3. Berapa besar nilai *Bullwhip effect*, *total cost*, *service level* serta *profit* sebelum dan setelah mengubah kebijakan atau model *inventory*, di Coca. Id?

1.3 Tujuan Penelitian

1. Menentukan nilai *Bullwhip effect*, *total cost*, *service level* serta *profit* yang terjadi di perusahaan Coca. id
2. Menentukan nilai *Bullwhip effect*, *total cost*, *service level* serta *profit* setelah mengubah kebijakan atau model *inventory*, di Coca. Id
3. Menentukan kebijakan atau model *inventory* yang optimal bagi Coca. id

1.4 Batasan Masalah

1. Objek penelitian ini fokus pada analisis *bullwhip effect*, *service level*, *total cost* serta *profit* yang terjadi di level distributor Coca. Id
2. Analisis *bullwhip effect*, *service level*, *total cost* yang terjadi diamati selama setahun
3. Data yang di gunakan adalah data permintaan dan penjualan di level Coca. Id selama setahun
4. Scenario kapasitas inventori yang digunakan hanya 20.000, 25.000 dan 30.000

Manfaat Penelitian

1. Bagi perusahaan dapat di gunakan sebagai acuan untuk menyelesaikan permasalahan *bullwhip effect* didalam aliran ranti pasok demi meningkatkan aktivitas distribusi
2. Bagi mahasiswa sebagai sarana penerapan ilmu yang diperoleh selama menempuh kuliah

BAB II TINJAUAN PUSTAKA

2.1 *Supply Chain Management*

Supply Chain Management adalah suatu sistem tempat organisasi menyalurkan barang produksi dan jasanya kepada para pelanggannya. dari berbagai organisasi yang saling berhubungan yang mempunyai tujuan yang sama, yaitu sebaik mungkin menyelenggarakan pengadaan atau penyaluran barang tersebut. Konsep dari *supply chain management* adalah untuk mencapai optimalisasi kinerja pada sebuah perusahaan agar mampu memberikan *service level* yang tinggi dalam memenuhi permintaan konsumen (Anwar.,S,2012). Dalam penerapan *supply chain management* perusahaan-perusahaan diharuskan mampu memenuhi kepuasan pelanggan, mengembangkan produk tepat waktu, mengeluarkan biaya yang rendah dalam bidang persediaan dan penyerahan produk, mengelola industri secara cermat dan fleksibel.

Definisi oleh *the Council of Logistics Management*: "*Supply Chain Mangement* adalah koordinasi sistematis dan strategis dari fungsi bisnis tradisional dalam perusahaan tertentu dan di seluruh bisnis dalam rantai pasokan untuk tujuan meningkatkan kinerja jangka panjang dari masing-masing perusahaan dan rantai pasokan secara keseluruhan". Sebuah *supply chain* merujuk kepada jaringan yang rumit dari hubungan di mana organisasi mempertahankan dengan rekan bisnisnya untuk mendapatkan sumber produksi dalam menyampaikan kepada konsumen. Tujuan yang hendak dicapai dari setiap supply chain adalah untuk memaksimalkan nilai yang dihasilkan secara keseluruhan. *Supply chain* yang terintegrasi akan meningkatkan keseluruhan nilai yang dihasilkan oleh *supply chain* tersebut.

Pada suatu *supply chain* biasanya ada 3 macam aliran yang harus dikelola yaitu:

1. Aliran barang
2. Aliran uang
3. Aliran informasi

Aliran informasi berperan sangat vital dalam menciptakan SCM yang unggul. Mereka yang memiliki kinerja SCM yang bagus pasti mampu mengelola informasi dengan baik dan transparan serta akurat. Informasi tentang persediaan produk yang masih ada di masing – masing retail sering dibutuhkan untuk oleh distributor maupun pabrik. Informasi tentang ketersediaan kapasitas produksi yang dimiliki oleh supplier juga sering dibutuhkan oleh pabrik. Informasi tentang status pengiriman bahan baku sering dibutuhkan oleh perusahaan yang mengirim dan yang menerima. Perusahaan harus membagi informasi seperti ini agar pihak - pihak yang berkepentingan bisa memonitor untuk keperluan perencanaan yang lebih baik dan akurat. (Pujawan, I Nyoman dan Mahendrawathi, 2010)

2.2 *Bullwhip effect*

Bullwhip effect adalah peningkatan variabilitas permintaan yang terjadi pada setiap level *supply chain* sebagai akibat adanya distorsi informasi (A. Tanwer et al 2014). *Bullwhip effect* dapat diartikan secara sederhana adalah terjadinya permintaan yang relatif stabil di tingkat konsumen tetapi jumlah permintaan tersebut menjadi fluktuatif di bagian hulu *supply chain* karena adanya kebiasaan aliran informasi. *Bullwhip effect* memberikan dampak yang besar terhadap entitas di dalam *supply chain* meliputi retailer, *distributor warehouse*, *market warehouse*, *Manufacturer warehouse* dan *plant warehouse* (Cao et al., 2014). Kebiasaan informasi menimbulkan kekacauan di rantai supply. Mulai dari supplier, manufacturer, distributors, Wholesaler, retailer dan sudah barang tentu konsumen yang akan menanggung akibatnya dalam bentuk biaya tinggi ataupun tidak tersedianya barang. Perusahaan dapat mengurangi

ketidakpastian informasi dengan cara melakukan *sharing information* secara lengkap yang berkaitan dengan permintaan konsumen (Al Sudairi et al., 2012). Adanya variabilitas permintaan cenderung meningkatkan terjadinya *bullwhip effect*, yang dapat menyebabkan terjadinya *stockout*, *service level* rendah, serta biaya transportasi yang tinggi (Shaban et al., 2015)

Pemakaian istilah “*Bullwhip Effect*” pertama kali diperkenalkan oleh perusahaan Procter dan Gamble (P & G) pada permintaan popok bayi “Pampers” yang mengalami amplifikasi permintaan, dimana tingkat konsumsi “Pampers“ berjalan konstan tetapi P&G menemukan bahwa di distributor tingkat permintaan produk tersebut mengalami perubahan yang sangat cepat. *Bullwhip effect* adalah suatu fenomena dimana permintaan kepada *supplier* memiliki variansi yang besar dari pada penjualan yang dilakukan kepada *buyer* dan terjadi distorsi kepada level *supply chain* yang lebih tinggi (Christer Carlsson dan Robbert Fuller, 2001). Dalam manajemen rantai pasokan, informasi menempati peran penting. Koordinasi yang baik dan arus informasi antar pihak di setiap elemen jaringan rantai pasok sangat dibutuhkan untuk menjaga efektifitas rantai pasok yang dibangun. Setiap pihak yang terlibat dalam rantai pasokan mengelola informasi untuk memperkirakan tingkat persediaan, karena *bullwhip effect* adalah hasil dari kurangnya transparansi informasi yang merupakan hasil dari kurangnya koordinasi di antara para peserta rantai pasokan. Oleh karena itu koordinasi yang tepat menjadi kunci untuk menurunkan *bullwhip effect*. (A. Tanwer et al 2014). Dalam situasi ini perusahaan tidak mempunyai informasi permintaan yang akurat (lee etal, 1997). Akibatnya, terjadi kelebihan atau kekurangan jumlah produk, peningkatan biaya penyimpanan, dan biaya persediaan habis (I Kholidasari, 2019). Handfield dan Nichols (2002) menyatakan bahwa informasi yang tidak akurat atau informasi yang tidak terdistorsi pada setiap level *supply chain* dari bawah ke atas dapat menimbulkan beberapa masalah penting, diantaranya:

1. Persediaan yang berlebihan
2. Hilangnya pendapatan
3. Turunya tingkat kepuasan konsumen customer
4. Pengiriman yang tidak efektif
5. Kesalahan dalam Penjadwalan produksi
6. Penggunaan sumber daya yang tidak efisien

Ada banyak hal yang bisa menyebabkan terjadinya bullwhip effect ini. Dalam hal ini menurut (lee etal, 1997) penyebab utama dari *bullwhip effect* yaitu :

1. *Demand Forecast Updating*

Hal ini mengakibatkan peramalan permintaan yang kita buat juga jarang sekali akurat. Peramalan diperlukan perusahaan untuk membuat keputusan jangka panjang, jangka menengah ataupun jangka pendek. Untuk mengakomodasi informasi terbaru ke dalam peramalan, setiap saat perusahaan perlu untuk melakukan pembaruan (updating) terhadap peramalan tersebut. Pembaruan ramalan permintaan mempengaruhi tingkat akurasi peramalan karena perusahaan mengetahui informasi terbaru terkait permintaan pelanggan dan situasi pasar yang sebenarnya.

2. *Order Batching*

Batch ordering ialah penumpukan sejumlah order yang jumlahnya relatif kecil, kemudian sekumpulan order tersebut diberikan ke pemasoknya setelah beberapa waktu. Akibatnya adalah adanya pemesanan besar-besaran pada suatu waktu dan tidak adanya pemesanan pada periode tertentu. Pola pemesanan yang terjadi akan sangat berfluktuasi tinggi, sehingga juga akan mengakibatkan meningkatnya variabilitas dalam *supply chain*.

Pada saat inventory pada perusahaan sudah menurun, maka perusahaan biasanya tidak langsung memesan barang, ini dikarenakan perusahaan memesan berdasar order batching atau akumulasi permintaan sebelum memesan pada supplier. *Order*

Batching ini dapat memicu *bullwhip effect* karena permintaan pelanggan akhir yang relatif stabil dari hari ke hari akan berubah menjadi order mingguan atau order dua mingguan dari ritel sehingga pusat distribusi akan menerima order yang lebih fluktuatif dibandingkan permintaan yang dihadapi ritel.

3. Fluktuasi Harga

Manufaktur dan distributor biasanya membuat promosi secara periodikal, sehingga membuat pembeli melakukan permintaan menjadi lebih banyak dari yang sebenarnya dibutuhkan. Promosi semacam ini dapat membuat supply chain menjadi terancam, ini dikarenakan pembeli akan memesan lebih banyak dari yang dibutuhkan ketika sedang ada promosi dan ketika harga menjadi normal maka tidak ada pembelian karena customer masih memiliki stock barang. Ketika adanya promosi, ritel atau toko akan melakukan *Forward buying* (membeli lebih awal). *Forward buying* yang dilakukan ritel sebagai respon terhadap penurunan harga mengakibatkan angka penjualan meningkat akibatnya distributor akan memesan dalam jumlah yang besar ke pabrik. Pabrik merespon dengan meningkatkan produksi dan memesan ke pemasok untuk mengantisipasi terjadinya kekurangan bahan baku.

4. *Rationing and Shortage Gaming*

Rationing and shortage gaming adalah suatu kondisi dimana permintaan lebih tinggi dari persediaan, penjual sering melakukan *rationing* yaitu hanya memenuhi seratus persen pesanan pelanggan, namun hanya sekian persen dari volume yang dipesan. Mengetahui bahwa permintaan mereka sering tidak dipenuhi sepenuhnya, banyak pelanggan yang berupaya membesarkan ukuran pemesanan mereka. Pada saat salah satu rantai dari *supply chain management* ada yang melakukan “permainan” yang mengakibatkan pabrik tidak mengetahui permintaan pasar yang sebenarnya sehingga terjadi kekurangan atau kelebihan stock di pasaran yang mengakibatkan

kekacauan di downstream, atau ada salah satu mata rantai yang melakukan penimbunan barang dan menimbulkan kekacauan di mata rantai SCM, sehingga permintaan meningkat dari *downstream*.

2.2.1 Cara Mengurangi *Bullwhip effect*

Levi et al. (2008) memberikan beberapa solusi praktis dalam mengurangi *bullwhip effect* ini :

1. Mengurangi Ketidakpastian

Bullwhip effect terjadi karena ketidakpastian (informasi) yang cukup tinggi. Ketidakpastian informasi dapat dikurangi dengan melakukan sentralisasi sistem manajemen informasi persediaan dalam sistem rantai pasok. Sentralisasi saluran pemasaran dan distribusi akan memudahkan dalam melakukan peramalan persediaan. Persediaan yang berlebih (*excess stock*) di suatu gudang lokasi saluran distribusi tertentu akan segera dipindahkan ke gudang lokasi saluran distribusi lain yang mengalami kekurangan persediaan (*shortage*). Sayangnya, sentralisasi sistem manajemen informasi persediaan harus dibayar (*trade-off*) dengan menurunnya efektivitas sistem *supply chain*. Sentralisasi saluran pemasaran dan distribusi akan mendorong kelambatan dalam merespon kebutuhan konsumen, karena keputusan bisnis terpusat.

2. Mengurangi Variabilitas

Pengurangan *bullwhip effect* dilakukan dengan cara mengurangi variabilitas yang inherent dalam proses permintaan konsumen. Contoh aplikasi adalah menerapkan program "*everyday low pricing*". Alih-alih menerapkan promosi melalui diskon harga, toko pengecer menerapkan program *everyday low pricing* ini untuk menciptakan harga yang stabil, sehingga tidak akan menghadapi *panic order* atau *rush order* dari konsumen yang berperilaku membeli banyak pada program diskon. Dengan harga yang stabil akan berimplikasi pada permintaan barang dari konsumen yang relatif stabil, yang akan mengurangi variabilitas.

3. Mengurangi *Lead Time*

Lead time dapat dikurangi dengan menerapkan sistem informasi yang terintegrasi dalam proses tahapan rantai pasok. Contoh aplikasi adalah menerapkan sistem EDI (*Electronic Data Interchange*), yang menyediakan pertukaran data secara realtime atas setiap proses pergerakan barang dari pemasok ke pabrikan sampai ke konsumen akhir.

4. Kerja sama strategic

Bullwhip effect dapat dikurangi dengan cara membangun kerjasama strategi antar pihak dalam setiap rantai pasok. Kerja sama dengan pemasok melalui berbagai bentuk *supply contract* seperti *vendor managed inventory* (VMI), dimana pabrikan mengelola persediaan berdasarkan tingkat persediaan produk di toko pengecer, oleh karena itu pabrikan selanjutnya menentukan tingkat persediaan yang disimpan di gudang pabrikan dan berapa persediaan yang harus dikirim ke toko pengecer setiap periode. Dengan demikian dalam VMI, pabrikan tidak mendasarkan pada pesanan permintaan persediaan dari toko pengecer, melainkan penentuan persediaan disesuaikan dengan tingkat persediaan yang ada di toko pengecer, tanpa harus menunggu permintaan pesanan persediaan dari toko pengecer.

2.2.2 Mengukur *Bullwhip Effect*

Fransoo dan Wouters (2000) mengusulkan ukuran *bullwhip effect* di suatu eselon *supply chain* sebagai perbandingan antara koefisien variansi dari order yang di ciptakan dan koefisien variansi dari permintaan yang diterima oleh eselon yang bersangkutan.

Diagram Permintaan yang Diterima (Produk) / Permintaan ditempatkan (Produk) berdasarkan Situs akan menampilkan jumlah pengiriman masuk dan keluar. Perhitungan program tentang variasi pengiriman masuk dan keluar memungkinkan kita untuk menghitung indeks

BWE (bullwhip-effect) seperti yang ditunjukkan pada persamaan 2.1 (berdasarkan Heizer dan Render 2014).

$BWE > 1$ berarti bahwa variabilitas keluar berlaku atas yang masuk.

$0 < BWE < 1$ berarti bahwa variabilitas yang masuk berlaku atas keluar

$BWE = 1$ berarti tidak ada efek bullwhip

Efek bullwhip didefinisikan sebagai:

$$BWE = \frac{\sigma^2_{Out}/\mu_{Out}}{\sigma^2_{In}/\mu_{In}} \dots(2.1)$$

Dimana :

BWE : *bullwhip effect*

σ^2 : *variance in demand*

μ : *expected value*

in : *inbound orders*

out : *outbound orders*

2.3 *Service Level*

Service level merupakan besar target yang ingin dicapai perusahaan untuk memberi kepuasan kepada konsumen. *Service level* bersama dengan biaya akan dipengaruhi oleh ketepatan dalam pengelolaan persediaan. Terdapat lima keputusan utama dalam pengelolaan persediaan menurut Pujawan & Mahendrawati (2010), yaitu:

1. Barang apa yang akan disimpan
2. Dimana letak penyimpanan dilakukan
3. Berapa banyak kuantitas barang yang harus disimpan.
4. Kapan suatu barang harus dipesan
5. Berapa ukuran pesanan yang harus dilakukan

Permasalahan dalam manajemen persediaan akan timbul apabila terdapat kesalahan dalam menentukan jadwal pemesanan serta kesalahan dalam menentukan besarnya ukuran pemesanan. Pujawan & Mahendrawati (2010) turut memaparkan dampak yang dapat terjadi apabila terdapat kesalahan dalam mengelola persediaan, antara lain:

1. Penuhnya kapasitas penyimpanan barang dalam gudang, sehingga barang tidak dapat tertampung di area gudang
2. Biaya yang ditanggung oleh perusahaan besar karena kurangnya efisiensi dalam pengelolaan persediaan
3. Terjadinya stockout sehingga perusahaan mengalami kerugian akibat lost sales/ backorder.

Kelancaran proses produksi ini akan dapat terwujud apabila dalam proses pengelolaan persediaan dilakukan secara tepat waktu, tepat jumlah, tepat kualitas, tepat tempat serta tepat harga (Kurniasari, 2015).

Service level Menunjukkan Tingkat Layanan yang didasarkan pada jumlah pesanan yang berhasil dipenuhi.

$$\text{Service Level} = \frac{\text{Products in the successful orders}}{\text{sum of all products placed for this facility}} \dots (2.2)$$

Dimana :

Products in the successful orders : pesanan yang berhasil dipenuhi.

Sum of all orders placed for facility : pesanan yang berhasil dan tidak berhasil

2.4 Profit

Menunjukkan laba yang diharapkan, yang dihitung sebagai Pendapatan dikurangi Total Biaya yang diterima.

$$\text{Profit} = \text{Revenue} - \text{Total Cost} \dots (2.3)$$

Dimana :

Revenue : Total barang yang terjual x Harga jual

Total Cost : Inventory Spend + Other Cost

2.5 Total Cost

Menunjukkan statistik sebagai jumlah dari semua biaya yang dikeluarkan, yaitu, *Inventory Spend* dan *Other Cost*.

$$\text{Total Cost} = \text{Inventory spend} + \text{Other Cost} \dots (2.4)$$

Dimana :
Inventory Spend : Harga beli x jumlah barang yang di pesan
Other Cost : Biaya fasilitas x Waktu (bulan)

2.6 *Revenue*

Menunjukkan statistik tentang pendapatan yang dihasilkan oleh fasilitas dari penjualan produk kepada Pelanggan.

$$\text{Revenue} = \text{Total penjualan} \times \text{harga jual} \dots (2.5)$$

2.7 *Inventory*

Inventory (persediaan) adalah suatu aktivas yang meliputi barang-barang milik perusahaan dengan maksud untuk dijual dalam suatu periode usaha yang normal, atau persediaan barang-barang yang masih dalam pengerjaan atau proses produksi, ataupun persediaan barang baku yang menunggu penggunaannya dalam suatu proses produksi (Cahyono,1996)

Persediaan merupakan salah satu bentuk asset yang dimiliki oleh perusahaan, hal tersebut dikarenakan adanya uang yang tertanam dari persediaan yang tersimpan oleh perusahaan (Pujawan & Mahendrawati, 2010). Menurut Nahmias (2009), alasan perusahaan perlu menyediakan persediaan dikarenakan tiga alasan yaitu waktu, *uncertainty* dan *economic of scale*. Alasan waktu diperlukan dalam menghadapi kondisi operasional yang tidak sesuai perencanaan, dimana divisi PPIC dituntut bertanggung jawab terhadap berjalannya proses produksi. Alasan ketidakpastian yaitu dalam menghadapi ketidakpastian *demand* dan *supply*. Alasan *economic of scale* yaitu agar perusahaan mampu meraih nilai ekonomis dalam proses produksi dan proses pengadaan barang.

Kinerja finansial perusahaan turut dipengaruhi oleh ketepatan dalam pengelolaan persediaan. Salah satu fungsi pengelolaan persediaan adalah untuk memastikan proses produksi dapat berjalan sesuai dengan perencanaan. Manajemen persediaan merupakan proses yang meliputi proses perencanaan, pengadaan serta pengawasan terhadap tingkat persediaan yang dibutuhkan oleh perusahaan agar mencapai jumlah optimal

(Kurniasari, 2015). Pengelolaan persediaan dapat diartikan sebagai proses pengolahan produk jadi, produk setengah jadi dan bahan baku oleh perusahaan (R.S Nahmias, 2009).

Ciri khas model inventory adalah solusi optimalnya selalu difokuskan untuk menjamin persediaan dengan biaya yang serendah-rendahnya. Pada dasarnya masalah yang dianalisa oleh system inventori meliputi 2 hal berikut :

- a. Berapa banyak suatu item harus di pesan / di produksi
- b. Kapan pesanan / produksi dari suatu item dilakukan

Table 2.1: *Inventory control policies.*

<i>Inventory Control Policy</i>	Simbol	Detail
RQ policy	(s, q) <i>inventory policy</i>	(R,Q) kebijakan persediaan adalah Poin pengisian tetap / kebijakan kuantitas pengisian tetap. Ketika tingkat persediaan turun di bawah titik pengisian tetap (R), jumlah pengisian tetap (Q) produk dipesan.

2.8 Model Dan Simulasi

2.8.1 Definisi Model dan simulasi

Model merupakan suatu deskripsi atau analogi yang digunakan untuk menggambarkan sesuatu yang tidak dapat diamati secara langsung (Daellenbach & McNickle, 2005). Model juga didefinisikan sebagai representasi dari suatu sistem nyata. Simulasi merupakan proses merancang, menirukan atau memperagakan suatu model dari sebuah sistem nyata dan melakukan eksperimen-eksperimen dengan model tersebut untuk memahami tingkah laku sistem tersebut. Simulasi tidak memberikan jawaban atas sebuah permasalahan, tetapi memberikan cara untuk mengatasi sebuah permasalahan (Arwindy, Buulolo and Rosmaini, 2014). Teknik simulasi bersifat luwes terhadap perubahan-perubahan, sehingga

sesuai dengan keperluan sistem yang sebenarnya. Teknik simulasi digunakan karena:

- a. Sistem dunia nyata dengan elemen-elemen stokastik sangat kompleks.
- b. Simulasi dapat memperkirakan dari tingkah laku sistem yang ada.
- c. Alternatif desain tujuan sistem dapat dibandingkan melalui simulasi.
- d. Simulasi dapat dilakukan pengendalian terhadap kondisi-kondisi eksperimen.
- e. Simulasi memungkinkan untuk kajian yang memerlukan waktu lama.

Pengaplikasian metode simulasi tentu memiliki kelebihan dan kekurangan yang menjadi pertimbangan sebelum memilih metode tersebut. Menurut Kelton (1983), kelebihan dan kekurangan dari metode simulasi adalah sebagai berikut:

- a. Model yang dibangun dapat digunakan berulang-ulang untuk menganalisis model atau kebijakan yang baru.
- b. Kebanyakan sistem yang nyata yang kompleks dengan elemen-elemen stokastik yang ada tidak dapat dijelaskan dengan model matematik yang dapat dievaluasi secara analitis sehingga simulasi seringkali merupakan satu-satunya cara pemecahan yang mungkin.
- c. Simulasi memungkinkan seseorang untuk mengestimasi performansi dari sistem yang ditinjau dalam kondisi yang diinginkan.
- d. Alternatif-alternatif dari rancangan sistem dapat dibandingkan dengan simulasi untuk melihat mana yang terbaik menurut persyaratan yang diinginkan.
- e. Dalam simulasi kita dapat menjaga kondisi penelitian dengan lebih baik dibanding bila dilakukan pada sistemnya langsung.

Sedangkan kekurangan metode simulasi adalah sebagai berikut:

- a. Setiap kali kita menjalankan model simulasi stokastik akan menghasilkan estimasi dari karakteristik model sesungguhnya untuk

satu set input parameter tertentu sehingga model tersebut harus dijalankan beberapa kali untuk setiap set input parameter.

- b. Model simulasi seringkali mahal dan membutuhkan waktu yang lama untuk dibuat.

Model simulasi dapat diklasifikasikan sebagai model statik atau dinamik, model simulasi deterministik atau stokastik, dan model simulasi diskrit atau kontinu. Berikut merupakan penjelasan dari masing-masing klasifikasi tersebut (Law, 2013):

- a. Model simulasi statis dan dinamis

Model simulasi statis merepresentasikan sistem pada waktu tertentu. Model ini mungkin digunakan untuk menunjukkan sistem yang mana permainan waktunya sederhana tanpa aturan. Simulasi dinamik menunjukkan sistem dari waktu ke waktu. Model simulasi dinamis dalam pengertian ini berbeda dengan model simulasi sistem dinamis (*dynamic system*).

- b. Model simulasi deterministik dan stokastik

Model simulasi deterministik merupakan model yang tidak memiliki variabel random dalam inputnya atau tidak memiliki komponen-komponen yang probabilistik. Model simulasi stokastik yaitu model simulasi yang memiliki satu atau beberapa variabel random dalam inputnya. Random input tersebut akan menghasilkan output yang random pula, karenanya diuji hanya berupa estimasi (perkiraan) kebenaran karakteristiknya pada model.

- c. Model simulasi kontinyu dan diskrit

Keputusan dalam menggunakan model diskrit atau kontinyu pada sistem-sistem utama tergantung pada komponen yang akan disimulasikan. Model simulasi diskrit adalah model simulasi yang status variabelnya berubah secara diskrit pada suatu waktu tertentu. Model simulasi kontinyu adalah model simulasi yang status variabelnya berubah secara kontinyu dari waktu ke waktu.

2.8.2 *Discrete Event Simulation (DES)*

Pada simulasi, ada beberapa pendekatan yang dapat digunakan yaitu *system dynamics*, *discrete event simulation* dan *agent based*. *Discrete event simulation (DES)* atau simulasi kejadian diskrit adalah simulasi yang membahas model suatu sistem yang selalu berkembang karena adanya representasi perubahan variabel-variabel pada kondisi tertentu di saat tertentu (Suprianto, Muhammad & Indriani, 2018). Titik-titik waktu merupakan titik waktu terjadinya event atau kejadian sesaat yang mengubah status sistem (Law, 2013). Diskrit mengacu pada sebuah kejadian, misalnya melakukan simulasi sistem antrian di swalayan, sistem pada pelayanan kasir di pertokoan, teller pada pelayanan nasabah di bank, dan simulasi pada sistem inventori/perdagangan.

Manfaat simulasi sangat besar dalam pembuatan kebijakan yang optimal dalam menjalankan sebuah sistem. Hal tersebut tentunya merupakan perpaduan antara simulasi dan model analitis. Model analitis dibangun dari suatu sistem untuk menentukan kebijakan yang optimal, berkaitan dengan kriteria yang digunakan untuk mengelola sistem. Tapi, kebutuhan untuk menyederhanakan representasi untuk mendapatkan solusi analitis seringkali menghilangkan karakteristik model dari sistem yang dapat mempengaruhi kinerja. Setelah ditemukan kebijakan yang optimal untuk model analitis dengan mempertimbangkan fitur-fitur untuk kenyamanan analitis, simulasi kejadian diskrit kemudian berperan dalam menyelesaikan masalah tersebut. Simulasi kejadian diskrit memungkinkan untuk membangun model simulasi yang lebih realistis yang berisi fitur-fitur tersebut.

Simulasi kejadian diskrit menjadi alat penelitian yang sah ketidaksih metode analitis yang diketahui tidak dapat memberikan solusi untuk sebuah masalah. Ketika membangun sebuah model, seringkali dihadapkan pada masalah menyeimbangkan kebutuhan detail struktural

dengan kebutuhan untuk membuat model tersebut sesuai dengan teknik pemecahan masalah. Tetapi, semakin detail sebuah model maka model tersebut akan semakin mendekati kenyataan. Selain itu, model yang detail juga memungkinkan untuk mempelajari respon sistem dengan lebih baik utamanya jika hubungan struktural dalam model diubah. Di sisi lain, model yang detail biasanya menghambat solusi masalah, menggeser metode untuk memecahkan masalah dari analitis ke numerik, dan meningkatkan biaya solusi. Namun, faktor yang paling membatasi dalam penggunaan detail adalah bahwa informasi tentang sistem yang dipelajari sangat terbatas untuk menentukan lebih banyak karakteristiknya. Oleh karena itu, setiap model harus membatasi detail dalam beberapa hal. Hal itu dapat dilakukan dengan mengisi deskripsi sistem sebagai pengganti detail model dengan membuat asumsi tentang perilaku sistem (Fishman, 2001).

2.8.3 *AnyLogistix*

AnyLogistix menggabungkan pemodelan analitis dan dinamis dan memungkinkan kedalaman analisis dan evaluasi efisiensi rantai pasokan yang bersangkutan, dengan mempertimbangkan pengaruh kesempatan. Penggunaan *AnyLogistix* memberikan kemampuan untuk membuat visual model proses logistik yang dipertimbangkan, mengamati sistem yang dianalisis secara dinamis. Pada tahap awal penelitian perlu ditentukan input-inputnya parameter sistem yang dipertimbangkan - lokasi dan jumlah pengiriman dan penerima barang, jenis kargo yang diangkut dan jangka waktu yang diperlukan untuk pengiriman yang aman (Engineering, Vasileva and Engineering, 2020).

Anylogistix banyak digunakan untuk membantu melakukan analisis simulasi risiko gangguan pada rantai pasok. Dalam implementasinya, dibuat beberapa skenario untuk menjalankan eksperimen untuk membandingkan rantai pasok sebelum terkena gangguan dan setelah terkena gangguan.

2.9 Penelitian Terdahulu

Table 2.1: Penelitian Terdahulu.

Judul	Indikator				Kebijakan inventory	Metode		Tujuan				Keterangan
	<i>Demand</i>	<i>Lead time</i>	<i>Inventory</i>	<i>Cost</i>	<i>RQ</i>	Model matematis	<i>Software simulasi</i>	<i>Bullwhip effect</i>	<i>Inventory management</i>	<i>Service level</i>	<i>Cost</i>	
A nearly optimal order policy to reduce bullwhip effect (2005)	X	X	X		X	X		X	X			
Measuring the bullwhip effect in order-up-to policies with continuous and periodic review: a system dynamics simulation approach (2008)	X	X	X	X	X	X		X	X		X	
Exploring the bullwhip effect and inventory stability in a seasonal supply chain (2013)	X	X	X		X		X	X	X			Simul8
Spc-based inventory control policy to improve supply chain dynamics (2014)	X	X	X		X		X	X	X			Simul8
Bullwhip effect analysis by simulation experiments in echelon under (r, s, s) inventory policy (2015)	X	X	X				X	X	X			Optiminventory
Mitigation of bullwhip effect in supply chain inventory management model (2017)	X	X	X		X	X		X	X	X		
Multiple order-up-to policy for mitigating bullwhip effect in supply chain network (2017)	X	X	X	X	X	X		X	X		X	
Influence of inventory changes to bullwhip effect on private industrial network (2019)	X	X	X			X		X	X			

Table 2.2 Penelitian terdahulu tentang *bullwhip effect*

No.	Judul	Tahun	Nama Peneliti	
1.	A nearly optimal order policy to reduce bullwhip effect	2005	Liu, H. Tsui, K.L. Tsung, F.	
	Perbedaan: Penelitian ini mengusulkan kelas kebijakan pesanan-up-to dan mengembangkan kebijakan persediaan yang hampir optimal untuk mengurangi bullwhip effect			
	Persamaan: Sama-sama menggunakan <i>management</i> persediaan			
	Hasil: Kebijakan yang diusulkan dapat secara signifikan mengurangi varians pesanan sambil menjaga biaya yang diharapkan hampir optimal.			
2.	Measuring the bullwhip effect in order-up-to policies with continuous and periodic review: a system dynamics simulation approach	2008	Kianfar, Sarah Saeidi, Amirali Esfahani, Nikrooz Nasr Akbari, Reza	
	Perbedaan : (1) Penelitian ini rantai pasokan empat eselon disimulasikan dengan kebijakan order up to serta mempertimbangkan <i>bullwhip effect</i>			
	Persamaan : sama sama menggunakan <i>management</i> persediaan dan simulasi			
	Hasil : Hasil dari penelitian ini menunjukkan bahwa dalam permintaan yang rendah dan varians lead time, lebih efisien untuk menerapkan kebijakan <i>order up to</i>			
3.	Exploring the bullwhip effect and inventory stability in a seasonal supply chain (2013)	2013	Costantino, Francesco Di Gravio, Giulio Shaban, Ahmed Tronci, Massimo	
	Perbedaan : Makalah ini mempertimbangkan pendekatan simulasi untuk mempelajari pengaruh musiman permintaan terhadap bullwhip effect dan stabilitas persediaan dalam rantai pasokan empat eselon yang mengadopsi kebijakan pemesanan stok dasar dengan <i>moving average</i>			
	Persamaan : Sama sama menggunakan <i>management</i> persediaan dan menggunakan simulasi.			
	Hasil : Hasil menunjukkan bahwa tingkat musiman yang tinggi mengurangi rasio bullwhip effect, rasio varians inventaris, dan rasio pengisian rata-rata untuk sebagian besar			
4.	Spc-based inventory control policy to improve supply chain dynamics (2014)	2014	Costantino, Francesco Gravio, Giulio Di Shaban, Ahmed Tronci, Massimo	
	Perbedaan : Makalah ini mengusulkan kebijakan pengendalian persediaan berdasarkan pendekatan pengendalian proses statistik. Dan menggunakan kebijakan SPC dan <i>order up to</i> .			
	Persamaan : Sama sama menggunakan <i>managament</i> persediaan			
	Hasil : Hasil penelitian inimenunjukkan bahwa kebijakan SPC mengungguli ord-eurp-to dalam hal bullwhip effect dan kinerja inventaris. SPC berhasil menghilangkan bullwhip effect sambil mempertahankan kinerja inventaris yang kompetitif.			

Table 2.2 Penelitian terdahulu tentang *bullwhip effect* lanjutan

5.	Bullwhip effect analysis by simulation experiments in echelon under (r, s, s) inventory policy (2015)	2015	Žic, S Mikac, T Kos, I Žic, J
Perbedaan : Penelitian ini mengukur bullwhip effect dengan melakukan eksperimen simulasi optiminventory dengan kebijakan (R, s, S)			
Persamaan : sama-sama menggunakan simulasi dan manajemen persediaan.			
Hasil : Hasil penelitian ini menunjukkan bahwa dengan menetapkan tingkat persediaan karakteristik lebih tinggi dari yang dibutuhkan dan masing-masing mengurangi jumlah pengiriman ke eselon tertentu dapat mengurangi efek bullwhip.			
6.	Mitigation of bullwhip effect in supply chain inventory management model (2017)	2017	Dai, Jianhua Peng, Shengbo Li, Shibiao
Perbedaan: Penelitian ini mengukur <i>bullwhip effect</i> dengan manajemen persediaan antara 2 eselon dan menggunakan model matematis serta menggunakan kerja sama strategic atau vendor management untuk mengatur system management persediaannya.			
Persamaan: Sama-sama menggunakan manajemen persediaan untuk mengurangi <i>bullwhip effect</i> dan mempertimbangkan <i>service level</i>			
Hasil: Hasil penelitian ini yaitu membangun model matematika untuk mengurangi persediaan dan meningkatkan tingkat layanan.			
7.	Multiple order-up-to policy for mitigating bullwhip effect in supply chain network (2017)	2017	Keshari, Anupam Mishra, Nishikant Shukla, Nagesh McGuire, Steve Khorana, Sangeeta
Perbedaan: Penelitian ini mengusulkan <i>multiple order-up-to</i> policy untuk mengurangi efek bullwhip dalam skenario rantai pasokan multi-tahap, di mana berbagai moda transportasi tersedia di antara peserta rantai pasokan. Kebijakan yang diusulkan mirip dengan <i>fixed order-up-to policy</i> atau berapa banyak pesanan yang harus di pesan.			
Persamaan: Sama-sama menggunakan <i>management</i> persediaan			
Hasil: Model yang diusulkan memaksimalkan keuntungan total bersama dengan meminimalkan total biaya SC sambil memenuhi permintaan pelanggan.			

Table 2.2 Penelitian terdahulu tentang *bullwhip effect* lanjutan

8.	Influence of inventory changes to bullwhip effect on private industrial network (2019)	2019	Mudjahidin Junaedi, Lukman Aristio, Andre Parvian Saputra, Yudha Andrian
Perbedaan: Penelitian ini mengukur <i>bullwhip effect</i> dengan perubahan persediaan di 4 tahapan supply chain dengan menggunakan metode min max dan safety stock (2) Penelitian ini tidak mempertimbangkan biaya inventori sedangkan tesis ini mempertimbangkan biaya inventori			
Persamaan: Sama-sama mempertimbangkan perubahan inventori terhadap <i>bullwhip effect</i>			
Hasil: dalam menggunakan perubahan inventori tidak menyebabkan bullwhip effect dan kekurangan persediaan pada masing masing perusahaan.			

