

**APLIKASI MODEL *JELS* DALAM KOORDINASI
PEMANUFAKTUR TUNGGAL – PEMBELI TUNGGAL DENGAN
PERMINTAAN PROBABILISTIK**

(Studi Kasus di El-Rahma Batik dan Titin Batik)

TUGAS AKHIR

**Diajukan Sebagai Salah Satu Syarat
Untuk Memperoleh Gelar Sarjana Strata-1
Teknik Industri**



Oleh

Nama : Dimas Putra Anugraha

No. Mahasiswa : 06 522 238

**JURUSAN TEKNIK INDUSTRI
FAKULTAS TEKNOLOGI INDUSTRI
UNIVERSITAS ISLAM INDONESIA
YOGYAKARTA**

2012

PENGAKUAN

Demi Allah, Saya akui karya ini adalah hasil kerja saya sendiri kecuali nukilan dan ringkasan yang setiap satunya telah saya jelaskan sumbernya. Jika dikemudian hari ternyata terbukti pengakuan saya ini tidak benar dan melanggar peraturan yang sah dalam karya tulis dan hak intelektual maka saya bersedia ijazah yang telah saya terima untuk ditarik kembali oleh Universitas Islam Indonesia.



Yogyakarta, Februari 2012

Dimas Putra Anugraha
NIM: 06 522 238



UNIVERSITAS ISLAM INDONESIA FAKULTAS TEKNOLOGI INDUSTRI

JURUSAN : TEKNIK INDUSTRI, TEKNIK KIMIA, TEKNIK INFORMATIKA, TEKNIK ELEKTRO, DAN TEKNIK MESIN

Kampus : Jalan Kaliurang Km. 14,4 Telp. (0274) 895287, 895007 Facs. (0274) 895007 Ext. 148; Kotak Pos 75 Sleman 55501 Yogyakarta

<http://www.uui.ac.id> atau <http://www.fti-uui.org> e-mail : fti@uui.ac.id

SURAT KETERANGAN LABORATORIUM

316/ KALAB SIMAN / 20 / LAB SIMAN / V / 2011

Assalamu'alaikum Wr. Wb.

Dengan ini Laboratorium Sistem Manufaktur (SIMAN) menyatakan bahwa mahasiswa dibawah ini:

Nama : Dimas Putra Anugraha

No. Mhs. : 06522238

Telah melakukan penelitian dengan judul "**Koordinasi Pemanufaktur Tunggal – Pembeli Tunggal dengan Mempertimbangkan Permintaan Probabilistik dan Mereduksi Biaya Pesan**" di laboratorium Sistem Manufaktur (SIMAN) pada semester genap 2010/2011.

Demikian surat keterangan ini dibuat untuk digunakan sebagaimana mestinya.

Wassalamu'alaikum Wr.Wb.

Yogyakarta, 08 Agustus 2011



Sri Indrawati, ST., M.Eng.
Kalab Sistem Manufaktur

**APLIKASI MODEL *JELS* DALAM KOORDINASI
PEMANUFAKTUR TUNGGAL – PEMBELI TUNGGAL DENGAN
PERMINTAAN PROBABILISTIK
(Studi Kasus di El-Rahma Batik dan Titin Batik)**

TUGAS AKHIR



**Nama : Dimas Putra Anugraha
No. Mahasiswa : 06 522 238**

**Yogyakarta, Februari 2012
Pembimbing**

(Ali Parkhan Ir. M.T.)

LEMBAR PENGESAHAN PENGUJI
APLIKASI MODEL *JELS* DALAM KOORDINASI
PEMANUFAKTUR TUNGGAL – PEMBELI TUNGGAL DENGAN
PERMINTAAN PROBABILISTIK
(Studi Kasus di El-Rahma Batik dan Titin Batik)

TUGAS AKHIR

Oleh
Nama : **Dimas Putra Anugraha**
No. / Mahasiswa : **06 522 238**

Telah Dipertahankan di Depan Sidang Penguji Sebagai
Salah Satu Syarat Untuk Memperoleh Gelar Sarjana Strata-1
Teknik Industri

Yogyakarta, 29 Maret 2012

Tim Penguji

Ir. Ali Parkhan, M.T
Ketua

Sri Indrawati, ST., M.Eng.
Anggota I

Agus Mansur, ST, M.Eng.Sc.
Anggota II

Mengetahui,
Ka. Prodi Teknik Industri
Fakultas Teknologi Industri
Universitas Islam Indonesia

Drs. H. M. Ibnu Mastur, MSIE

1/5-2012

HALAMAN PERSEMBAHAN

Karya sederhana ini ku persembahkan bagi orang – orang yang telah
menjadi bagian dalam hidupku :

Ibu & Ayah tercinta, Terimakasih atas segala doa, kasih sayang serta
dukungan yang diberikan selama ini sehingga dapat menyelesaikan study
ini dengan baik.



MOTTO

قُلْ لَوْ كَانَ الْبَحْرُ مِدَادًا لِكَلِمَاتِ رَبِّي لَنَفِدَ الْبَحْرُ قَبْلَ أَنْ تَنْفَدَ
كَلِمَاتُ رَبِّي وَلَوْ جِئْنَا بِمِثْلِهِ مَدَدًا ﴿١٠٩﴾

Katakanlah: Sekiranya lautan menjadi tinta untuk (menulis) kalimat-kalimat

Tuhanku, sungguh habislah lautan itu sebelum habis (ditulis) kalimat-kalimat

*Tuhanku, meskipun Kami datangkan tambahan sebanyak itu (pula). (QS. Al-Kahfi :
109)*

إِنَّ مَعَ الْعُسْرِ يُسْرًا ﴿١﴾ فَإِذَا فَرَغْتَ فَانصَبْ ﴿٧﴾ وَإِلَىٰ رَبِّكَ فَارْغَبْ ﴿٨﴾

“Maka sesungguhnya beserta kesukaran ada kemudahan. Maka apabila engkau telah selesai (dari suatu urusan), maka kerjakanlah (urusan) yang lain dengan sungguh-sungguh, dan hanya kepada Tuhan-mulah hendaknya kamu berharap”.

(QS. surat Al Insyiraah : 6-8)

“Barang siapa yang bahagia dengan kebbaikannya, dan merasa sedih dengan keburukannya sungguh dia adalah orang yang mukmin“. (H.r.Thabrani)

KATA PENGANTAR

بِسْمِ اللَّهِ الرَّحْمَنِ الرَّحِيمِ

Assalaamu'alaikum Wr. Wb.

Alhamdulillah, segala puji bagi Allah, Rabb alam semesta. Shalawat dan salam semoga terlimpahkan kepada Rasulullah *Shallallahu Alaihi wa Sallam*, keluarganya, sahabatnya dan pengikutnya hingga akhir zaman.

Sesungguhnya atas petunjuk, pertolongan dan bimbingan-Nya maka Tugas Akhir ini dapat terselesaikan dengan baik. Tugas Akhir ini merupakan salah satu syarat untuk menyelesaikan jenjang studi Strata 1 Jurusan Teknik Industri, Fakultas Teknologi Industri, Universitas Islam Indonesia.

Keberhasilan terselesaikannya Tugas akhir ini tidak terlepas dari bantuan berbagai pihak. Oleh karena itu dengan rasa hormat dan terima kasih yang sebesar-besarnya penulis sampaikan kepada :

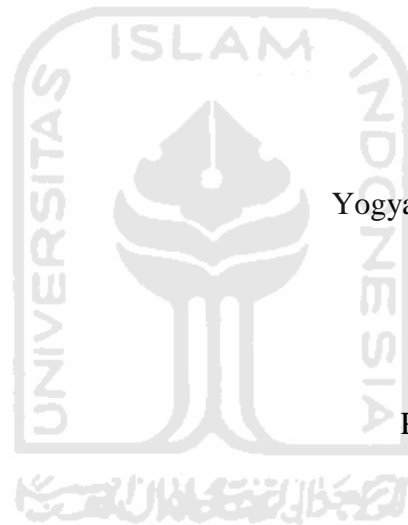
1. Ir. Gumbolo HS.,M.Sc. selaku Dekan Fakultas Teknologi Industri Universitas Islam Indonesia
2. Drs. HM. Ibnu Mastur, MSIE selaku Ka. Prodi Teknik Industri Fakultas Teknologi Industri, Universitas Islam Indonesia. Terima kasih untuk segala kesempatan yang telah diberikan untuk menyelesaikan Tugas Akhir ini.
3. Ali Parkhan Ir. M.T. selaku dosen pembimbing yang telah berkenan memberikan bimbingan, petunjuk, saran serta waktunya dalam pembuatan Tugas Akhir ini.
4. Para dosen penguji atas koreksinya dalam penyusunan tugas akhir ini.
5. Ayah, ibu, dan keluarga yang selalu memberikan kasih sayang, doa, dan dukungan yang tiada henti.

6. Kepada semua pihak yang tidak bisa disebutkan satu persatu yang telah banyak membantu dalam pelaksanaan dan penyusunan Tugas Akhir ini.

Penulis menyadari bahwa Tugas Akhir ini masih jauh dari kata sempurna khususnya bagian isi dan sistematika uraiannya. Oleh karena itu, kritik dan saran yang membangun sangat penulis harapkan untuk perbaikan dimasa yang akan datang. Mohon maaf jika dalam pembahasan pada laporan ini terdapat kata atau kalimat yang menyinggung hati pembaca.

Semoga Tugas Akhir ini bermanfaat bagi pembaca pada umumnya dan bagi penulis khususnya.

Wassalamu'alaikum Wr.Wb.



Yogyakarta, Februari 2012

Penulis

ABSTRAK

Integrasi dalam sistem rantai pasok merupakan hal yang penting, dalam dunia industri masih banyak perusahaan yang belum menerapkan sistem integrasi dalam proses bisnisnya, sehingga pertimbangan dilakukan secara terpisah, akibatnya adalah pembebanan dan penghematan biaya hanya dilihat dari satu pihak saja. Namun dengan integrasi, pertimbangan melibatkan kedua belah pihak yaitu perusahaan pamanufaktur dan perusahaan pembeli. Dengan adanya integrasi pada suatu sistem rantai pasok, maka akan dapat memberikan beberapa keuntungan bagi kedua belah pihak. Oleh karena itu, dalam penelitian ini, integrasi coba dilakukan antara pamanufaktur tunggal dengan pembeli tunggal yang bertujuan untuk dapat menentukan lot pemesanan optimal, titik pesan ulang optimal, serta meminimasi total biaya secara keseluruhan, sehingga dapat dilihat seberapa besar tingkat penghematan yang dilakukan. Penelitian dilakukan dengan menerapkan model JELS (Join Econimic Lot Size), JELS merupakan penggabungan antara model EOQ (Economic Order Quantity) dengan model EPQ (Economic Production Quantity). perhitungan dilakukan dengan bantuak software Microsoft Excel 2007. Dari hasil penelitian yang dilakukan, diperoleh lot pemesanan optimal adalah sebesar 97 unit, dengan titik pesan ulang optimal sebesar 66 unit, dan total biaya sistem adalah sebesar 2.459.461 Rp/tahun, sehingga tingkat penghematan untuk keseluruhan total biaya adalah 48,84%.

Kata Kunci : Integrasi, Optimal, JELS

DAFTAR ISI

HALAMAN JUDUL	i
PENGAKUAN.....	ii
SURAT KETERANGAN	iii
LEMBAR PENGESAHAN PEMBIMBING.....	iv
LEMBAR PENGESAHAN PENGUJI.....	v
HALAMAN PERSEMBAHAN	vi
MOTTO	vii
KATA PENGANTAR	viii
ABSTRAK	x
DAFTAR ISI.....	xi
DAFTAR TABEL.....	xv
DAFTAR GAMBAR	xvi
BAB I PENDAHULUAN	
1.1 Latar Belakang.....	1
1.2 Rumusan Masalah.....	4
1.3 Batasan Masalah	4
1.4 Tujuan Penelitian	5
1.5 Manfaat Penelitian	5
1.6 Sistematika Penulisan	5
BAB II KAJIAN LITERATUR	
2.1 Peramalan.....	7

2.2	Manajemen Rantai Pasok.....	10
2.3	Sistem Persediaan	11
2.4	Model Persediaan.....	14
2.4.1	Model <i>Economic Order Quantity</i> (EOQ)	14
2.4.2	Model <i>Economic Production Quantity</i> (EPQ).....	16
2.5	Variabilitas Permintaan dan <i>Lead Time</i>	18
2.5.1	Permintaan Probabilistik, <i>Lead Time</i> Konstan	18
2.5.2	Permintaan Konstan, <i>Lead Time</i> Probabilistik	18
2.5.3	Permintaan Probabilistik, <i>Lead Time</i> Probabilistik	19
2.6	<i>State of the Art</i> (SOTA).....	20
2.7	Model Dasar (Ouyang <i>et.al.</i> , 2007).....	20
2.7.1	Notasi.....	20
2.7.2	Asumsi	21
2.7.3	Variabel keputusan dan Kriteria performansi.....	21
2.7.4	Model Matematis.....	21
2.7.5	Optimasi.....	24
2.7.6	Algoritma Pemecahan Solusi.....	26
2.7.7	Validasi Dimensi Model.....	29

BAB III METODE PENELITIAN

3.1	Langkah Penelitian	32
3.1.1	Kajian Pustaka	34
3.1.2	Formulasi Masalah.....	34
3.1.3	Objek Penelitian.....	35

3.1.4 Metoda Pengumpulan Data.....	35
3.1.5 Formulasi dan Analisis Pemodelan.....	36
3.1.6 Pembahasan	37
3.1.7 Kesimpulan dan Saran	37
3.2 Karakteristik Sistem.....	37
3.3 Penerapan Model	41
3.3.1 Notasi.....	41
3.3.2 Asumsi	41
3.3.3 Variabel keputusan dan Kriteria performansi.....	42
3.3.4 Model Matematis.....	42
3.3.5 Optimasi.....	45
3.3.6 Algoritma Pemecahan Solusi.....	46
3.4 Validasi Dimensi Model.....	50
BAB IV PENGUMPULAN DAN PENGOLAHAN DATA	
4.1 Pengumpulan Data.....	53
4.1.1 Perusahaan Pemanufaktur.....	53
4.1.1.1 Gambaran Umum Perusahaan	53
4.1.1.2 Data Tingkat Produksi Perusahaan Pemanufaktur	54
4.1.1.3 Proporsi Biaya <i>Setup</i> Produksi Blus Lengan Pendek.....	55
4.1.1.4 Proporsi Biaya Simpan Blus Lengan Pendek.....	56
4.1.1.5 Proporsi Biaya Transportasi Blues Lengan Pendek	57
4.1.1.6 Panjang <i>Lead Time</i> Manufaktur (MLT)	57
4.1.2 Perusahaan Pembeli	58

4.1.2.1	Gambaran Umum Perusahaan	58
4.1.2.2	Data Permintaan Perusahaan Pembeli	58
4.1.2.3	Proporsi Biaya Pesan Blus Lengan Pendek.....	59
4.1.2.4	Proporsi Biaya simpan Blus Lengan Pendek	60
4.1.2.5	Biaya <i>Backorder</i>	61
4.2	Pengolahan Data	61
4.2.1	Perhitungan Peramalan.	61
4.2.1.1	<i>Moving Average</i> (MA)	62
4.2.1.2	<i>Single Exponential Smoothing</i> (SES)	62
4.2.1.3	<i>Linear Regression</i> (LR).....	62
4.2.1.4	Pemilihan Metoda.....	63
4.2.2	Perhitungan Kondisi Riil Perusahaan	64
4.2.3	Perhitungan Model Tanpa Koordinasi (Model 1).....	66
4.2.4	Perhitungan Dengan Koordinasi (Model 2).....	70
4.2.5	Perhitungan Frekuensi Pemesanan per-tahun (<i>F</i>)	79

BAB V PEMBAHASAN

5.1	Peramalan (<i>Forecasting</i>).....	80
5.1.1	Hasil Peramalan Periode Bulan ke-13 s/d ke-24	81
5.1.2	Analisis Grafik Aktual dan Ramalan	81
5.1.3	Kriteria Pemilihan Metode Peramalan (Validasi).....	82
5.1.4	<i>Tracking Signal</i> (TS)	83
5.1.5	Kesimpulan Metode Yang Dipilih.....	83
5.2	Analisa Hasil Keputusan Optimal dan Total Biaya Serta Perbandingannya	83

5.2.1 Analisa Hasil Keputusan Optimal Q_b^* , Q_v^* , r^* , dan m^*	83
5.2.2 Analisa Biaya Pesan, Biaya Simpan dan Frekuensi Pemesanan (F)	84
5.2.3 Analisa Hasil Total Biaya.....	85
5.2.3.1 Kondisi Riil dan Model Tanpa Koordinas	85
5.2.3.2 Kondisi Riil dan Model Koordinasi	86
5.2.3.3 Model Tanpa Koordinasi dan Model Koordinasi.....	87
5.3 Analisa Sensitivitas Pada Model Dengan Koordinasi	88
 BAB VI KESIMPULAN DAN SARAN	
6.1 Kesimpulan	90
6.2 Saran	91
DAFTAR PUSTAKA	92
LAMPIRAN.....	94



DAFTAR TABEL

Tabel 4.1 Data Tingkat Produksi El-Rahma Blues Lengan Pendek 2009	54
Tabel 4.2 Data Permintaan Titin Blues lengan pendek tahun 2009	59
Tabel 4.3 Rekapitulasi Data Parameter	61
Tabel 4.4 Perhitungan Regresi Linear	63
Tabel 4.5 Hasil Rekapitulasi Peramalan	63
Tabel 4.6 Perhitungan Sistem Persediaan Kondisi Riil Perusahaan	65
Tabel 4.7 Perhitungan Model Tanpa Koordinasi (Model 1)	69
Tabel 4.8 Perhitungan Model Dengan Koordinasi (Model 2) untuk $m = 1$	74
Tabel 4.9 Perhitungan Model Dengan Koordinasi (Model 2) untuk $m = 2$	74
Tabel 4.10 Perhitungan Model Dengan Koordinasi (Model 2) untuk $m = 3$	75
Tabel 4.11 Perhitungan Model Dengan Koordinasi (Model 2) untuk $m = 4$	75
Tabel 4.12 Rekapitulasi Perhitungan Model Dengan Koordinasi (Keseluruhan)	76

DAFTAR GAMBAR

Gambar 2.1 Model EOQ.....	15
Gambar 2.2 Model EPQ.....	17
Gambar 2.3 Distribusi Permintaan Probabilistik dan <i>Lead Time</i> Konstan	18
Gambar 2.4 Distribusi Permintaan Konstan dan <i>Lead Time</i> Probabilistik	19
Gambar 2.5 Distribusi Permintaan Probabilistik dan <i>Lead Time</i> Probabilistik	19
Gambar 3.1 Diagram Alir Penelitian	33
Gambar 3.2 Karakteristik Sistem Integrasi Rantai Pasok	40
Gambar 4.1 Grafik Iterasi Model Tanpa Koordinasi	69
Gambar 4.2 Grafik Iterasi Model Dengan Koordinasi untuk $m = 1$	76
Gambar 4.3 Grafik Iterasi Model Dengan Koordinasi untuk $m = 2$	77
Gambar 4.4 Grafik Iterasi Model Dengan Koordinasi untuk $m = 3$	77
Gambar 4.5 Grafik Iterasi Model Dengan Koordinasi untuk $m = 4$	78
Gambar 4.6 Grafik Jumlah Pengiriman (m) Pada Model Dengan Koordinasi	78
Gambar 5.1 Perbandingan Antara Kondisi Riil dan Model Tanpa Koordinasi	86
Gambar 5.2 Perbandingan Antara Kondisi Riil dan Model Koordinasi	87
Gambar 5.3 Perbandingan Antara Model Tanpa Koordinasi dan Model Koordinasi.....	88
Gambar 5.4 Grafik Analisis Sensitivitas Komponen Biaya Gabungan	89

BAB I

1.1 Latar Belakang

Kondisi persaingan yang semakin ketat memaksa perusahaan mencari alternatif cara untuk dapat menang dan bertahan di pasar. Salah satu pola yang muncul pada decade terakhir ini adalah membentuk hubungan yang lebih dekat dengan semua level dalam supply chain. Ketersediaan pasokan bahan baku juga merupakan poin penting dalam menjaga kualitas produksi perusahaan. Terlebih lagi pada perusahaan industri manufaktur, persediaan ada pada bahan baku, persediaan bahan pembantu, persediaan barang dalam proses dan persediaan barang jadi. Dan untuk mengelola semua persediaan tersebut perlu adanya SCM (*supply chain management*).

Supply Chain Management (SCM) menjadi salah satu solusi terbaik untuk meningkatkan keunggulan kompetitif (Zabidi, 2001). Keunggulan kompetitif dari SCM adalah bagaimana SCM mampu mengelolah aliran barang atau produk dalam suatu rantai *supply* (Watanabe, 2001). Tujuan utama SCM yaitu penyerahan/ pengiriman produk secara tepat waktu, mengurangi waktu dan biaya dalam pemenuhan kebutuhan, memusatkan kegiatan perencanaan dan distribusi, serta pengelolaan manajemen persediaan yang baik antara pemasok (*vendor*) dan konsumen (*buyer*) (Pujawan, 2005).

Koordinasi merupakan hal penting dalam suatu industri. Banyak perusahaan yang belum bisa melakukan proses koordinasi dengan baik, sehingga dalam satu departemen bisa terjadi kesalahan dalam berkoordinasi. Dengan adanya koordinasi, aliran informasi akan baik, sehingga tidak terjadi *distorsi* informasi. Salah satu contohnya adalah

departemen *inventory*, yang mana salah satu tugasnya adalah memantau ketersediaan bahan baku yang ada di perusahaan. Oleh karena itu departemen *inventory* dituntut mengoptimalkan pemesanan bahan baku untuk proses produksi dan meminimalkan biaya *inventory* dan menentukan *safety stock* bahan baku untuk di produksi pada periode berikutnya. Disinilah fungsi dari koordinasi, yaitu meminimasi terjadinya kesalahan. Hanya dengan kerjasama antara elemen-elemen *supply chain* tujuan akan bisa tercapai (Pujawan,2005).

Koordinasi pada *supply chain* dapat ditingkatkan apabila setiap tahapan mengambil tindakan bersama-sama untuk meningkatkan laba *total supply chain*. Kurangnya koordinasi timbul karena setiap tahapan yang berbeda memiliki tujuan yang bertentangan atau terdistorsinya aliran informasi pada *supply chain*. Aliran informasi yang bergerak di dalam *supply chain* mengalami distorsi karena tidak semua informasi yang lengkap dibagikan kepada tahapan yang lain. Distorsi yang terjadi semakin diperburuk dengan adanya variasi produk yang semakin beragam (Felecia *et. al.*, 2001).

Penentuan ukuran lot yang memperhatikan kepentingan bersama dikenal dengan istilah *Joint Economic Lot Size (JELS)*. Penelitian yang mengembangkan model penentuan ukuran lot gabungan yang melibatkan lebih dari 2 pihak dalam sistem rantai pasok masih belum banyak dilakukan. Sebagian besar model JELS hanya mempertimbangkan hubungan pembeli-pemanufaktur atau pemanufaktur-pemasok secara terpisah. Untuk kasus penentuan ukuran lot gabungan dalam suatu sistem rantai pasok yang terdiri pembeli-pemanufaktur-pemasok, biasanya digunakan pendekatan dua tahap. Tahap pertama, mencari terlebih dahulu variabel-variabel keputusan dalam integrasi pembeli-pemanufaktur dan tahap kedua variable variabel keputusan yang diperoleh pada

tahap pertama digunakan sebagai parameter input untuk mencari variabel-variabel keputusan dalam integrasi pemasok-pemasok.

Penelitian dilakukan pada pemasok tunggal dan pembeli tunggal. Titin Batik yang berlokasi di Pekalongan (sebagai pembeli) merupakan sebuah perusahaan pemasok yang bergerak dalam bidang pembuatan batik. Sistem yang diamati terdiri atas pembeli tunggal yang melakukan pemesanan satu jenis produk terhadap pemasok tunggal El-Rahma Batik. Keterlibatan Titin Batik dengan *outlet* penjualan El-Rahma Batik merupakan hubungan antara pemasok dengan pembeli. Sesuai kontrak perjanjian yang telah disepakati bersama, maka pembeli menyampaikan informasi jumlah permintaan selama 1 periode tertentu dengan jumlah permintaan yang tidak pasti (*uncertainty*) bersifat probabilistik kepada pihak pemasok.

Beberapa peneliti mengenai integrasi produsen dan pembeli di lingkungan Fakultas Teknologi Industri, Universitas Islam Indonesia, yaitu: Prima (2008), dengan menggunakan algoritma Ouyang pada model permintaan probabilistik, kemudian Monika (2010) juga melakukan penelitian yang serupa dengan algoritma Pan dan Yang pada model permintaan probabilistik tetapi perbedaannya dengan Prima adalah jika pada model Monika menggunakan variasi *leadtime*. Sedangkan Purwaningrum (2010) melakukan pendekatan Heuristik pada Kim dan Ha dengan jumlah produsen yang lebih dari satu.

Sebelum adanya integrasi antara pemasok yaitu El-Rahma Batik, biaya-biaya yang muncul selama proses pemesanan batik kebanyakan ditanggung oleh perusahaan pembeli yaitu Titin Batik, sedangkan biaya-biaya yang dikeluarkan oleh pihak pemasok tidak diperhitungkan. Hal ini mengakibatkan total biaya yang ditanggung oleh pihak pembeli lebih besar dari pada total biaya yang ditanggung oleh pemasok. Dengan

mengintegrasikan antara pemasok dan pembeli diharapkan dapat menurunkan total biaya keseluruhan sistem tersebut. Sehingga kedua belah pihak (pemasok dan pembeli) dapat menyeimbangkan penghematan total biaya yang dibagi sama rata (Pujawan, 2005).

Dalam penelitian ini mencoba melihat permasalahan yang sering muncul dalam hal koordinasi inventori dalam sistem rantai pasok, Serta mencoba untuk memberikan solusi. Penelitian ini menggunakan metoda analitik deferensial sebagai teknik optimasi dengan model produsen tunggal dengan pembeli tunggal serta dengan satu jenis produk.

1.2 Rumusan Masalah

Berdasarkan latar belakang diatas, maka dapat dirumuskan suatu pokok permasalahan dari penelitian yang akan dilakukan yaitu :

1. Apakah metode dengan koordinasi cocok digunakan di perusahaan dengan mendasarkan pada kondisi tahun 2009?
2. Berapa jumlah pesanan (Q^*), titik pesan ulang (r^*) dengan data tahun 2009?
3. Berapa perkiraan total ongkos gabungan (JTC) yang minimum untuk sistem rantai pasok tersebut dengan data tahun 2009?

1.3 Batasan Masalah

Pembatasan masalah yang dilakukan supaya tujuan penelitian ini lebih terfokus adalah sebagai berikut:

1. Model ini dilakukan pada produsen tunggal dan pembeli tunggal.
2. Produk (bahan baku) ada adalah 1 macam (jenis).

3. Seluruh asumsi yang digunakan merupakan batasan penelitian.

1.4 Tujuan Penelitian

Adapun tujuan diadakannya penelitian ini adalah sebagai berikut :

1. Menentukan ukuran lot pemesanan yang optimal dan jumlah pengiriman yang optimal sehingga dapat meminimasi total biaya integrasi sistem rantai pasok.
2. Mengetahui seberapa besar tingkat penghematan yang didapat oleh perusahaan jika mengintegrasikan antara produsen tunggal dengan pembeli tunggal.

1.5 Manfaat Penelitian

Diharapkan penelitian ini dapat bermanfaat:

1. Pengembangan khasanah ilmu pengetahuan pada ruang lingkup manajemen rantai pasok.
2. Dapat memberikan penghematan yang cukup signifikan bagi perusahaan.

1.6 Sistematika Penulisan

Untuk lebih terstrukturanya penulisan tugas akhir ini maka selanjutnya sistematika penulisan ini disusun sebagai berikut:

BAB II KAJIAN LITERATUR

Berisi tentang konsep dan prinsip dasar yang diperlukan untuk memecahkan masalah penelitian. Di samping itu juga memuat uraian tentang hasil penelitian yang pernah dilakukan sebelumnya oleh peneliti lain.

BAB III METODOLOGI PENELITIAN

Mengandung uraian tentang kerangka dan bagan alir penelitian, teknik yang dilakukan, model yang dipakai, penerapan model, bahan atau material, alat, dan data yang akan dikaji serta cara analisis yang dipakai.

BAB IV PENGUMPULAN DAN PENGOLAHAN DATA

Berisi tentang data yang diperoleh selama penelitian dan bagaimana menganalisa data tersebut. Hasil pengolahan data ditampilkan baik dalam bentuk tabel maupun grafik. Yang dimaksud dengan pengolahan data juga termasuk analisis yang dilakukan terhadap hasil yang diperoleh. Pada sub bab ini merupakan acuan untuk pembahasan hasil yang akan ditulis pada sub bab V yaitu pembahasan hasil.

BAB V PEMBAHASAN

Berisikan analisa dari data yang telah dilakukan dan memberikan pembahasan sejauh mana hasil pengolahan data tersebut dapat kesimpulan.

BAB VI KESIMPULAN DAN SARAN

Berisikan kesimpulan dari seluruh pembahsan yang telah dilakukan pada bab-bab sebelumnya serta mengemukakan saran yang dianggap perlu dilakukan bagi penelitian berikutnya.

DAFTAR PUSTAKA

Daftar pustaka memuat semua sumber kepustakaan yang digunakan dalam penelitian, baik berupa buku, majalah, maupun sumber-sumber kepustakaan lainnya.

LAMPIRAN

Memuat keterangan, tabel, gambar yang perlu dilampirkan.

BAB II

KAJIAN LITERATUR

2.1 Peramalan

Peramalan (*forecasting*) adalah proses untuk memperkirakan berapa kebutuhan dimasa datang yang meliputi kebutuhan dalam ukuran kuantitas, kualitas, waktu dan lokasi yang dibutuhkan dalam rangka memenuhi permintaan barang ataupun jasa (Heizer dan Render, 2005).

Peramalan sangat dibutuhkan bila kondisi permintaan pasar bersifat kompleks dan dinamis. Hal ini disebabkan karena permintaan tersebut tergantung dari keadaan social, ekonomi, politik, aspek teknologi, produk pesaing dan produk substitusi. Oleh karena itu, peramalan yang akurat merupakan informasi yang sangat dibutuhkan dalam pengambilan keputusan manajemen.

Beberapa sifat hasil dari peramalan, antara lain :

1. Peramalan pasti mengandung kesalahan, artinya peramal hanya bias mengurangi ketidakpastian yang akan terjadi, tetapi tidak dapat menghilangkan ketidakpastian tersebut.
2. Peramalan seharusnya memberikan informasi tentang berapa kesalahan artinya peramal penting menginformasikan seberapa besar kesalahan yang mungkin terjadi.
3. Peramalan jangka pendek lebih akurat dibandingkan jangka panjang.

Berbagai macam metode peramalan, diantaranya adalah :

1. Peramalan *Moving Average* adalah model peramalan yang menggunakan rata-rata bergerak dari sejumlah data aktual permintaan yang baru untuk membangkitkan nilai ramalan di masa yang akan datang.

Terdapat bermacam-macam *moving average* tergantung peramal sebagai contoh : MA-2, MA-3, MA-4 dst. MA-n mempunyai arti bahwa tiap n-Periode berturut-turut, akan dilakukan deret hitung.

$$F_n = \frac{\sum \text{permintaan dalam n - Periode terdahulu}}{n} \quad \dots (2.1)$$

2. Peramalan *Single Exponential Smoothing*, kelemahan teknik MA dalam kebutuhan akan data-data masa lalu yang cukup banyak dapat diatasi dengan dengan teknik *exponential smoothing*. Permasalahan umum yang dihadapi dalam model ini adalah memilih konstanta pemulusan (α). Nilai α berada diantara 0 & 1 karena berlaku $0 < \alpha < 1$.

Bagaimanapun juga pemilihan penetapan α mengikuti panduan dibawah ini :

1. Apabila pola historis data aktual sangat bergejolak, pilih α mendekati 1.
2. Apabila pola historis data aktual stabil, pilih α mendekati 0.

$$F_n = F_{n-1} + \alpha (A_{n-1} - F_{n-1}) \quad \dots (2.2)$$

Dimana:

F_n = nilai ramalan untuk periode ke-n

F_{n-1} = nilai ramalan untuk periode ke-(n-1)

A_{n-1} = nilai aktual untuk periode ke-(n-1)

α = konstanta pemulusan (*smoothing costant*)

3. Peramalan Linear Regression, pola ini digunakan apabila pola historis dari data actual permintaan menunjukkan adanya suatu kecenderungan menaik dari waktu ke waktu. Model analisis garis kecenderungan yang paling sederhana adalah menggunakan persamaan garis lurus (*regression linear*).

$$F_n = a + b*n \quad \dots (2.3)$$

Dimana

F_n = nilai ramalan untuk periode ke-n

a = intersep regresi

b = *slope* dari garis kecenderungan

n = banyaknya periode waktu

Validasi Peramalan. Ukuran akurasi hasil peramalan yang merupakan ukuran *error estimate* merupakan ukuran tentang tingkat perbedaan antara hasil ramalan dengan data actual. Ada 4 macam ukuran yang biasa digunakan : MAD, MSE, MFE, dan MAPE.

1. *Mean Absolut Deviation* (MAD) merupakan rata-rata kesalahan mutlak selama periode tertentu tanpa memperhatikan perbedaan antara *forecast* dan aktual. Adapun rumus MAD yang digunakan adalah :

$$MAD = \sum \left| \frac{A_t - F_t}{n} \right| \quad \dots (2.4)$$

Dimana

A_t = Permintaan aktual pada periode ke-t

F_t = Peramalan permintaan pada periode ke-t

n = Jumlah periode peramalan yang terlibat

Tracking Signal merupakan rasio dari komulatif jumlah deviasi diantara nilai ramalan dan nilai aktual terhadap MAD (*mean absolute deviation*). Digunakan untuk memberikan tanda bilamana validitas dari model peramalan mungkin diragukan. *tracking signal* bernilai positif menunjukkan bahwa nilai aktual permintaan lebih besar daripada ramalan, sedangkan *tracking signal* bernilai negative berarti nilai aktual lebih kecil daripada ramalan.

Suatu nilai *tracking signal* yang baik apabila RSFE yang rendah dan mempunyai *positive error* yang sama banyaknya atau seimbang dengan *negative error*. Apabila *tracking signal* telah dihitung, kita dapat membangun peta control *tracking signal* sebagaimana halnya dengan peta-peta control lainnya yang memiliki *Upper Control Limit* (UCL) dan *Lower Control Limit* (LCL).

Beberapa ahli dalam sistem peramalan seperti Geroge Plossl dan Oliver Wight, dua pakar *PPIC* menyarankan menggunakan *tracking signal* maksimum ± 4 , sebagai batas-batas pengendalian untuk *tracking signal*. Dan apabila *tracking signal* telah berada diluar batas kendali, model-model peramalan tersebut perlu ditinjau kembali, karena akurasi peramalan tidak dapat diterima.

2.2 Manajemen Rantai Pasok

Manajemen rantai pasok adalah sekelompok pendekatan yang digunakan menciptakan integrasi yang efisien antara pemasok, pamanufaktur, sistem pergudangan dan toko, sehingga barang-barang dapat diproduksi dan dikirim dalam jumlah, waktu dan

tempat yang tepat dengan pengeluaran ongkos serendah mungkin tanpa mengurangi tingkat pelayanan terhadap pemenuhan kebutuhan konsumen. Dari pengertian ini terlihat bahwa:

1. Rantai pasok harus melibatkan semua entitasnya yang saling terkait demi memuaskan konsumennya. Toko adalah konsumen bagi gudang, gudang adalah konsumen bagi pamanufaktur dan pamanufaktur adalah konsumen bagi pemasok. Performasi suatu entitas dalam melayani kebutuhan konsumennya akan mempengaruhi performasi rantai pasok secara keseluruhan.
2. Tujuan dari manajemen rantai pasok adalah menciptakan sistem yang efisien dan efektif. Penekanan ongkos tidak hanya terbatas pada sistem pergudangan dan sistem distribusi tetapi juga menyangkut segala ongkos yang terkait dalam sistem keseluruhan.
3. Setiap entitas yang terlibat di dalam rantai pasok harus membuat keputusan dan melakukan tindakan yang akan menunjang pencapaian integrasi sistem yang efisien.

2.3 Sistem Persediaan

Sistem persediaan merupakan hal yang sangat penting bagi perusahaan. Pada prinsipnya persediaan berguna untuk mengakomodasikan permintaan ataupun kebutuhan yang muncul dalam waktu yang cepat. Buchan dan Koenigsberg (1977) dalam Bahagia (2006) mengidentifikasi 3 motif perusahaan memiliki persediaan:

1. Motif transaksi

Motif transaksi adalah motif untuk menjamin pemenuhan terhadap permintaan yang datang.

2. Motif berjaga-jaga

Motif berjaga-jaga adalah motif untuk meredam ketidakpastian, baik yang berasal dari konsumen maupun dari pemasok.

3. Motif spekulasi

Motif spekulasi adalah motif dengan harapan mendapatkan keuntungan berlipat di kemudian hari.

Tersine (1994) membagi sistem persediaan dalam 4 kategori :

1. *Suppliers*

Suppliers adalah persediaan yang digunakan untuk mempermudah aktivitas perusahaan dan tidak berkaitan langsung dengan sistem produksi.

2. *Raw material*

Raw material adalah produk atau komponen yang berasal dari pemasok yang merupakan bahan mentah untuk diolah dalam proses produksi dan menunggu pralam proses produksi selanjutnya.

3. *In-process goods*

In-process goods atau produk setengah jadi adalah produk yang masih berada dalam proses produksi dan menunggu proses selanjutnya.

4. *Finished goods*

Finished goods atau barang jadi adalah produk akhir yang siap untuk dijual atau disimpan.

Sistem persediaan memiliki 2 ukuran kinerja yaitu tingkat pelayanan dan ongkos persediaan. Tingkat pelayanan yang baik ditunjukkan oleh besarnya proporsi permintaan yang sanggup dipenuhi sistem persediaan yang muncul akibat pengadaan maupun pemeliharaan yang dilakukan terhadap persediaan tersebut. Hadley dan Whitin (1963) membagi ongkos persediaan menjadi ongkos langsung dan ongkos tidak langsung :

2.5 Ongkos langsung

Ongkos langsung adalah ongkos yang dikeluarkan untuk keperluan asuransi, pajak, *breakage* dan *filferage*, sewa gudang, operasional gudang seperti penerangan dan pengawasan.

2.5 Ongkos tidak langsung

Ongkos tidak langsung merupakan ongkos yang muncul akibat modal yang dimiliki tersimpan dalam inventori dan tidak dimanfaatkan untuk kebutuhan investasi lainnya.

Sementara itu, Tersine (1994), membagi ongkos persediaan menjadi :

1. Ongkos pembelian atau ongkos produksi

Ongkos pembelian adalah ongkos yang harus dikeluarkan jika persediaan diperoleh dengan cara membeli dari pihak luar. Jika persediaan merupakan barang yang diproduksi sendiri, maka akan menimbulkan ongkos produksi.

2. Ongkos pesan atau ongkos setup

Ongkos pesan adalah ongkos yang timbul saat pemesanan produk dari pihak luar. Ongkos pesan bisa meliputi ongkos analisis pemasok, ongkos transaksi, ongkos penerimaan (*receiving*), ongkos inspeksi dan sebagainya.

3. Ongkos simpan

Ongkos simpan adalah ongkos yang berkaitan dengan investasi terhadap produk yang disimpan dan termasuk biaya perawatan produk selama disimpan. Ongkos ini meliputi ongkos modal, pajak, asuransi, pemelihara dan sebagainya.

4. Ongkos kekurangan

Ongkos kekurangan adalah ongkos yang terjadi akibat sistem persediaan tidak bisa memenuhi permintaan yangt datang. Ongkos ini bisa berupa ongkos *backorder* (pengadaan produk dari tempatlain atau penundaan pengadaan) dan ongkos *lost sales*.

2.4 Model Persediaan

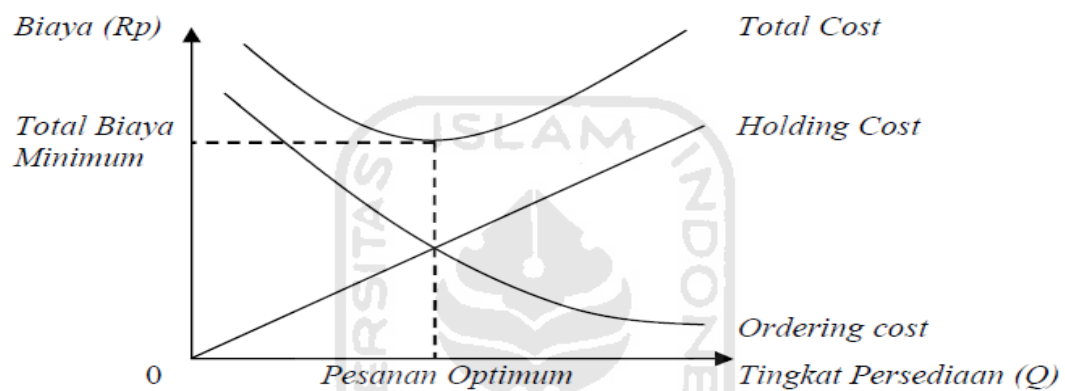
Dalam sistem persediaan model deterministik, dikenal dua tipe dasar persediaan yaitu *Economic Order Quantity* (EOQ) dan *Economic Production Quantity* (EPQ).

2.4.1 Model *Economic Order Quantity* (EOQ)

EOQ adalah model persediaan klasik yang pertama kali diperkenalkan oleh Harris pada tahun 1915 dan dipublikasikan oleh Wilson pada tahun 1934. Hampir semua model persediaan yang ada didasari oleh model EOQ. Asumsi model EOQ adalah sebagai berikut (Tersine, 1994):

- a) Laju permintaan diketahui, konstan dan kontinyu.
- b) *Lead time* konstan diketahui.
- c) Seluruh lot ditambahkan ke dalam persediaan secara bersamaan.
- d) Karena laju permintaan dan *lead time* diketahui, maka kekurangan tidak diperbolehkan.

- e) Ongkos pesan tetap untuk setiap kali pemesanan dan tidak dipengaruhi ukuran lot.
- f) Ongkos simpan berbanding lurus dengan jumlah persediaan.
- g) Ongkos pembelian tetap untuk setiap unit (tidak ada diskon).
- h) Kapasitas gudang, kapasitas produksi dan modal adalah tidak terbatas.
- i) Barang merupakan produk tunggal yang tidak berinteraksi atau tergantung pada produk lainnya.



Gambar 2.1 Model EOQ

Total ongkos persediaan pertahun terdiri dari ongkos pesan dan ongkos simpan, dapat dituliskan sebagai berikut :

$$TC = Q \cdot c_b + \frac{D}{Q} A + \frac{hQ}{2} \quad \dots (2.5)$$

Dimana :

TC = total ongkos persediaan pertahun

D = permintaan per tahun dalam unit

c_b = ongkos pembelian per unit

Q = ukuran *lot* pemesanan

A = ongkos pesan setiap kali pemesanan

h = ongkos simpan pertahun per unit barang

Ukuran lot optimal yang dapat meminimalkan total ongkos persediaan diperoleh saat turunan pertama TC terhadap Q sama dengan nol :

$$\frac{dTC}{dQ} = -\frac{D}{Q^2} A + \frac{h}{2} = 0 \quad \dots (2.6)$$

Sehingga diperoleh ukuran lot pemesanan optimal adalah :

$$Q^* = \sqrt{\frac{2AD}{h}} \quad \dots (2.7)$$

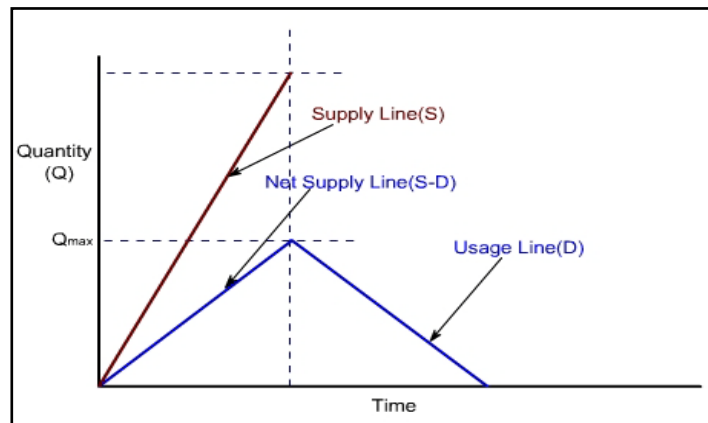
2.4.2 Model *Economic Production Quantity* (EPQ)

Model persediaan ini disebut model EPQ, di mana pemakaiannya terjadi pada perusahaan yang pengadaan bahan baku atau komponennya dibuat sendiri oleh perusahaan. Karena pengadaannya dibuat sendiri, maka *instaneously* seperti model EOQ. Tujuan dari model EPQ ini adalah menentukan berapa jumlah bahan baku (komponen) yang harus diproduksi, sehingga meminimasi biaya persediaan yang terdiri dari biaya *setup* dan biaya simpan. Dalam model EPQ, jumlah produksi setiap sub siklus tetap harus dapat memenuhi kebutuhan selama t_0 , atau bisa dinotasikan:

$$Q = D.t_0$$

Jika diasumsikan bahwa waktu yang diperlukan untuk memproduksi sejumlah Q unit pada tingkat produksi P adalah t_p , kita bisa dapatkan persamaan:

$$Q = D.t_p$$



Gambar 2.2 Model EPQ

Tujuan model ini adalah untuk meminimasi biaya total persediaan yang terdiri dari *setup cost* dan *holding cost*, atau:

Biaya Total Persediaan = Setup Cost + Holding cost

$$TC(Q) = S \frac{D}{Q} + h \left(1 - \frac{D}{P}\right) \frac{Q}{2} \quad \dots(2.8)$$

Dimana:

D = total permintaan unit/tahun

S = biaya *setup*/unit/tahun

P = tingkat produksi/tahun

h = biaya simpan/unit/tahun

Q = jumlah pesanan dalam unit

Dengan mendiferensial persamaan di atas terhadap Q , maka diperoleh jumlah produksi yang meminimasi *setup cost* dan *holding cost*. Persamaan EPQ ini menjadi.

$$Q^* = \sqrt{\frac{2DS}{h \left(1 - \frac{D}{P}\right)}} \quad \dots(2.9)$$

2.5 Variabilitas Permintaan dan *Lead Time*

Model persediaan oleh ketidakpastian adalah model dengan ketidakpastian persediaan yang diakibatkan oleh ketidakpastian permintaan atau ketidakpastian *lead time*, atau keduanya. Ilustrasi ketiga kondisi tersebut dilukiskan pada Gambar 2.1-2.4. (Fogarty, et al., 1989):

2.5.1 Permintaan Probabilistik, *Lead Time* Konstan

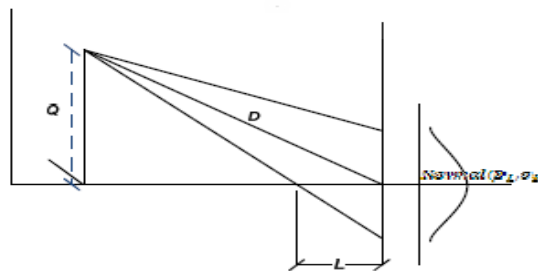
Jika permintaan menyebar normal dengan rata-rata D dan standar deviasi σ , dan *lead time* konstan sebesar L , maka selama *lead time* akan menyebar normal dengan (Hadley dan Within, Tersine, 1994) :

- a. Rata-rata Permintaan Selama *Lead Time*

$$D_L = D.L \quad \dots (2.10)$$

- b. Standar Deviasi Permintaan Selama *Lead Time*

$$\sigma_L = \sigma\sqrt{L} \quad \dots (2.11)$$



Gambar 2.3 Distribusi Permintaan Probabilistik dan *Lead Time* Konstan

2.5.2 Permintaan Konstan, *Lead Time* Probabilistik

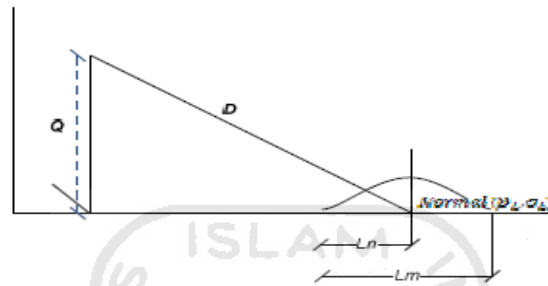
Jika permintaan konstan sebesar D dan *lead time* menyebar normal dengan rata-rata L dan standar deviasi σ_{lt} maka:

- i. Rata-rata permintaan selama *lead time*

$$D_L = D.L \quad \dots (2.12)$$

- ii. Standar deviasi permintaan selama *Laed time*

$$\sigma_L = \sqrt{D^2 \cdot \sigma_{1t}^2} \quad \dots (2.13)$$



Gambar 2.4 Distribusi Permintaan Konstan dan *Lead Time* Probabilistik

2.5.3 Permintaan Probabilistik, *Laed Time* Probabilistik

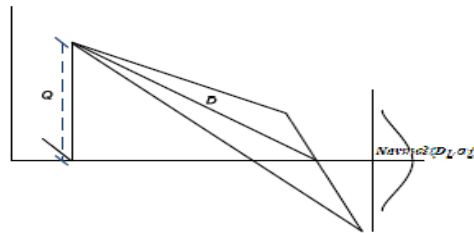
Jika permintaan menyebar normal dengan rata-rata D dan standar deviasi σ dan lead time menyebar normal dengan rata-rata L dan standar deviasi σ_{1t} maka permintaan selama lead time akan menyebar normal dengan (Ravindran, 1987)

- i. Rata-rata Permintaan selama *Lead Time*

$$D_L = D.L \quad \dots (2.14)$$

- ii. Standar Deviasi Permintaan selama *Lead Time*

$$\sigma_L = \sqrt{L\sigma^2 + D^2 \cdot \sigma_{1t}^2} \quad \dots (2.15)$$



Gambar 2.5 Distribusi Permintaan Probabilistik dan *Lead Time* Probabilistik

2.6 *State of the Art (SOTA)*

Beberapa peneliti terdahulu mengenai integrasi produsen dan pembeli di lingkungan Fakultas Teknologi Industri, Universitas Islam Indonesia, yaitu: Prima (2008), dengan menggunakan algoritma Ouyang pada model permintaan probabilistic, kemudian Monika (2010) juga melakukan penelitian yang serupa dengan algoritma Pan dan Yang, pada model permintaan probabilistic tetapi perbedaannya dengan Prima adalah jika pada model Monika menggunakan variasi *leadtime*. Sedangkan Purwaningrum melakukan pendekatan Heuristik pada Kim dan Ha dengan jumlah produsen yang lebih dari satu.

2.7 **Model Dasar (Ouyang *et.al.*, 2007)**

Model yang digunakan dalam penelitian ini adalah Ouyang *et.al.*, (2007). Dimana model ini menggunakan gabungan persamaan *EOQ* dengan persamaan *EPQ*.

2.7.1 **Notasi**

Notasi - notasi yang digunakan pada penelitian ini adalah sebagai berikut :

D : rata-rata permintaan per tahun

P : rata-rata tingkat produksi per tahun

A : biaya pesan dari pembeli ke pemanufaktur

S : biaya setup pemanufaktur

C_s : biaya *shortage* akibat *stockout* yang dikeluarkan oleh pembeli

h_v : biaya simpan pemanufaktur per unit per tahun

h_b : biaya simpan pembeli per unit per tahun

- L : panjang waktu tenggang (*lead time*)
- σ : standar deviasi permintaan selama waktu tenggang
- m : Frekuensi pengiriman dalam satu kali *batch*
- F : Biaya Transportasi
- f : Frekuensi pemesanan dalam satu tahun

2.7.2 Asumsi

Asumsi pada model ini adalah sebagai berikut :

1. Pembeli tunggal, pemanufaktur tunggal dan produk tunggal
2. Tidak diasumsikan adanya *quantity discount*.

2.7.3 Variabel keputusan dan Kriteria performansi

Variabel Keputusan

Q^* : lot pemesanan pembeli

r^* : titik pesan ulang

Kriteria performansi

JTC : total biaya gabungan

2.7.4 Model Matematis

1. Pembeli Tunggal (*Single Buyer*)

Pada pembeli tunggal terdapat 5 komponen biaya yaitu :

1.1 Ekspektasi Biaya Pesan

Frekuensi pemesanan untuk pembeli dirumuskan adalah D/Q .

$$\left[\begin{array}{l} \text{Ekspektasi} \\ \text{biaya pesan} \end{array} \right] = \left[\begin{array}{l} \text{Biaya pesan} \\ \text{per unit} \end{array} \right] \times \left[\begin{array}{l} \text{Frekuensi} \\ \text{pesanan} \end{array} \right]$$

$$\left[\begin{array}{l} \text{Ekspektasi} \\ \text{biaya pesan} \end{array} \right] = A \cdot \frac{D}{Q} \quad \dots (2.16)$$

1.2 Ekspektasi Biaya Simpan

Untuk rata - rata inventori oleh Ouyang *et.al.* (2007) yaitu: $I_p \approx \frac{Q}{2} + r - DL$. Sehingga ekspektasi biaya simpan adalah :

$$\left[\begin{array}{l} \text{Ekspektasi} \\ \text{biaya simpan} \end{array} \right] = \left[\begin{array}{l} \text{Biaya simpan} \\ \text{per unit per periode} \end{array} \right] \times \left[\begin{array}{l} \text{Jumlah inventori rata - rata} \\ \text{yang ada digudang} \end{array} \right]$$

$$\left[\begin{array}{l} \text{Ekspektasi} \\ \text{biaya pesan} \end{array} \right] = h_b \left(\frac{Q}{2} + r - DL \right) \quad \dots (2.17)$$

1.3 Ekspektasi Biaya Kekurangan

Terjadinya kekurangan inventori $B(r) = (DL - r) \cdot \Phi \left(\frac{r-DL}{\sigma_L} \right) + \sigma_L \phi \left(\frac{r-DL}{\sigma_L} \right)$. Sedangkan untuk biaya *backorder* per unit adalah C_s . Jumlah ekspektasi dari *backorders* per terjadi akibat *shortage* adalah D/Q . Sehingga untuk ekspektasi total biaya *shortage* dirumuskan adalah:

$$\left[\begin{array}{l} \text{Ekspektasi} \\ \text{biaya kekurangan} \end{array} \right] = \left[\begin{array}{l} \text{Biaya kekurangan} \\ \text{per unit per periode} \end{array} \right] \times \left[\begin{array}{l} \text{Jumlah kekurangan} \\ \text{yang terjadi} \end{array} \right] \times \left[\begin{array}{l} \text{Frekuensi} \\ \text{pesanan} \end{array} \right]$$

$$\left[\begin{array}{l} \text{Ekspektasi} \\ \text{biaya kekurangan} \end{array} \right] = C_s \left[(DL - r) \cdot \Phi \left(\frac{r-DL}{\sigma_L} \right) + \sigma_L \phi \left(\frac{r-DL}{\sigma_L} \right) \right] D/Q \quad \dots (2.18)$$

1.5 Ekspektasi Total Biaya Pembeli

Sehingga ekspektasi total biaya pembeli adalah dengan menjumlahkan (2.1)-(2.4).

$$\left[\begin{array}{c} \text{Total ekspektasi} \\ \text{biaya pembeli} \end{array} \right] = \left[\begin{array}{c} \text{Ekspektasi} \\ \text{biaya pesan} \end{array} \right] + \left[\begin{array}{c} \text{Ekspektasi} \\ \text{biaya simpan} \end{array} \right] + \left[\begin{array}{c} \text{Ekspektasi} \\ \text{biaya kekurangan} \end{array} \right]$$

$$ETC_b(Q, r) = \frac{AD}{Q} + h_b \left(\frac{Q}{2} + r - DL \right) + C_s \left[(DL - r) \cdot \Phi \left(\frac{r - DL}{\sigma_L} \right) + \sigma_L \phi \left(\frac{r - DL}{\sigma_L} \right) \right] D/Q$$

Atau persamaan di atas dapat disederhanakan kembali menjadi:

$$ETC_b(Q, r) = \frac{D}{Q} \left\{ A + C_s \left[(DL - r) \cdot \Phi \left(\frac{r - DL}{\sigma_L} \right) + \sigma_L \phi \left(\frac{r - DL}{\sigma_L} \right) \right] \right\} + h_b \left(\frac{Q}{2} + r - DL \right) \quad \dots (2.19)$$

2. Pemanufaktur Tunggal

Pada pemanufaktur tunggal terdapat 3 komponen biaya yaitu :

2.1 Ekspektasi Biaya Setup

$$\left[\begin{array}{c} \text{Ekspektasi} \\ \text{biaya setup} \end{array} \right] = \left[\begin{array}{c} \text{Biaya} \\ \text{setup per unit} \end{array} \right] \times \left[\begin{array}{c} \text{Frekuensi} \\ \text{setup} \end{array} \right]$$

$$\left[\begin{array}{c} \text{Ekspektasi} \\ \text{biaya setup} \end{array} \right] = S \cdot \frac{D}{Q \cdot m} \quad \dots (2.20)$$

2.2 Ekspektasi Biaya Simpan

$$\left[\begin{array}{c} \text{Ekspektasi} \\ \text{biaya simpan} \end{array} \right] = \left[\begin{array}{c} \text{Biaya simpan} \\ \text{per unit per periode} \end{array} \right] \times \left[\begin{array}{c} \text{Jumlah inventori rata - rata} \\ \text{yang ada di gudang} \end{array} \right]$$

$$\left[\begin{array}{c} \text{Ekspektasi} \\ \text{biaya simpan} \end{array} \right] = h_v \frac{Q}{2} \left[m \left(1 - \frac{D}{P} \right) - 1 + \frac{2D}{P} \right] \quad \dots (2.21)$$

2.3 Ekspektasi Biaya Transportasi

$$\left[\begin{array}{c} \text{Ekspektasi} \\ \text{biaya transportasi} \end{array} \right] = \left[\begin{array}{c} \text{Biaya transportasi} \\ \text{per sekali kirim} \end{array} \right] \times \left[\begin{array}{c} \text{Frekuensi} \\ \text{pengiriman} \end{array} \right]$$

$$\left[\begin{array}{c} \text{Ekspektasi} \\ \text{biaya transportasi} \end{array} \right] = F \frac{D}{Q} \quad \dots (2.22)$$

2.4 Ekspektasi Total Biaya Pemanufaktur

Sehingga ekspektasi total biaya pemanufaktur adalah (2.20) + (2.21) + (2.22)

$$\left[\begin{array}{c} \text{Total ekspektasi} \\ \text{biaya pemanufaktur} \end{array} \right] = \left[\begin{array}{c} \text{Ekspektasi} \\ \text{biaya setup} \end{array} \right] + \left[\begin{array}{c} \text{Ekspektasi} \\ \text{biaya simpan} \end{array} \right] + \left[\begin{array}{c} \text{Ekspektasi} \\ \text{biaya transportasi} \end{array} \right]$$

$$ETC_v(Q, m) = \frac{D}{Q} \left(\frac{S}{m} + F \right) + h_v \frac{Q}{2} \left[m \left(1 - \frac{D}{P} \right) - 1 + \frac{2D}{P} \right] \quad \dots (2.23)$$

2.7.5 Optimisasi

1. Model Tanpa Koordinasi (Model 1)

Syarat perlu (turunan pertama = 0)

a. Ukuran Pemesanan Optimal (Q^*)

$$\frac{dTC_b(Q,r)}{dQ} = 0$$

$$\frac{h_b}{2} - \frac{A \cdot D}{Q^2} - \frac{D \cdot C_s \left[(DL-r) \cdot \Phi\left(\frac{r-DL}{\sigma_L}\right) + \sigma_L \phi\left(\frac{r-DL}{\sigma_L}\right) \right]}{Q^2} = 0$$

$$Q = \sqrt{\frac{2D \left\{ A + C_s \left[(DL-r) \cdot \Phi\left(\frac{r-DL}{\sigma_L}\right) + \sigma_L \phi\left(\frac{r-DL}{\sigma_L}\right) \right] \right\}}{h_b}} \quad \dots (2.24)$$

b. Titik Pesan Ulang Optimal (r^*)

$$\frac{dTC_b(Q,r)}{dr} = 0$$

$$h_b + \frac{C_s D}{Q^2} [-H(r)] = 0$$

$$H(r) = \frac{h_b Q}{C_s D} \quad \dots (2.25)$$

2. Model Dengan Koordinasi (Model 2)

$$JTC = ETC_b + ETC_v$$

$$JTC(Q, r, m) = \frac{D}{Q} \left\{ A + C_s \left[(DL - r) \cdot \Phi \left(\frac{r-DL}{\sigma_L} \right) + \sigma_L \phi \left(\frac{r-DL}{\sigma_L} \right) \right] \right\} + h_b \left(\frac{Q}{2} + r - DL + DQSm + F + hvQ2m1 - DP - 1 + 2DP \right)$$

Atau dapat disederhanakan menjadi:

$$JTC(Q, r, m) =$$

$$\frac{D}{Q} \left\{ A + \frac{S}{m} + F + C_s \left[(DL - r) \cdot \Phi \left(\frac{r-DL}{\sigma_L} \right) + \sigma_L \phi \left(\frac{r-DL}{\sigma_L} \right) \right] \right\} + h_b \left(\frac{Q}{2} + r - DL \right) + h_v \frac{Q}{2} \left[m \left(1 - \frac{D}{P} \right) - 1 + \frac{2D}{P} \right] \dots$$

(2.26) Syarat perlu (turunan pertama = 0)

$$\begin{aligned} \frac{dJTC(Q, r, m)}{dQ} &= 0 \\ -\frac{D}{Q^2} \left\{ A + \frac{S}{m} + F + C_s \left[(DL - r) \cdot \Phi \left(\frac{r-DL}{\sigma_L} \right) + \sigma_L \phi \left(\frac{r-DL}{\sigma_L} \right) \right] \right\} + \frac{h_b}{2} \\ &+ h_v \frac{Q}{2} \left[m \left(1 - \frac{D}{P} \right) - 1 + \frac{2D}{P} \right] = 0 \end{aligned}$$

$$Q = \sqrt{\frac{2D \left\{ A + \frac{S}{m} + F + C_s \left[(DL - r) \cdot \Phi \left(\frac{r-DL}{\sigma_L} \right) + \sigma_L \phi \left(\frac{r-DL}{\sigma_L} \right) \right] \right\}}{h_b + h_v \left[m \left(1 - \frac{D}{P} \right) - 1 + \frac{2D}{P} \right]}} \quad (2.27)$$

b. Titik Pesan Ulang Optimal (r^*)

$$\frac{dJTC(Q, r, m)}{dr} = 0$$

$$h_b + \frac{C_s D}{Q^2} [-H(r)] = 0$$

$$H(r) = \frac{h_b Q}{C_s D} \quad \dots (2.28)$$

2.7.6 Algoritma Pemecahan Solusi

1. Model Tanpa Koordinasi (Model 1)

Langkah 1 : Hitung EOQ (Q_0)

$$Q = \sqrt{\frac{2AD}{h}}$$

Langkah 2 : Dengan menggunakan Q_0 , lanjut hitung $H(r)$ dengan persamaan (3.10), kemudian DL dan σ_L .

$$h_b + \frac{C_s D}{Q^2} [-H(r)]$$

$$H(r) = \frac{h_b Q}{C_s D}$$

$$D_L = D.L$$

$$\sigma_L = \sigma\sqrt{L}$$

Langkah 3 : Jika nilai $H(r_i)$ telah diperoleh, maka tentukan nilai r_i dengan menggunakan fungsi Ms. Excel, yaitu:

$$\frac{r_i - DL}{\sigma_L} = \text{Normsinv} [H(r_i)]$$

Dari persamaan diatas, maka nilai r_i dapat diperoleh.

Hitung untuk $\varphi(r)$:

$$\left(\frac{r - DL}{\sigma_L}\right) = \text{Normdist} \left(\frac{r - DL}{\sigma_L}, 0, 1, 0\right)$$

Langkah 4 : Dengan diperoleh r_0 kemudian langkah selanjutnya hitung nilai Q_i dengan menggunakan persamaan (2.24).

$$Q = \sqrt{\frac{2D \left\{ A + C_s \left[(DL - r) \cdot \Phi\left(\frac{r - DL}{\sigma_L}\right) + \sigma_L \phi\left(\frac{r - DL}{\sigma_L}\right) \right] \right\}}{h_b}}$$

Langkah 5 : Ulangi langkah (2) – (4) hingga nilai Q , r dan tidak berubah.

Langkah 6 : Untuk tiap (Q_i, r_i) , kemudian hitung total biaya pada pembeli (ETC_b) pada persamaan (2.19).

$$ETC_b(Q, r) =$$

$$\frac{D}{Q} \left\{ A + C_s \left[(DL - r) \cdot \Phi \left(\frac{r - DL}{\sigma_L} \right) + \sigma_L \phi \left(\frac{r - DL}{\sigma_L} \right) \right] \right\} + h_b \left(\frac{Q}{2} + r - DL \right)$$

Langkah 7 : Maka solusi optimal adalah Q^* , $r^* = \min TC_b(Q_i, r_i)$.

Langkah 8 : Dengan solusi tersebut kemudian hitung total biaya pada produsen (ETC_v) pada persamaan (2.23).

$$ETC_v(Q, m) = \frac{D}{Q} \left(\frac{S}{m} + F \right) + h_v \frac{Q}{2} \left[m \left(1 - \frac{D}{P} \right) - 1 + \frac{2D}{P} \right]$$

Langkah 9 : Hitung total biaya keseluruhan sistem, dengan menjumlahkan TC_b dan TC_v .

2. Model Dengan Koordinasi (Model 2)

Langkah 1 : Set $m = 1$ dan hitung $EOQ (Q_0)$

$$Q = \sqrt{\frac{2AD}{h}}$$

Langkah 2 : Dengan menggunakan Q_0 , lanjut hitung $H(r)$ dengan persamaan (3.13), kemudian D_L dan σ_L .

$$h_b + \frac{C_s D}{Q^2} [-H(r)]$$

$$H(r) = \frac{h_b Q}{C_s D}$$

$$D_L = D.L$$

$$\sigma_L = \sigma\sqrt{L}$$

Langkah 3 : Jika nilai $H(r_i)$ telah diperoleh, maka tentukan nilai r_i dengan menggunakan fungsi Ms. Excel, yaitu:

$$\frac{r_i - DL}{\sigma_L} = \text{Normsinv} [H(r_i)]$$

Dari persamaan diatas, maka nilai r_i dapat diperoleh.

Hitung untuk $\phi(r)$:

$$\left(\frac{r-DL}{\sigma_L}\right) = \text{Normdist}\left(\frac{r-DL}{\sigma_L}, 0, 1, 0\right)$$

Langkah 4 : Dengan diperoleh r_0 kemudian langkah selanjutnya hitung nilai Q_i dengan menggunakan persamaan (2.27).

$$Q = \sqrt{\frac{2D\left\{A + \frac{S}{m} + F + C_s\left[(DL-r) \cdot \Phi\left(\frac{r-DL}{\sigma_L}\right) + \sigma_L \phi\left(\frac{r-DL}{\sigma_L}\right)\right]\right\}}{h_b + h_v\left[m\left(1 - \frac{D}{P}\right) - 1 + \frac{2D}{P}\right]}}$$

Langkah 5 : Ulangi langkah (2) – (5) hingga nilai Q , r tidak berubah.

Langkah 6 : Hitung $JTC(Q, r, m)$ pada pembeli.

$$JTC(Q, r, m) = \frac{D}{Q} \left\{ A + \frac{S}{m} + F + C_s \left[(DL - r) \cdot \Phi\left(\frac{r-DL}{\sigma_L}\right) + \sigma_L \phi\left(\frac{r-DL}{\sigma_L}\right) \right] \right\} + h_b Q + h_v Q \left[m \left(1 - \frac{D}{P} \right) - 1 + \frac{2D}{P} \right]$$

Langkah 7 : Set $m = m + 1$ dan ulangi langkah 2 hingga 7.

Langkah 8 : Jika $JTC(Q, r_m, m) \leq JTC(Q, r_{m-1}, m-1)$ ke langkah 8, jika tidak ke langkah 9.

Langkah 9 : Set $Q_m^*, r_m^*, m^* = Q_{m-1}, r_{m-1}, m-1$. Dimana hasil optimal adalah (Q_m^*, r_m^*, m^*) .

2.7.7 Validasi Dimensi Model

Validasi ini digunakan untuk memeriksa dimensi dari model yang telah dibangun.

1. Model Tanpa Koordinasi (Model 1)

a. Ukuran Pemesanan Optimal (Q^*)

$$Q = \sqrt{\frac{2AD}{h}}$$

$$Q = \sqrt{2 \frac{Rp \frac{\text{unit}}{\text{tahun}}}{\frac{Rp}{\text{unit}} / \text{tahun}}}$$

$$Q = \sqrt{\text{unit}^2}$$

$$Q = \text{unit}$$

$$Q = \sqrt{\frac{2D \left\{ A + C_s \left[(DL-r) \cdot \Phi\left(\frac{r-DL}{\sigma_L}\right) + \sigma_L \phi\left(\frac{r-DL}{\sigma_L}\right) \right] \right\}}{h_b}}$$

$$Q = \sqrt{2 \frac{\text{unit}/\text{tahun} \left\{ Rp + Rp/\text{unit} \left[\left(\frac{Rp}{\text{unit}} \text{hari} - \text{unit} \right) \cdot \Phi\left(\frac{\text{unit} - \frac{Rp}{\text{unit}} \text{hari}}{\frac{\text{unit}}{\text{tahun}} \text{hari}}\right) + \frac{\text{unit}}{\text{tahun}} \text{hari} \phi\left(\frac{\text{unit} - \frac{Rp}{\text{unit}} \text{hari}}{\frac{\text{unit}}{\text{tahun}} \text{hari}}\right) \right] \right\}}{\frac{Rp/\text{unit}}{\text{tahun}}}}$$

$$Q = \sqrt{\frac{\text{unit}/\text{tahun} (Rp/\text{unit})}{\frac{Rp/\text{unit}}{\text{tahun}}}}$$

$$Q = \text{unit}$$

b. Titik Pesan Ulang Optimal (r^*)

$$H(r) = \sqrt{\frac{h_b Q}{C_s D}}$$

$$H(r) = \sqrt{\frac{\frac{Rp/unit}{tahun} \cdot unit}{\frac{Rp}{unit} \cdot unit}} \cdot \frac{unit}{tahun}$$

$$H(r) = unit$$

c. Total Biaya Pembeli (TC_b)

$$ETC_b = \frac{D}{Q} \left\{ A + C_s \left[(DL - r) \cdot \Phi \left(\frac{r - DL}{\sigma_L} \right) + \sigma_L \phi \left(\frac{r - DL}{\sigma_L} \right) \right] \right\} + h_b \left(\frac{Q}{2} + r - DL \right)$$

$$ETC_b = \frac{unit/tahun}{unit} \left\{ Rp + \frac{Rp}{unit} \left[\left(\frac{unit}{tahun} \text{hari} - unit \right) \cdot \Phi \left(\frac{unit - \frac{unit}{tahun} \text{hari}}{\sigma_L} \right) + \right. \right. \\ \left. \left. \frac{unit}{tahun} \text{hari} \phi \left(\frac{unit - \frac{unit}{tahun} \text{hari}}{\sigma_L} \right) + Rp / unit \right] \right\} + \frac{unit}{unit} \cdot \frac{unit}{tahun} \text{hari} = Rp / tahun$$

d. Total Biaya Pemanufaktur (TC_v)

$$ETC_v = S \cdot \frac{D}{Q \cdot m} + h_v \frac{Q}{2} \left[m \left(1 - \frac{D}{P} \right) - 1 + \frac{2D}{P} \right]$$

$$ETC_v = \frac{Rp}{unit} \cdot \frac{unit/tahun}{unit \cdot m} + \frac{Rp/unit}{tahun} \cdot \frac{unit}{2} \left[m \left(1 - \frac{unit/tahun}{unit/tahun} \right) - 1 + \frac{2 \cdot unit/tahun}{unit/tahun} \right]$$

$$ETC_v = \frac{Rp}{tahun} + \frac{Rp}{tahun} + \frac{Rp}{tahun} = \frac{Rp}{tahun}$$

2. Model Dengan Koordinasi (Model 2)

a. Ukuran Pemesanan Optimal (Q^*)

$$Q = \sqrt{\frac{2D \left\{ A + \frac{S}{m} + F + C_s \left[(DL - r) \cdot \Phi \left(\frac{r - DL}{\sigma_L} \right) + \sigma_L \phi \left(\frac{r - DL}{\sigma_L} \right) \right] \right\}}{h_b + h_v \left[m \left(1 - \frac{D}{P} \right) - 1 + \frac{2D}{P} \right]}}$$

$$Q =$$

$$\sqrt{\frac{2 \frac{\text{unit}}{\text{tahun}} \left\{ Rp + \frac{Rp}{m} + \frac{Rp}{\text{unit}} \left[\left(\frac{\text{unit}}{\text{tahun}} \text{hari} - \text{unit} \right) \cdot \Phi \left(\frac{\text{unit} - \frac{\text{unit}}{\text{tahun}} \text{hari}}{\sigma_L} \right) + \frac{\text{unit}}{\text{tahun}} \text{hari} \phi \left(\frac{\text{unit} - \frac{\text{unit}}{\text{tahun}} \text{hari}}{\sigma_L} \right) \right] \right\}}{\frac{Rp/\text{unit}}{\text{tahun}} - \frac{Rp/\text{unit}}{\text{tahun}} \left[m \left(1 - \frac{\text{unit}}{\text{tahun}} \frac{\text{unit}}{\text{tahun}} \right) - 1 + \frac{2 \frac{\text{unit}}{\text{tahun}}}{\text{unit}} \right]}}$$

$$Q = \text{unit}$$

b. Titik Pesan Ulang Optimal (r^*)

$$H(r) = \sqrt{\frac{h_b Q}{C_s D}}$$

$$H(r) = \sqrt{\frac{\frac{Rp/\text{unit}}{\text{tahun}} \text{unit}}{\frac{Rp}{\text{unit}} \cdot \frac{\text{unit}}{\text{tahun}}}}$$

$$H(r) = \text{unit}$$

c. Total Biaya Gabungan (JTC)

$$JTC = \frac{D}{Q} \left\{ A + \frac{S}{m} + C_s \left[(DL - r) \cdot \Phi \left(\frac{r - DL}{\sigma_L} \right) + \sigma_L \phi \left(\frac{r - DL}{\sigma_L} \right) \right] \right\} + h_b \left(\frac{Q}{2} +$$

$$r - DL + h_b v Q 2 m 1 - DP - 1 + 2 DP$$

$$JTC = \frac{\frac{\text{unit}}{\text{tahun}}}{\text{unit}} \left\{ Rp + \frac{Rp}{m} + \frac{Rp}{\text{unit}} \left[\left(\frac{\text{unit}}{\text{tahun}} \text{hari} - \text{unit} \right) \cdot \Phi \left(\frac{\text{unit} - \frac{\text{unit}}{\text{tahun}} \text{hari}}{\sigma_L} \right) +$$

$$\frac{\text{unit}}{\text{tahun}} \text{hari} \phi_{\text{unit} - \frac{\text{unit}}{\text{tahun}} \text{hari}} \sigma_L + \frac{Rp}{\text{unit}} \frac{\text{unit}}{\text{tahun}} \text{unit} 2 +$$

$$\frac{\text{unit}}{\text{tahun}} - \frac{\text{unit}}{\text{tahun}} \frac{\text{unit}}{\text{tahun}} \text{hari} + \frac{Rp}{\text{unit}} \frac{\text{unit}}{\text{tahun}}$$

$$\frac{\text{unit}}{2} \left[m \left(1 - \frac{\text{unit}}{\text{tahun}} \frac{\text{unit}}{\text{tahun}} \right) - 1 + \frac{2 \frac{\text{unit}}{\text{tahun}}}{\text{unit}} \right]$$

$$JTC = \frac{Rp}{\text{tahun}}$$

BAB III

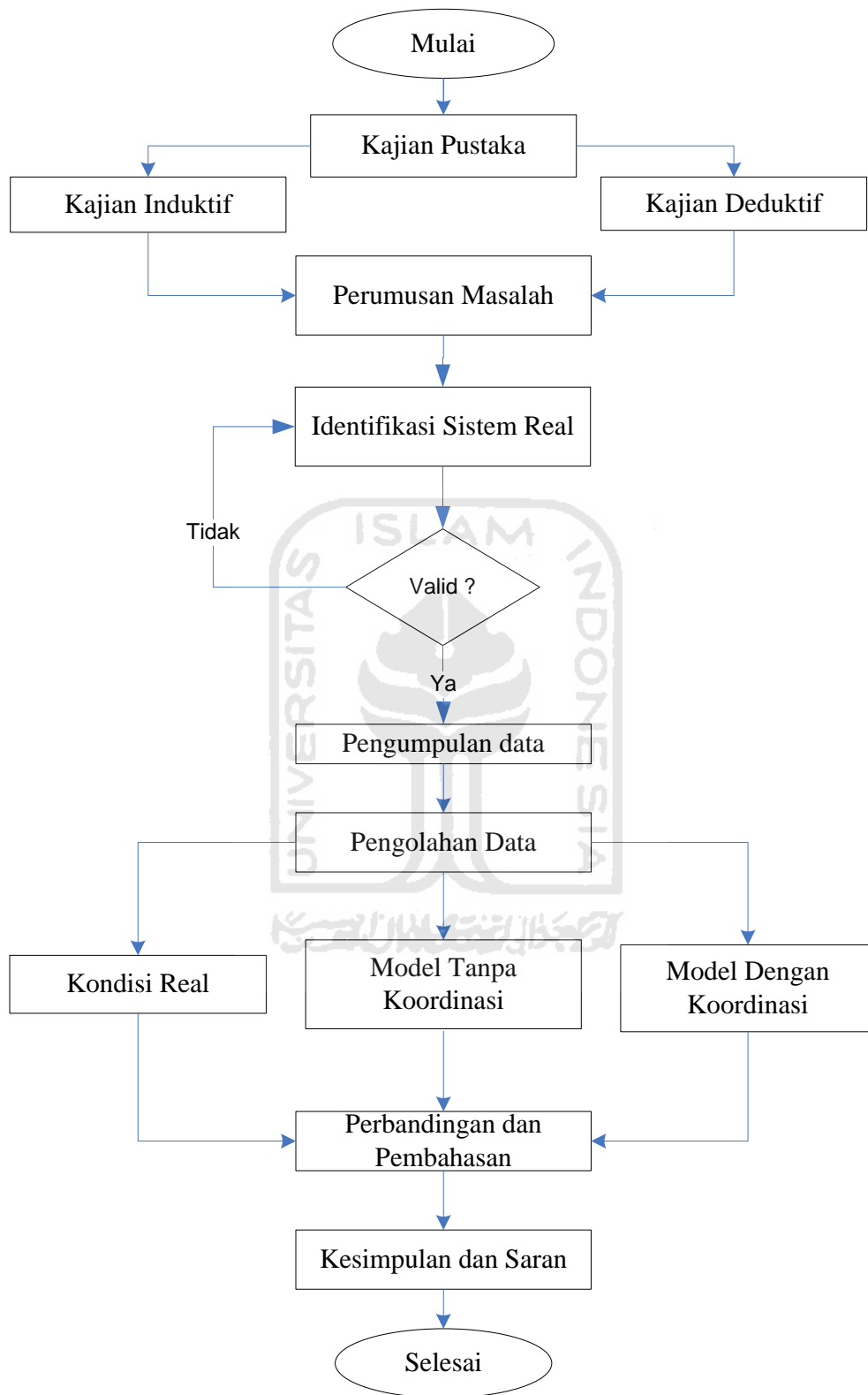
METODOLOGI PENELITIAN

3.1 Langkah Penelitian

Langkah penelitian yang dilakukan melibatkan 7 (tujuh) tahapan, yaitu:

1. Kajian pustaka
2. Formulasi masalah
3. Objek penelitian
4. Metode pengumpulan data
5. Formulasi dan analisis pemodelan
6. Pembahasan
7. Kesimpulan dan rekomendasi

Dalam melakukan studi penelitian, diperlukan tahapan-tahapan penelitian yang telah disusun secara baik untuk mempermudah penyusunan laporan penelitian. Adapun langkah penelitian dapat digambarkan seperti Gambar 3.1.



Gambar 3.1. Diagram Alir Penelitian

3.1.1 Kajian Pustaka

Isi dari kajian pustaka ini adalah sejarah perkembangan penelitian yang berhubungan dengan ruang lingkup dan topik kajian serta teori-teori dasar yang menjadi landasan berfikir menyusun Tugas Akhir.

Ada 2 macam kajian literatur yang dilakukan, yaitu studi induktif dan studi deduktif. Studi deduktif adalah studi pustaka yang bermakna untuk menjaga keaslian penelitian dan bermanfaat bagi peneliti untuk menjadi kekinian topik penelitian. Kajian ini diperoleh dari jurnal, proseding, seminar, majalah dan lain sebagainya. Pada studi induktif, dapat diketahui perkembangan, batas dan kekurangan penelitian terdahulu. Disamping itu dapat diketahui perkembangan metoda mutakhir yang pernah dilakukan peneliti lain. Studi deduktif membangun konseptual yang mana fenomena atau parameter yang relevan disistematika, diklarifikasikan dan dihubungkan sehingga bersifat umum. Kajian deduktif merupakan landasan teori yang digunakan sebagai acuan untuk memecahkan masalah penelitian.

3.1.2 Formulasi Masalah

Formulasi masalah menjelaskan permasalahan yang timbul dan kemudian akan dipecahkan dengan menggunakan metoda-metoda yang relevan dengan kajian keteknikindustrian. Formulasi masalah juga telah ditetapkan tujuan dari penelitian serta batasan-batasan masalah yang dihadapi.

3.1.3 Objek Penelitian

Penelitian ini dilakukan di Titin Batik yang berpusat di Jl. Kenanga 7, Klego, Pekalongan, yang merupakan pembeli (*buyer*) dan melibatkan satu pamanufaktur yaitu El-Rahma Batik, Jl. Rogobayan No 12. RT 01, RW 14, Kedungwungi, Pekalongan sebagai pamanufaktur (*vedor*). Titin Batik telah berdiri sejak tahun 2001 dengan karyawan kurang lebih 20 orang dan fokus pada penjualan batik, dimana Titin Batik sebagai Pembeli (*buyer*). Keterlibatan Titin Batik dengan *outlet* penjualan El-Rahma Batik merupakan hubungan antara pamanufaktur dengan pembeli. Dalam penelitian ini akan dikembangkan model yang akan mengintegrasikan satu pamanufaktur dengan satu pembeli.

3.1.4 Metoda Pengumpulan Data

Metode pengumpulan data yang dilakukan dalam penelitian ini sebagai berikut:

1. Metode Pengamatan Langsung (*Observasi*)

Pengamatan langsung ini dilakukan untuk mendapatkan data-data perusahaan yang berkaitan dengan masalah pendistribusian produk.

2. Studi Kepustakaan

Studi pustaka dilakukan agar peneliti menguasai terlebih dahulu teori maupun konsep dasar yang berkaitan dengan masalah yang sedang diteliti dari beberapa referensi.

Ada dua jenis studi pustaka :

a. Studi Pustaka Induktif

Kajian induktif adalah kajian pustaka yang bermakna untuk menjaga keaslian penelitian. Kajian ini diperoleh dari jurnal dan proseding. Pada kajian

induktif, dapat diketahui perkembangan penelitian, batas - batas dan kekurangan penelitian terdahulu. Disamping itu dapat diketahui perkembangan metode - metode mutakhir yang pernah dilakukan peneliti lain.

b. Studi Pustaka Deduktif

Kajian deduktif membangun konseptual yang mana parameter - parameter yang relevan disistematika, diklasifikasikan dan dihubung - hubungkan sehingga bersifat umum. Kajian deduktif merupakan landasan teori yang dipakai sebagai acuan untuk memecahkan masalah penelitian.

3. Wawancara

Pengumpulan data dilakukan dengan melakukan wawancara tentang data-data yang dibutuhkan kepada karyawan yang berwenang diperusahaan tersebut.

4. Literatur Data Perusahaan

Data-data lain yang diperlukan dalam penelitian ini didapatkan dari literatur yang ada diperusahaan.

3.1.5 Formulasi dan Analisis Pemodelan

Dalam tahapan ini akan dibangun model analitik sebagai metode optimal. *State of the art* (SOTA) peneliti dalam penelitian ini adalah menggunakan teknik optimasi klasik secara deferensial. Model yang digunakan adalah, algoritma Ouyang, et.al. (2007) pada model permintaan probabilistik. Model ini akan dikembangkan dengan tujuan menurunkan biaya pesan pembeli, mengikuti algoritma Porteus (1985) dalam Sipper dan Bulfin (1997). Selanjutnya model yang telah didesain akan dicari solusi dan algoritma solusi guna penyelesaian permasalahan. Dalam pencarian solusi digunakan dengan

teorema-teorema yang ada. Apabila kesulitan dalam pencarian model tersebut kemudian dikembangkan secara numerik melalui algoritma. Pengujian melalui teorema atau melalui algoritma adalah untuk menentukan solusi model yang memberikan nilai ekspektasi total biaya per unit yang minimal. Contoh numerik dengan melakukan pengumpulan dan pengolahan data, seperti pada BAB IV berikutnya. Dalam bagian ini juga dilakukan studi perilaku solusi model terhadap nilai dari beberapa parameter yang dipilih untuk melihat pengaruhnya terhadap solusi model.

3.1.6 Pembahasan

Setelah model tersebut dicoba dengan contoh numerik, langkah selanjutnya adalah permasalahan tersebut akan dibahas. Dalam pembahasan juga akan disinggung mengenai hasil yang telah diperoleh dari BAB IV.

3.1.7 Kesimpulan dan Saran

Setelah melakukan analisa dari pengolahan data yang telah dilakukan, maka pada tahap ini dapat ditarik kesimpulan berdasarkan hasil penelitian yang telah dilakukan dan pemberian saran untuk mengembangkan hasil penelitian ini pada penelitian selanjutnya.

3.2 Karakteristik Sistem

Penelitian dilakukan pada sebuah perusahaan pamanufaktur yang bergerak dalam bidang pembuatan batik. Sistem yang diamati terdiri atas pembeli tunggal yang melakukan pemesanan satu jenis produk terhadap pamanufaktur. Sesuai kontrak perjanjian yang telah disepakati bersama, maka pembeli menyampaikan informasi jumlah

permintaan selama 1 periode tertentu dengan jumlah permintaan yang tidak pasti (*uncertainty*) bersifat probabilistik kepada pihak pemanufaktur. Hubungan antara pemanufaktur dan pembeli ditunjukkan pada Gambar 3.2.

Pemanufaktur merupakan pihak yang memproduksi batik, sedangkan pembeli adalah pihak yang melakukan permintaan (batik) kepada pemanufaktur untuk dijual ke konsumen. Transaksi diawali dengan adanya batik dari pembeli ke pemanufaktur. Biaya pesan disimbolkan, A , selama 1 tahun. Setelah menerima pesanan dari pembeli, pemanufaktur melakukan *setup*, dengan biaya *setup*, S , untuk memulai proses produksi. Bahan baku dibutuhkan untuk memproduksi batik yang dipesan kemudian diproduksi oleh pemanufaktur dengan rata-rata tingkat produksi, P dan biaya yang dikeluarkan untuk memproduksi satu unit batik adalah C_v . Selanjutnya, batik dikirim ke tempat penyimpanan (gudang) pemanufaktur, dengan biaya simpan per unit per tahun adalah h_v . Permintaan juga bersifat deterministik dikarenakan dari pihak pemanufaktur tidak dapat memastikan kapan pesanan pembeli dapat diterima oleh pembeli. Karena permintaan probabilistik, maka dalam hal ini penelitian akan mengoptimalkan titik pesan ulang (*reorder point*).

Dalam mengoptimalkan titik pesan ulang (*reorder point*), terdapat 2 hal yang memberikan keuntungan untuk pihak pembeli, yaitu:

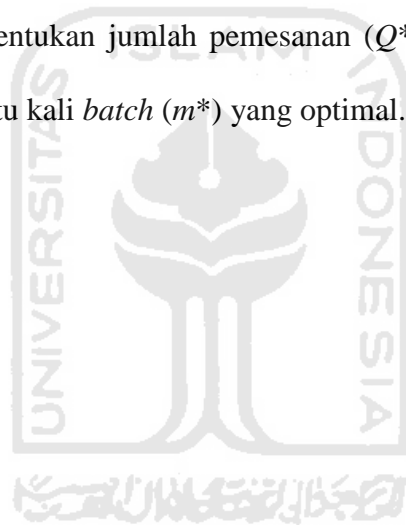
1. Biaya simpan pembeli, (h_b) dapat direduksi menjadi lebih optimal.
2. Biaya terjadi kehabisan stok (*stockout cost*), dapat direduksi lebih optimal.

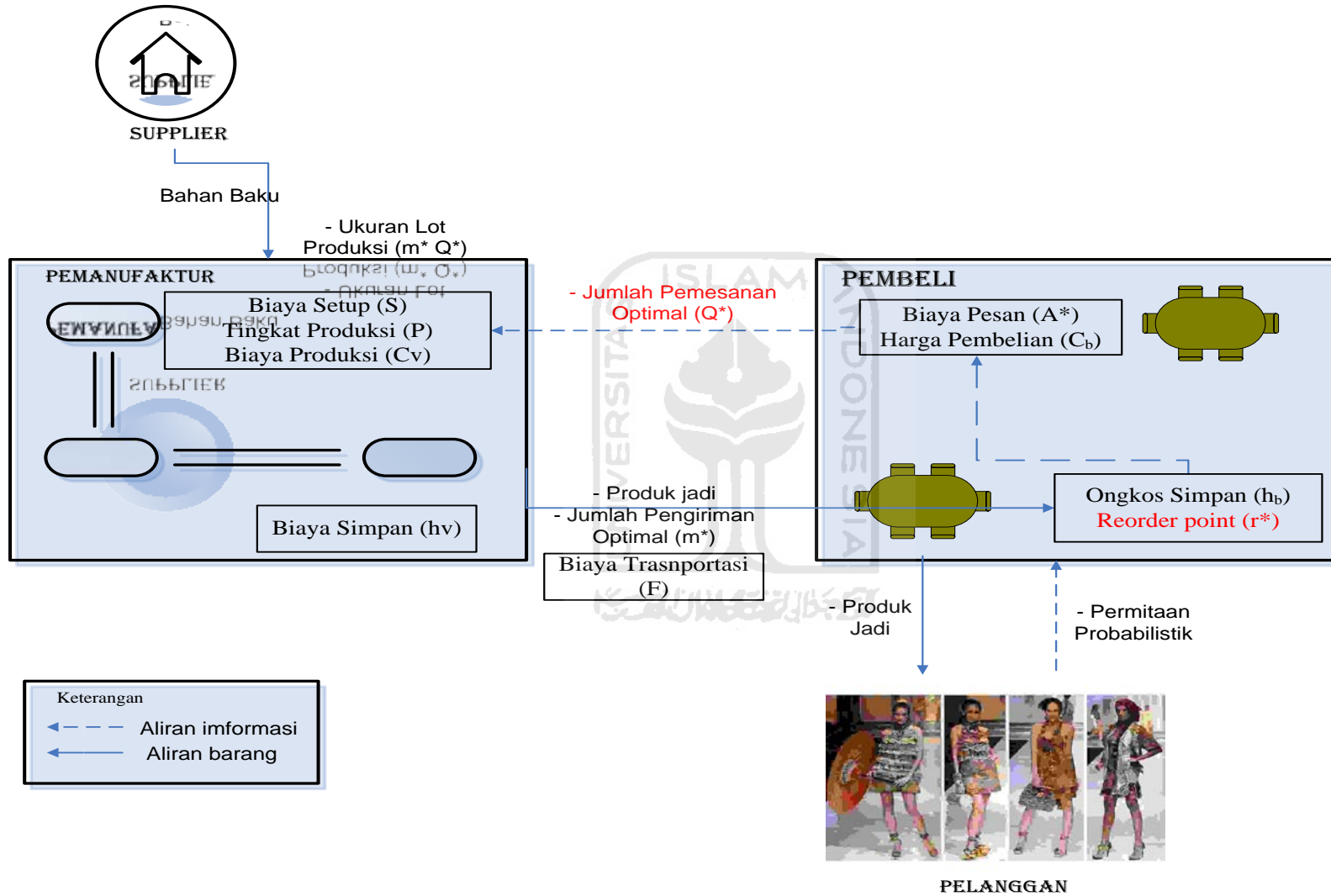
Kemudian pemanufaktur tersebut mengirim hasil produksi sesuai permintaan dari pembeli dengan harga pembelian yang sudah disepakati bersama, C_b . Kemudian pihak

pembeli menerima jumlah yang disuplai oleh pamanufaktur dan disimpan di dalam gudang dari pihak pembeli dengan biaya simpan per unit per tahun adalah h_b .

Dari pihak pembeli, diketahui bahwa biaya pesan cukup tinggi dalam 1 kali pesanan. Maka dari itu, dalam penelitian ini bertujuan untuk menurunkan biaya pesan pembeli tersebut, dengan mengikuti Model dan Algoritma oleh Porteus (1986) dalam Sipper dan Bulfin (1997).

Tujuan dari penelitian ini adalah menggabungkan pamanufaktur tunggal dan pembeli tunggal untuk menentukan jumlah pemesanan (Q^*), titik pesan ulang (r^*) dan jumlah pengiriman dalam satu kali *batch* (m^*) yang optimal.





Gambar 3.2 Karakteristik Sistem Integrasi Rantai Pasok

3.3 Penerapan Model

Model yang digunakan dalam penelitian ini adalah Ouyang, *et.al.*, 2007. Dimana model ini menggunakan gabungan persamaan *EOQ* dengan persamaan *EPQ*.

3.3.1 Notasi

Notasi - notasi yang digunakan pada penelitian ini adalah sebagai berikut :

D	: rata-rata permintaan per tahun
P	: rata-rata tingkat produksi per tahun
A	: biaya pesan dari pembeli ke pemanufaktur
S	: biaya setup pemanufaktur
C_s	: biaya <i>shortage</i> akibat <i>stockout</i> yang dikeluarkan oleh pembeli
h_v	: biaya simpan pemanufaktur per unit per tahun
h_b	: biaya simpan pembeli per unit per tahun
L	: panjang waktu tenggang (<i>lead time</i>)
b	: modal yang dikeluarkan oleh pembeli untuk menurunkan biaya pesan
i	: penurunan persentase untuk biaya pesan
σ	: standar deviasi permintaan selama waktu tenggang
m	: Frekuensi pengiriman dalam satu kali <i>batch</i>
F	: Biaya Transportasi
f	: Frekuensi pemesanan dalam satu tahun

3.3.2 Asumsi

Asumsi pada model ini adalah sebagai berikut :

3. Pembeli tunggal, pemanufaktur tunggal dan produk tunggal
4. Tidak diasumsikan adanya *quantity discount*.

3.3.3 Variabel keputusan dan Kriteria performansi

Variabel Keputusan

Q^* : lot pemesanan pembeli

r^* : titik pesan ulang

Kriteria performansi

JTC : total biaya gabungan

3.3.4 Model Matematis

1. Pembeli Tunggal

Pada pembeli tunggal terdapat 5 komponen biaya yaitu :

1.1 Ekspektasi Biaya Pesan

Frekuensi pemesanan untuk pembeli dirumuskan adalah D/Q .

$$\left[\begin{array}{c} \text{Ekspektasi} \\ \text{biaya pesan} \end{array} \right] = \left[\begin{array}{c} \text{Biaya pesan} \\ \text{per unit} \end{array} \right] \times \left[\begin{array}{c} \text{Frekuensi} \\ \text{pesanan} \end{array} \right]$$

$$\left[\begin{array}{c} \text{Ekspektasi} \\ \text{biaya pesan} \end{array} \right] = A \cdot \frac{D}{Q} \quad \dots (3.1)$$

1.2 Ekspektasi Biaya Simpan

Untuk rata - rata inventori oleh Ouyang, *et.al.* (2007) yaitu: $I_p \approx \frac{Q}{2} + r - DL$.

Sehingga ekspektasi biaya simpan adalah :

$$\begin{aligned} \left[\begin{array}{l} \text{Ekspektasi} \\ \text{biaya simpan} \end{array} \right] &= \left[\begin{array}{l} \text{Biaya simpan} \\ \text{per unit per periode} \end{array} \right] \times \left[\begin{array}{l} \text{Jumlah inventori rata - rata} \\ \text{yang ada digudang} \end{array} \right] \\ \left[\begin{array}{l} \text{Ekspektasi} \\ \text{biaya pesan} \end{array} \right] &= h_b \left(\frac{Q}{2} + r - DL \right) \quad \dots (3.2) \end{aligned}$$

1.3 Ekspektasi Biaya Kekurangan

Terjadinya kekurangan inventori $B(r) = (DL - r) \cdot \Phi\left(\frac{r-DL}{\sigma_L}\right) + \sigma_L \phi\left(\frac{r-DL}{\sigma_L}\right)$.

Sedangkan untuk biaya *backorder* per unit adalah C_s . Jumlah ekspektasi dari *backorders* per terjadi akibat *shortage* adalah D/Q . Sehingga untuk ekspektasi total biaya *shortage* dirumuskan adalah:

$$\left[\begin{array}{l} \text{Ekspektasi} \\ \text{biaya kekurangan} \end{array} \right] = \left[\begin{array}{l} \text{Biaya kekurangan} \\ \text{per unit per periode} \end{array} \right] \times \left[\begin{array}{l} \text{Jumlah kekurangan} \\ \text{yang terjadi} \end{array} \right] \times$$

$\left[\begin{array}{l} \text{Frekuensi} \\ \text{pesanan} \end{array} \right]$

$$\left[\begin{array}{l} \text{Ekspektasi} \\ \text{biaya kekurangan} \end{array} \right] = C_s \left[(DL - r) \cdot \Phi\left(\frac{r-DL}{\sigma_L}\right) + \sigma_L \phi\left(\frac{r-DL}{\sigma_L}\right) \right] D/Q \dots (3.3)$$

1.4 Ekspektasi Total Biaya Pembeli

Sehingga ekspektasi total biaya pembeli adalah dengan menjumlahkan (3.1)-(3.3).

$$\left[\begin{array}{l} \text{Total ekspektasi} \\ \text{biaya pembeli} \end{array} \right] = \left[\begin{array}{l} \text{Ekspektasi} \\ \text{biaya pesan} \end{array} \right] + \left[\begin{array}{l} \text{Ekspektasi} \\ \text{biaya simpan} \end{array} \right] + \left[\begin{array}{l} \text{Ekspektasi} \\ \text{biaya kekurangan} \end{array} \right]$$

$$ETC_b(Q, r) = \frac{AD}{Q} + h_b \left(\frac{Q}{2} + r - DL \right) + C_s \left[(DL - r) \cdot \Phi\left(\frac{r-DL}{\sigma_L}\right) + \sigma_L \phi\left(\frac{r-DL}{\sigma_L}\right) \right] D/Q$$

Atau persamaan di atas dapat disederhanakan kembali menjadi:

$$ETC_b(Q, r) = \frac{D}{Q} \left\{ A + C_s \left[(DL - r) \cdot \Phi\left(\frac{r-DL}{\sigma_L}\right) + \sigma_L \phi\left(\frac{r-DL}{\sigma_L}\right) \right] \right\} + h_b \left(\frac{Q}{2} + r - DL \right) \quad \dots (3.4)$$

2. Pemanufaktur Tunggal

Pada pemanufaktur tunggal terdapat 3 komponen biaya yaitu :

2.1 Ekspektasi Biaya Setup

$$\left[\begin{array}{l} \text{Ekspektasi} \\ \text{biaya setup} \end{array} \right] = \left[\begin{array}{l} \text{Biaya} \\ \text{setup per unit} \end{array} \right] \times \left[\begin{array}{l} \text{Frekuensi} \\ \text{setup} \end{array} \right]$$

$$\left[\begin{array}{l} \text{Ekspektasi} \\ \text{biaya setup} \end{array} \right] = S \cdot \frac{D}{Q \cdot m} \quad \dots (3.5)$$

2.2 Ekspektasi Biaya Simpan

$$\left[\begin{array}{l} \text{Ekspektasi} \\ \text{biaya simpan} \end{array} \right] = \left[\begin{array}{l} \text{Biaya simpan} \\ \text{per unit per periode} \end{array} \right] \times \left[\begin{array}{l} \text{Jumlah inventori rata - rata} \\ \text{yang ada di gudang} \end{array} \right]$$

$$\left[\begin{array}{l} \text{Ekspektasi} \\ \text{biaya simpan} \end{array} \right] = h_v \frac{Q}{2} \left[m \left(1 - \frac{D}{P} \right) - 1 + \frac{2D}{P} \right] \quad \dots (3.6)$$

2.3 Ekspektasi Biaya Transportasi

$$\left[\begin{array}{l} \text{Ekspektasi} \\ \text{biaya transportasi} \end{array} \right] = \left[\begin{array}{l} \text{Biaya transportasi} \\ \text{per sekali kirim} \end{array} \right] \times \left[\begin{array}{l} \text{Frekuensi} \\ \text{pengiriman} \end{array} \right]$$

$$\left[\begin{array}{l} \text{Ekspektasi} \\ \text{biaya transportasi} \end{array} \right] = F \frac{D}{Q} \quad \dots (3.7)$$

2.4 Ekspektasi Total Biaya Pemanufaktur

Sehingga ekspektasi total biaya pemanufaktur adalah (3.5) + (3.6) + (3.7).

$$\left[\begin{array}{l} \text{Total ekspektasi} \\ \text{biaya pemanufaktur} \end{array} \right] = \left[\begin{array}{l} \text{Ekspektasi} \\ \text{biaya setup} \end{array} \right] + \left[\begin{array}{l} \text{Ekspektasi} \\ \text{biaya simpan} \end{array} \right] + \left[\begin{array}{l} \text{Ekspektasi} \\ \text{biaya transportasi} \end{array} \right]$$

$$ETC_v(Q, m) = S \cdot \frac{D}{Q \cdot m} + h_v \frac{Q}{2} \left[m \left(1 - \frac{D}{P} \right) - 1 + \frac{2D}{P} \right] + F \cdot \frac{D}{Q}$$

Atau persamaan di atas dapat disederhanakan kembali menjadi:

$$ETC_v(Q, m) = \frac{D}{Q} \left(\frac{S}{m} + F \right) + h_v \frac{Q}{2} \left[m \left(1 - \frac{D}{P} \right) - 1 + \frac{2D}{P} \right] \quad \dots (3.8)$$

3.3.5 Optimisasi

1. Model Tanpa Koordinasi (Model 1)

Syarat perlu (turunan pertama = 0)

a. Ukuran Pemesanan Optimal (Q^*)

$$\frac{dT C_b(Q, r)}{dQ} = 0$$

$$\frac{h_b}{2} - \frac{A \cdot D}{Q^2} - \frac{D \cdot C_s \left[(DL - r) \cdot \Phi \left(\frac{r - DL}{\sigma_L} \right) + \sigma_L \phi \left(\frac{r - DL}{\sigma_L} \right) \right]}{Q^2} = 0$$

$$Q = \sqrt{\frac{2D \left\{ A + C_s \left[(DL - r) \cdot \Phi \left(\frac{r - DL}{\sigma_L} \right) + \sigma_L \phi \left(\frac{r - DL}{\sigma_L} \right) \right] \right\}}{h_b}} \quad \dots (3.9)$$

b. Titik Pesan Ulang Optimal (r^*)

$$\frac{dT C_b(Q, r)}{dQ} = 0$$

$$h_b + \frac{C_s D}{Q^2} [-H(r)] = 0$$

$$H(r) = \frac{h_b Q}{C_s D} \quad \dots (3.10)$$

2. Model Dengan Koordinasi (Model 2)

$$JTC = ETC_b + ETC_v$$

$$JTC(Q, r, m) = \frac{D}{Q} \left\{ A + C_s \left[(DL - r) \cdot \Phi \left(\frac{r - DL}{\sigma_L} \right) + \sigma_L \phi \left(\frac{r - DL}{\sigma_L} \right) \right] \right\} + h_b \left(\frac{Q}{2} + r - DL + DQSm + F + hvQ2m1 - DP - 1 + 2DP \right)$$

Atau dapat disederhanakan menjadi:

$$JTC(Q, r, m) =$$

$$\frac{D}{Q} \left\{ A + \frac{S}{m} + F + C_s \left[(DL - r) \cdot \Phi \left(\frac{r - DL}{\sigma_L} \right) + \sigma_L \phi \left(\frac{r - DL}{\sigma_L} \right) \right] \right\} + h_b \left(\frac{Q}{2} + r - DL \right) +$$

$$h_v \frac{Q}{2} \left[m \left(1 - \frac{D}{P} \right) - 1 + \frac{2D}{P} \right] \quad \dots$$

(3.11) Syarat perlu (turunan pertama = 0)

a. Ukuran Pemesanan Optimal (Q^*)

$$\frac{dJTC(Q, r, m)}{dQ} = 0$$

$$-\frac{D}{Q^2} \left\{ A + \frac{S}{m} + F + C_s \left[(DL - r) \cdot \Phi \left(\frac{r - DL}{\sigma_L} \right) + \sigma_L \phi \left(\frac{r - DL}{\sigma_L} \right) \right] \right\} + \frac{h_b}{2}$$

$$+ h_v \frac{Q}{2} \left[m \left(1 - \frac{D}{P} \right) - 1 + \frac{2D}{P} \right] = 0$$

$$Q = \sqrt{\frac{2D \left\{ A + \frac{S}{m} + F + C_s \left[(DL - r) \cdot \Phi \left(\frac{r - DL}{\sigma_L} \right) + \sigma_L \phi \left(\frac{r - DL}{\sigma_L} \right) \right] \right\}}{h_b + h_v \left[m \left(1 - \frac{D}{P} \right) - 1 + \frac{2D}{P} \right]}} \quad (3.12)$$

b. Titik Pesan Ulang Optimal (r^*)

$$\frac{dJTC(Q, r, m)}{dr} = 0$$

$$h_b + \frac{C_s D}{Q^2} [-H(r)] = 0$$

$$H(r) = \frac{h_b Q}{C_s D} \quad \dots (3.13)$$

3.3.6 Algoritma Pemecahan Solusi

1. Model Tanpa Koordinasi (Model 1)

Langkah 1 : Hitung $EOQ (Q_0)$

$$Q = \sqrt{\frac{2AD}{h}}$$

Langkah 2 : Dengan menggunakan Q_0 , lanjut hitung $H(r)$ dengan persamaan (3.10), kemudian DL dan σ_L .

$$h_b + \frac{C_s D}{Q^2} [-H(r)]$$

$$H(r) = \frac{h_b Q}{C_s D}$$

$$D_L = D.L$$

$$\sigma_L = \sigma \sqrt{L}$$

Langkah 3 : Jika nilai $H(r_i)$ telah diperoleh, maka tentukan nilai r_i dengan menggunakan fungsi Ms. Excel, yaitu:

$$\frac{r_i - DL}{\sigma_L} = \text{Normsinv} [H(r_i)]$$

Dari persamaan diatas, maka nilai r_i dapat diperoleh.

Hitung untuk $\varphi(r)$:

$$\left(\frac{r - DL}{\sigma_L} \right) = \text{Normdist} \left(\frac{r_i - DL}{\sigma_L}, 0, 1, 0 \right)$$

Langkah 4 : Dengan diperoleh r_0 kemudian langkah selanjutnya hitung nilai Q_i dengan menggunakan persamaan (3.9).

$$Q = \sqrt{\frac{2D \left\{ A + C_s \left[(DL - r) \cdot \Phi \left(\frac{r - DL}{\sigma_L} \right) + \sigma_L \phi \left(\frac{r - DL}{\sigma_L} \right) \right] \right\}}{h_b}}$$

Langkah 5 : Ulangi langkah (2) – (4) hingga nilai Q , r dan tidak berubah.

Langkah 6 : Untuk tiap (Q_i, r_i) , kemudian hitung total biaya pada pembeli (ETC_b) pada persamaan (3.4).

$$ETC_b(Q, r) =$$

$$\frac{D}{Q} \left\{ A + C_s \left[(DL - r) \cdot \Phi \left(\frac{r - DL}{\sigma_L} \right) + \sigma_L \phi \left(\frac{r - DL}{\sigma_L} \right) \right] \right\} + h_b \left(\frac{Q}{2} + r - DL \right)$$

Langkah 7 : Maka solusi optimal adalah Q^* , $r^* = \min TC_b(Q, r)$.

Langkah 8 : Dengan solusi tersebut kemudian hitung total biaya pada produsen (ETC_v) pada persamaan (3.8).

$$ETC_v(Q, m) = \frac{D}{Q} \left(\frac{S}{m} + F \right) + h_v \frac{Q}{2} \left[m \left(1 - \frac{D}{P} \right) - 1 + \frac{2D}{P} \right]$$

Langkah 9 : Hitung total biaya keseluruhan sistem, dengan menjumlahkan TC_b dan TC_v .

2. Model Dengan Koordinasi (Model 2)

Langkah 1 : Set $m = 1$ dan hitung EOQ (Q_0)

$$Q = \sqrt{\frac{2AD}{h}}$$

Langkah 2 : Dengan menggunakan Q_0 , lanjut hitung $H(r)$ dengan persamaan (3.13), kemudian D_L dan σ_L .

$$h_b + \frac{C_s D}{Q^2} [-H(r)]$$

$$H(r) = \frac{h_b Q}{C_s D}$$

$$D_L = D.L$$

$$\sigma_L = \sigma \sqrt{L}$$

Langkah 3 : Jika nilai $H(r_i)$ telah diperoleh, maka tentukan nilai r_i dengan menggunakan fungsi Ms. Excel, yaitu:

$$\frac{r_i - DL}{\sigma_L} = \text{Normsinv} [H(r_i)]$$

Dari persamaan diatas, maka nilai r_i dapat diperoleh.

Hitung untuk $\varphi(r)$:

$$\left(\frac{r - DL}{\sigma_L}\right) = \text{Normdist} \left(\frac{r_i - DL}{\sigma_L}, 0, 1, 0\right)$$

Langkah 4 : Dengan diperoleh r_0 kemudian langkah selanjutnya hitung nilai Q_i dengan menggunakan persamaan (3.14).

$$Q = \sqrt{\frac{2D \left\{ A + \frac{S}{m} + F + C_s \left[(DL - r) \cdot \Phi \left(\frac{r - DL}{\sigma_L} \right) + \sigma_L \phi \left(\frac{r - DL}{\sigma_L} \right) \right] \right\}}{h_b + h_v \left[m \left(1 - \frac{D}{P} \right) - 1 + \frac{2D}{P} \right]}}$$

Langkah 5 : Ulangi langkah (2) – (5) hingga nilai Q , r tidak berubah.

Langkah 6 : Hitung $JTC(Q, r, m)$ pada pembeli.

$$JTC(Q, r, m) = \frac{D}{Q} \left\{ A + \frac{S}{m} + F + C_s \left[(DL - r) \cdot \Phi \left(\frac{r - DL}{\sigma_L} \right) + \sigma_L \phi \left(\frac{r - DL}{\sigma_L} \right) \right] \right\} + h_b Q + h_v Q \left[m \left(1 - \frac{D}{P} \right) - 1 + \frac{2D}{P} \right]$$

Langkah 7 : Set $m = m + 1$ dan ulangi langkah 2 hingga 7.

Langkah 8 : Jika $JTC(Q_m, r_m, m) \leq JTC(Q_{m-1}, r_{m-1}, m-1)$ ke langkah 8, jika tidak ke langkah 9.

Langkah 9 : Set $Q_m^*, r_m^*, m^* = Q_{m-1}, r_{m-1}, m-1$. Dimana hasil optimal adalah (Q_m^*, r_m^*, m^*) .

3.4 Validasi Dimensi Model

Validasi ini digunakan untuk memeriksa dimensi dari model yang telah dibangun.

1. Model Tanpa Koordinasi (Model 1)

a. Ukuran Pemesanan Optimal (Q^*)

$$Q = \sqrt{\frac{2AD}{h}}$$

$$Q = \sqrt{2 \frac{\frac{Rp}{\text{tahun}} \frac{\text{unit}}{\text{tahun}}}{\frac{Rp}{\text{unit}} \frac{\text{unit}}{\text{tahun}}}}$$

$$Q = \sqrt{\text{unit}^2}$$

$$Q = \text{unit}$$

$$Q = \sqrt{\frac{2D \left\{ A + C_s \left[(DL-r) \cdot \Phi \left(\frac{r-DL}{\sigma_L} \right) + \sigma_L \phi \left(\frac{r-DL}{\sigma_L} \right) \right] \right\}}{h_b}}$$

$$Q = \sqrt{2 \frac{\text{unit}/\text{tahun} \left\{ Rp + Rp/\text{unit} \left[\left(\frac{Rp}{\text{unit}} \text{hari} - \text{unit} \right) \cdot \Phi \left(\frac{\text{unit} - \frac{Rp}{\text{unit}} \text{hari}}{\frac{\text{unit}}{\text{tahun}} \text{hari}} \right) + \frac{\text{unit}}{\text{tahun}} \text{hari} \phi \left(\frac{\text{unit} - \frac{Rp}{\text{unit}} \text{hari}}{\frac{\text{unit}}{\text{tahun}} \text{hari}} \right) \right] \right\}}{\frac{Rp/\text{unit}}{\text{tahun}}}}$$

$$Q = \sqrt{\frac{\text{unit}/\text{tahun} (Rp/\text{unit})}{\frac{Rp/\text{unit}}{\text{tahun}}}}$$

$$Q = \text{unit}$$

b. Titik Pesan Ulang Optimal (r^*)

$$H(r) = \sqrt{\frac{h_b Q}{C_s D}}$$

$$H(r) = \sqrt{\frac{\frac{Rp/\text{unit}}{\text{tahun}} \frac{\text{unit}}{\text{unit tahun}}}{\frac{Rp}{\text{unit}} \frac{\text{unit}}{\text{unit tahun}}}}$$

$$H(r) = \text{unit}$$

c. Total Biaya Pembeli (TC_b)

$$ETC_b = \frac{D}{Q} \left\{ A + C_s \left[(DL - r) \cdot \Phi \left(\frac{r - DL}{\sigma_L} \right) + \sigma_L \phi \left(\frac{r - DL}{\sigma_L} \right) \right] \right\} + h_b \left(\frac{Q}{2} + r - DL \right)$$

$$ETC_b = \frac{\text{unit/tahun}}{\text{unit}} \left\{ Rp + \frac{Rp}{\text{unit}} \left[\left(\frac{\text{unit}}{\text{tahun}} \text{hari} - \text{unit} \right) \cdot \Phi \left(\frac{\text{unit} - \frac{\text{unit}}{\text{tahun}} \text{hari}}{\sigma_L} \right) + \right. \right.$$

$$\left. \frac{\text{unit}}{\text{tahun}} \text{hari} \phi \frac{\text{unit} - \frac{\text{unit}}{\text{tahun}} \text{hari}}{\sigma_L} + \frac{Rp}{\text{unit}} \frac{\text{unit}}{\text{tahun}} \right\} +$$

$$\frac{\text{unit} - \frac{\text{unit}}{\text{tahun}} \text{hari} = Rp/\text{tahun}}$$

d. Total Biaya Pemanufaktur (TC_v)

$$ETC_v = S \cdot \frac{D}{Q \cdot m} + h_v \frac{Q}{2} \left[m \left(1 - \frac{D}{P} \right) - 1 + \frac{2D}{P} \right]$$

$$ETC_v = \frac{Rp}{\text{unit}} \cdot \frac{\text{unit/tahun}}{\text{unit} \cdot m} + \frac{Rp/\text{unit}}{\text{tahun}} \frac{\text{unit}}{2} \left[m \left(1 - \frac{\text{unit/tahun}}{\text{unit/tahun}} \right) - 1 + \right.$$

$$\left. \frac{2 \text{unit/tahun}}{\text{unit/tahun}} \right]$$

$$ETC_v = \frac{Rp}{\text{tahun}} + \frac{Rp}{\text{tahun}} + \frac{Rp}{\text{tahun}} = \frac{Rp}{\text{tahun}}$$

2. Model Dengan Koordinasi (Model 2)

a. Ukuran Pemesanan Optimal (Q^*)

$$Q = \sqrt{\frac{2D \left\{ A + \frac{S}{m} + F + C_s \left[(DL - r) \cdot \Phi \left(\frac{r - DL}{\sigma_L} \right) + \sigma_L \phi \left(\frac{r - DL}{\sigma_L} \right) \right] \right\}}{h_b + h_v \left[m \left(1 - \frac{D}{P} \right) - 1 + \frac{2D}{P} \right]}}$$

$$Q =$$

$$\sqrt{\frac{2 \frac{\text{unit}}{\text{tahun}} \left\{ Rp + \frac{Rp}{m} + \frac{Rp}{\text{unit}} \left[\left(\frac{\text{unit}}{\text{tahun}} \text{hari} - \text{unit} \right) \cdot \Phi \left(\frac{\text{unit} - \frac{\text{unit}}{\text{tahun}} \text{hari}}{\sigma_L} \right) + \frac{\text{unit}}{\text{tahun}} \text{hari} \phi \left(\frac{\text{unit} - \frac{\text{unit}}{\text{tahun}} \text{hari}}{\sigma_L} \right) \right] \right\}}{\frac{Rp/\text{unit}}{\text{tahun}} - \frac{Rp/\text{unit}}{\text{tahun}} \left[m \left(1 - \frac{\text{unit}}{\text{tahun}} \frac{\text{unit}}{\text{tahun}} \right) - 1 + \frac{2 \frac{\text{unit}}{\text{tahun}}}{\text{unit}} \right]}}$$

$$Q = \text{unit}$$

b. Titik Pesan Ulang Optimal (r^*)

$$H(r) = \sqrt{\frac{h_b Q}{C_s D}}$$

$$H(r) = \sqrt{\frac{\frac{Rp/\text{unit}}{\text{tahun}} \text{unit}}{\frac{Rp}{\text{unit}} \cdot \frac{\text{unit}}{\text{tahun}}}}$$

$$H(r) = \text{unit}$$

c. Total Biaya Gabungan (JTC)

$$JTC = \frac{D}{Q} \left\{ A + \frac{S}{m} + C_s \left[(DL - r) \cdot \Phi \left(\frac{r - DL}{\sigma_L} \right) + \sigma_L \phi \left(\frac{r - DL}{\sigma_L} \right) \right] \right\} + h_b \left(\frac{Q}{2} +$$

$$r - DL + h_b v Q 2 m 1 - DP - 1 + 2 DP$$

$$JTC = \frac{\frac{\text{unit}}{\text{tahun}}}{\text{unit}} \left\{ Rp + \frac{Rp}{m} + \frac{Rp}{\text{unit}} \left[\left(\frac{\text{unit}}{\text{tahun}} \text{hari} - \text{unit} \right) \cdot \Phi \left(\frac{\text{unit} - \frac{\text{unit}}{\text{tahun}} \text{hari}}{\sigma_L} \right) +$$

$$\frac{\text{unit}}{\text{tahun}} \text{hari} \phi_{\text{unit} - \frac{\text{unit}}{\text{tahun}} \text{hari}} \sigma_L + Rp / \text{unit} \text{tahun} \text{unit} 2 +$$

$$\text{unit} - \frac{\text{unit}}{\text{tahun}} \text{hari} + Rp / \text{unit} \text{tahun}$$

$$\frac{\text{unit}}{2} \left[m \left(1 - \frac{\frac{\text{unit}}{\text{tahun}}}{\frac{\text{unit}}{\text{tahun}}} \right) - 1 + \frac{2 \frac{\text{unit}}{\text{tahun}}}{\frac{\text{unit}}{\text{tahun}}} \right]$$

$$JTC = \frac{Rp}{\text{tahun}}$$

BAB IV

PENGUMPULAN DAN PENGOLAHAN DATA

4.1 Pengumpulan Data

Pengumpulan data merupakan penjelasan secara garis besar mengenai data perusahaan dan data yang nantinya digunakan dalam pengolahan data. Di dalam penelitian ini menggunakan dua perusahaan, yaitu pamanufaktur dan pembeli.

4.1.1 Perusahaan Pemanufaktur

4.1.1.1 Gambaran Umum Perusahaan

El-Rahma batik adalah perusahaan kecil menengah yang memproduksi macam-macam kerajinan batik, baik batik tulis, batik cap, maupun batik sablon dengan bahan prima, primis, doobby cina dan sutera. Perusahaan ini didirikan oleh bapak Agus Yahya dari tahun 1990. El-Rahma batik beralamat di Jl.Urip Sumoeharjo 197, Pekalongan, Jawa tengah.

Untuk membesarkan perusahaan, El-Rahma batik melakukan pengembangan-pengembangan, terutama pada peningkatan standar mesin, menjaga kualitas dan jadwal pengiriman pesanan. Agar produk yang dihasilkan benar-benar berkualitas, maka dalam melakukan proses produksinya perusahaan senantiasa menggunakan bahan baku yang berkualitas baik agar dapat memenuhi kepuasan pelanggan. Perusahaan El-Rahma Batik bertipe *make to order*. Saat ini El-Rahma batik melayani pesanan kerajinan batik seperti :

hem batik, kemeja batik, blus lengan pendek, blus lengan panjang, blus $\frac{3}{4}$, sarimbit, kain batik 2 meter, kain batik 4 meter, kain serat nanas, seprei batik, taplak meja batik, dan lain-lain. Selain penjualan tadi El-Rahma batik juga melayani pembuatan batik sesuai motif yang diinginkan, termasuk memasukkan logo atau lambang pada pakaian batik. Juga menerima pesanan seragam batik untuk perkantoran, keperluan perhotelan, pernikahan, sekolah, partai politik, dan lain-lain.

Sampai saat ini El-Rahma batik melibatkan tenaga kerja sebanyak 90 orang dengan rician dibagian produksi sebanyak 50, dan lainnya yang terdiri dari tenaga staff dan tenaga terampil serta bapak Agus sebagai pemimpin perusahaan, El-Rahma Batik menggunakan waktu kerja 5 hari dalam satu minggu. Mesin yang digunakan dalam proses produksi batik cap ini adalah mesin cap atau printing. El-Rahma Batik memiliki beberapa rekanan bisnis dalam memasarkan produksinya. Mitra bisnis El-Rahma sangat bervariasi dan banyak macamnya, baik dari took-toko grosir, butik, pengecer atau pelanggan perorangan dan sebagainya yang berasal di dalam kota maupun luar kota. Salah satu mitra kerja yang telah di jalin adalah dengan Titin Batik.

4.1.1.2 Data Tingkat Produksi Perusahaan Pemanufaktur

Data produksi blus lengan pendek tahun 2009 disajikan pada tabel berikut ini:

Tabel 4.1 Data Tingkat Produksi El-Rahma Blus Lengan Pendek 2009

Bulan	Tingkat Produksi (unit)
Januari	980
Februari	1080
Maret	950
April	1090

Bulan	Tingkat Produksi (unit)
Mei	1070
Juni	1170
Juli	1150
Agustus	950
September	1050
Oktober	1190
November	1130
Desember	1050
Jumlah	12860

$$\text{Rata-rata tingkat produksi} = \frac{12.860}{12} = 1.071,67 \text{ unit/bulan}$$

$$\text{Std. dev. tingkat produksi} = \sqrt{\frac{(1072 - 980)^2 + \dots + (1072 - 1050)^2}{12 - 1}} = 81,22 \text{ unit/bulan}$$

Pada Tabel 4.1 dimana jumlah produksi blus lengan pendek pada tahun 2009 adalah 12.860 unit. Sedangkan agregat produksi pada tahun 2009 adalah 76.760 unit. Perlu diketahui bahwa produk yang dihasilkan perusahaan ini adalah blus lengan pendek, kemeja batik, hem batik, blus lengan pendek, blus lengan panjang, blus 3/4 , serambit, kain serat nanas, dan lain-lain. Untuk mengetahui tingkat persentase nilai pada produksi produk blus lengan pendek digunakan pendekatan proporsi dari agregat produk.

$$\text{Proporsi produksi blus lengan pendek} = \frac{\text{total produksi blus lengan pendek}}{\text{agregat produksi}} \times 100$$

$$\text{Proporsi produksi blus lengan pendek} = \frac{12.860}{76.760} \times 100 = 16,75\%$$

4.1.1.3 Proporsi Biaya Setup Produksi Blus Lengan Pendek

a. Biaya tenaga kerja Blus Lengan Pendek

$$= 50 \text{ orang} \times \text{Rp. } 35.000/\text{orang/hari} \times 250 \text{ hari/tahun} \times 16,75\%$$

$$= \text{Rp. } 73.281.250/\text{tahun}$$

b. Biaya penggunaan bahan bakar mesin Blus Lengan Pendek

$$= 20 \text{ liter/hari} \times \text{Rp. } 4.500/\text{liter} \times 250 \text{ hari/tahun} \times 16,75\%$$

$$= \text{Rp. } 3.768.750/\text{tahun}$$

c. Biaya persiapan lain-lain:

$$1. \text{ Pelapisan lilin} = \text{Rp. } 15.000/\text{hari} \times 250 \text{ hari/tahun} \times 16,75\%$$

$$= \text{Rp. } 628.125,-/\text{ tahun}$$

$$2. \text{ Pelapisan warna} = \text{Rp. } 25.000/\text{hari} \times 250 \text{ hari/tahun} \times 16,75\%$$

$$= \text{Rp. } 1.046.875,-/\text{tahun}$$

$$\text{Total biaya setup} = (\text{Rp } 73.281.250/\text{tahun} + \text{Rp. } 3.768.750/\text{tahun} +$$

$$\text{Rp } 628.125,-/\text{ tahun} + \text{Rp } 1.046.875,-/\text{tahun}) \times 0,125$$

$$= \text{Rp. } 9.840.625,-/\text{tahun untuk blus lengan pendek}$$

$$\text{Biaya setup} = \frac{\text{biaya setup}}{\text{banyak setup/hari}}$$

$$\text{Biaya setup} = \frac{\text{Rp. } 9.840.625 / \text{tahun}}{2 \text{ setup/hari} \times 250 \text{ hari/tahun}}$$

$$\text{Biaya } \textit{setup} = \text{Rp. } 19.681/\textit{setup} \text{ untuk blus lengan pendek}$$

4.1.1.4 Proporsi Biaya Simpan Blus Lengan Pendek

a. Biaya listrik Blus Lengan Pendek

Total biaya listrik untuk blus lengan pendek per tahun :

$$12 \text{ bulan/tahun} \times \text{Rp } 700.000/\text{bulan} \times 16,75\% = \text{Rp } 1.407.000/\text{tahun}$$

b. Biaya pemeliharaan gudang untuk produk Blus Lengan Pendek

Total biaya pemeliharaan untuk blus lengan pendek per tahun :

$$12 \text{ bulan/tahun} \times \text{Rp } 10.500.000/\text{bulan} \times 16,75\% = \text{Rp } 21.105.000/\text{tahun}$$

c. Biaya keamanan satpam untuk produk Blues Lengan Pendek

$$12 \text{ bulan/tahun} \times 5 \text{ orang} \times \text{Rp } 950.000,-/\text{bulan/orang} \times 16,75\% = \text{Rp } 9.547.500/\text{tahun}$$

d. Beban bunga untuk Blues Lengan Pendek

$$\text{Rp } 31.500/\text{unit} \times 6,5\% /\text{tahun} = \text{Rp } 2.076 \text{ unit/tahun}$$

Total biaya simpan pada pemanufaktur adalah :

$$= \frac{\text{Rp } 1.407.000/\text{tahun} + \text{Rp } 21.105.000/\text{tahun} + \text{Rp } 9.547.500/\text{tahun}}{5625 \text{ unit}} + \text{Rp } 2.076 \text{ unit/}$$

tahun

$$\text{Biaya simpan pemanufaktur} = \text{Rp. } 7.747/\text{tahun}$$

4.1.1.5 Proporsi Biaya Transportasi Blues Lengan Pendek

Dalam pengiriman produk yang dilakukan oleh pemanufaktur ke pembeli adalah dengan menggunakan *pick-up*. *Pick-up* yang digunakan menggunakan bahan bakar minyak solar. Dalam hal ini diasumsikan total biaya transportasi dengan menggunakan bahan bakar minyak solar adalah Rp. 20.000/*trip*. Maka biaya transportasi hanya untuk produk Blues Lengan Pendek adalah sebagai berikut:

$$= \text{Rp } 20.000/\text{trip} \times 16,75\% = \text{Rp. } 3.350/\text{trip}$$

4.1.1.6 Panjang *Lead Time* Manufaktur (MLT)

Lead time manufaktur (MLT) adalah waktu dimana pembeli melakukan pemesanan hingga produk sampai ke tangan pembeli. MLT tersebut terdiri dari waktu *order* (PO), waktu persiapan bahan (menunggu material), waktu produksi, waktu transportasi. Total *lead time* manufaktur adalah 14 hari, dimana waktu order 3 hari, waktu

persiapan bahan 2 hari, waktu produksi antara 7 hingga 8 hari dan lama pengiriman adalah 1 hari.

4.1.2 Perusahaan Pembeli

4.1.2.1 Gambaran Umum Perusahaan

Titin Batik adalah sebuah perusahaan semacam butik, toko atau grosir yang memasarkan berbagai produk hasil kerajinan batik. Titin batik berdiri sejak tahun 2001, perusahaan ini didirikan oleh Ny. Titin Hardini dan mempunyai kurang lebih 20 orang karyawan. Perusahaan ini berpusat di Jl.Rogobayan Kedungwungi Timur, Pekalongan.. Perusahaan butik ini memiliki 3 cabang dalam memasarkan produk-produk kerajinan batik, yaitu di pasar grosir setono Pekalongan, pasar grosir garmer Pekalongan.

Untuk memenuhi kebutuhan konsumennya yang dari berbagai macam daerah, Titin batik memiliki banyak supplier dari bermacam-macam pengrajin batik dan perusahaan batik. Kebanyakan dari produk-produk kerajinan Titin batik berasal dari perusahaan El-Rahma batik. Frekuensi pengiriman biasanya dilakukan 12 kali dalam setahun. Produk-produknya antara lain seperti hem batik, kemeja batik, blus lengan pendek, blus lengan panjang, kain batik 2 meter, kain batik 4meter, serat nanas, seprei batik, taplak meja batik, sarung batik, selendang batik, jilbab batik, dan berbagai macam kerajinan batik lainnya.

4.1.2.2 Data Permintaan Perusahaan Pembeli

Adapun data permintaan pembeli selama tahun 2009 adalah sebagai berikut:

Tabel 4.2 Data Permintaan Titin Blus lengan pendek tahun 2009

Bulan	Volume Permintaan (unit)
Januari	488
Februari	450
Maret	560
April	610
Mei	575
Juni	610
Juli	570
Agustus	595
September	665
Oktober	632
November	610
Desember	670
Jumlah	7.035

$$\text{Rata-rata permintaan (2009)} = \frac{7035}{12} = 586,25 \text{ unit/bulan}$$

$$\text{Std. dev. permintaan (2009)} = \sqrt{\frac{(586,25 - 488)^2 + \dots + (586,25 - 670)^2}{12 - 1}} = 64,93 \text{ unit/bulan}$$

Total permintaan blus lengan pendek adalah 7.035 unit. Sedangkan agregat permintaan pada tahun 2009 adalah 37.500 unit yang terdiri dari blus lengan pendek, kemeja batik, hem batik dan lain-lain. Dengan cara yang sama dengan sebelumnya, untuk mengetahui tingkat persentase nilai pada permintaan produk blus lengan pendek, yaitu:

$$\text{Proporsi permintaan blus lengan pendek} = \frac{\text{total permintaan Blus}}{\text{agregat permintaan}} \times 100 \%$$

$$\text{Proporsi permintaan blus lengan pendek} = \frac{7035}{37500} \times 100 \% = 18,76\%$$

4.1.2.3 Proporsi Biaya Pesan Blus Lengan Pendek

Biaya pesan terdiri dari :

Biaya Telepon	= Rp 100.000,-/tahun
Biaya Faksimil	= Rp 100.000,-/tahun
Biaya Administrasi	= Rp 50.000,-/tahun
Total biaya pesan	= Rp 250.000,-/tahun
Pembebanan biaya pesan: total biaya pesan x 18,76%	= Rp 46.900,-/tahun
Biaya pesan = $\frac{\text{Rp. 46.900 /tahun}}{12 \text{ pesan/tahun}}$	= Rp. 3.908,-/pesan

4.1.2.4 Proporsi Biaya Simpan Blus Lengan Pendek

a. Biaya Listrik Blus Lengan Pendek

Total biaya listrik untuk blus lengan pendek per tahun :

$$12 \text{ bulan/tahun} \times \text{Rp } 700.000,-/\text{bulan} \times 18,76\% = \text{Rp } 1.575.840/\text{tahun}$$

b. Biaya Pemeliharaan Gudang untuk Blus Lengan Pendek

Total biaya pemeliharaan dan sewa gudang perusahaan per tahun :

$$12 \text{ bulan/tahun} \times \text{Rp } 5.500.000,-/\text{bulan} \times 18,76\% = \text{Rp } 12.381.600/\text{tahun}$$

c. Biaya Keamanan untuk Blus Lengan Pendek

$$12 \text{ bln/thn} \times 2 \text{ org} \times \text{Rp } 900.000,-/\text{org/thn} \times 18,76\% = \text{Rp } 4.052.160/\text{tahun}$$

d. Biaya bunga

$$\text{Rp } 40.500,-/\text{unit} \times 6,5\% /\text{tahun} = \text{Rp } 2.632 \text{ unit/tahun}$$

Total biaya simpan pada pembeli adalah :

$$= \frac{\text{Rp } 1.575.840/\text{tahun} + \text{Rp } 12.381.600/\text{tahun} + \text{Rp } 4.052.160/\text{tahun}}{2.315 \text{ unit}} + 2.632 \text{ unit/tahun}$$

$$= \text{Rp. } 10.412 \text{ unit/tahun}$$

$$\text{Biaya simpan pembeli} = \text{Rp. } 10.412/\text{unit/tahun}$$

4.1.2.5 Biaya *Backorder*

Cara untuk menentukan biaya *backorder* adalah dengan cara menghitung biaya *setup* produksi tambahan dan menghitung biaya *outsourcing* atau *joborder*, jika menggunakan sumber daya eksternal. Sedangkan jika menggunakan sumber daya dari dalam dengan menghitung biaya lembur atau *overtime*. Estimasi biaya *backorder* per unit dari perusahaan produsen untuk blus lengan pendek adalah Rp 10.000,- per unit.

Tabel 4.3 Rekapitulasi Data Parameter

Parameter	Satuan	Nilai
Volume permintaan (D)	unit/tahun	7.035
Rerataan volume permintaan (μ)	unit/bulan	586,25
Standar deviasi vol. permintaan (σ)	unit/bulan	64,93
Tingkat produksi (P)	unit/tahun	12.860
Biaya <i>setup</i> (S)	Rp/ <i>setup</i>	19.681
Biaya pesan (A)	Rp/pesan	3.908
Biaya <i>backorder</i> (C_s)	Rp/unit	10.000
Biaya simpan pemanufaktur (h_v)	Rp./unit/tahun	7.747
Biaya simpan pembeli (h_b)	Rp./unit/tahun	10.412
<i>Lead time</i> (L)	hari (tahun)	14 (0,056)
Biaya Transportasi (F)	Rp./ <i>trip</i>	3.350

4.2 Pengolahan Data

4.2.1 Perhitungan Peramalan

Berdasarkan data permintaan yang dikumpulkan pada saat penelitian, diketahui data berupa probabilistik, maka selanjutnya dilakukan peramalan untuk 1 tahun kedepan.

Beberapa ukuran akurasi peramalan yang umum digunakan misalnya: *Mean Absolute Deviation* (MAD), *Mean Square Error* (MSE), *Mean Absolute Percentage* (MAP) dan *Mean Absolute Percentage Error* (MAPE) serta *Tracking Signal* (TS). Dalam hal ini yang akan dijadikan alat akurasi peramalan adalah MAD, MSE dan TS.

Beberapa metoda peramalan yang digunakan dalam penelitian ini adalah *Moving Average* (MA), *Single Exponential Smoothing* (SES) dan *Linear Regression* (LR). Dengan menggunakan persamaan pada Gaspersz (2005), berikut perhitungannya:

4.2.1.1 *Moving Average* (MA)

Model peramalan *Moving Average* ini menggunakan rerataan bergerak dua (2) periode waktu. Tabel hasil peramalan dapat dilihat pada lembar lampiran.

4.2.1.2 *Single Exponential Smoothing* (SES)

Model peramalan *SES* ini menggunakan konstanta pemulusan (α). Konstanta pemulusan ini hanya memiliki nilai antara 0 dan 1, atau $0 < \alpha < 1$. Untuk menentukan nilai α , Gaspersz (2005) memberikan pedoman, yaitu: apabila data permintaan bergejolak, maka dapat ditentukan α mendekati 1, misal 0,9; 0,95; 0,99. Apabila permintaan tidak bergejolak, maka α dapat ditentukan 0,2; 0,15; 0,05 atau 0,01. Nilai α sebesar 0,40.

4.2.1.3 *Linear Regression* (LR)

Model LR ini dapat digunakan dengan menghitung *slope* dan *intercept*

$$\text{Slope}(b) = \frac{\sum t.A_t - n.\bar{t}(\bar{A}_t)}{\sum t^2 - n.\bar{t}^2}$$

$$\text{Intersep}(a) = \bar{A}_t - b.\bar{t}$$

Tabel 4.4 Perhitungan Regresi Linear

Bulan (t)	Data Aktual (A _t)	(t.A _t)	t ²
1.	488	488	1
2.	450	900	4
3.	560	1680	9
4.	610	2440	16
5.	575	2875	25
6.	610	3660	36
7.	570	3990	49
8.	595	4760	64
9.	665	5985	81
10.	632	6320	100
11.	610	6710	121
12.	670	8040	144
Jumlah	7035	47848	650

$$Slope(b) = \frac{\sum t.A_t - n.\bar{t}(\bar{A}_t)}{\sum t^2 - n.\bar{t}^2} = \frac{47848 - 12(6,5)(586,25)}{3987,33 - 12(6,5)^2} = 14,82867$$

$$Intersep(a) = (\bar{A}_t) - b.\bar{t} = 586,25 - 14,82(6,5) = 489,8636$$

4.2.1.4 Pemilihan Metoda

Dengan beberapa hasil diatas, maka dapat dibandingkan metoda tersebut, yaitu:

Tabel 4.5 Hasil Rekapitulasi Peramalan

Komponen		MA-2	SES	LR
Periode Peramalan	1.	640	638	683
	2.	640	638	697
	3.	640	638	712
	4.	640	638	727
	5.	640	638	742
	6.	640	638	757
	7.	640	638	772

	8.	640	638	786
	9.	640	638	801
	10.	640	638	816
	11.	640	638	831
	12.	640	638	846
MAD (Mean Absolute Deviation)		42,3	45,10	28,75
RSFE (Run Sum Forecast Error)		281	376,2	0
TS (Tracking Signal)		6,64	8,34	0,00
Keputusan		Tolak	Tolak	Terima

4.2.2 Perhitungan Kondisi Riil Perusahaan

Langkah 1 : Q kondisi riil

$$Q = 586,25$$

Langkah 2 : Dengan menggunakan Q , lanjut hitung $H(r)$, kemudian DL dan σ_L .

$$H(r) = \Phi\left(\frac{r - D_L}{\sigma_L}\right) = \frac{h_b Q}{C_s D} = \frac{10412(586,25)}{10000(7035)} = 0,0868$$

$$DL = \mu_D \left(\frac{L}{250}\right) = 586,25(0,056) = 32,83$$

$$\sigma_L = \sigma_L \sqrt{\frac{L}{250}} = 64,93 \sqrt{0,056} = 15,365$$

Langkah 3 : Jika nilai $H(r)$ telah diperoleh, maka tentukan nilai r dengan menggunakan fungsi Ms. Excel, yaitu:

$$\frac{r - DL}{\sigma_L} = \text{Normsinv}[H(r)] = 0,0058 = 1,361$$

Maka dapat ditentukan titik pesan optimal (r^*) = 53,74 unit

Hitung untuk $\varphi(r)$:

$$\varphi\left(\frac{r - DL}{\sigma_L}\right) = \text{Normdist}\left(\frac{r - DL}{\sigma_L}, 0,1,0\right) = 0,158$$

Langkah 4 : Untuk tiap (Q_i, r_i), kemudian hitung total biaya pada Pembeli (ETC_b).

$$ETC_b(Q, r) = \frac{D}{Q} \left\{ A + C_s \left[(DL - r) \cdot \Phi \left(\frac{r - DL}{\sigma_L} \right) + \sigma_L \phi \left(\frac{r - DL}{\sigma_L} \right) \right] \right\} + h_b \left(\frac{Q}{2} + r - DL \right)$$

$$ETC_b(Q, r) = \frac{7035}{586,25} \{ 3908 + 10000 [(32,83 - 53,74)(0,0108) + 15,365(0,158 + 10412586,252 + 53,74 - 32,83) \}$$

$$ETC_b(Q, r) = \text{Rp. } 3.390.288,78/\text{tahun}$$

Langkah 5 : Dengan solusi tersebut, hitung total biaya pada Pemanufaktur (ETC_v).

$$ETC_v = (S + F) \cdot \frac{D}{Q} + h_v \frac{Q}{2} \left(1 - \frac{D}{P} \right)$$

$$ETC_v = (19.681 + 3.350) \left(\frac{7035}{586,25} \right) + (7747) \frac{586,25}{2} \left(1 - \frac{7035}{12.860} \right)$$

$$ETC_v = \text{Rp. } 388.834,86/\text{tahun} + \text{Rp. } 1.028.583,39/\text{tahun}$$

$$ETC_v = \text{Rp. } 1.417.418,25/\text{tahun}$$

Langkah 6 : Hitung total biaya keseluruhan sistem, menjumlahkan ETC_b dan ETC_v .

$$= \text{Rp. } 3.390.288,78/\text{tahun} + \text{Rp. } 1.417.418,25/\text{tahun}$$

$$= \text{Rp. } 4.807.707,03/\text{tahun}$$

Tabel 4.6 Perhitungan Sistem Persediaan Kondisi Riil Perusahaan

Q^* (unit)	r^* (unit)	$ETC_b(Q^*, r^*)$				ETC_v				Total Biaya Sistem
		Bi. pesan	Bi. Simpan	Bi. Shortage	Total Bi. Pembeli	Bi. Setup	Bi. Simpan	Bi. Transportasi	Total Bi. Pemanufaktur	
586,25	53,74	46.896,00	3.269.751,88	73.640,90	3.390.288,78	348.634,86	1.028.583,39	40.200,00	1.417.418,25	4.807.707,03

4.2.3 Perhitungan Model Tanpa Koordinasi (Model 1)

Langkah 1 : Hitung $EOQ (Q_0)$

$$Q_0 = \sqrt{\frac{2AD}{h_b}} = \sqrt{\frac{2(3908)7035}{10412}} = 72,67$$

Langkah 2 : Dengan menggunakan Q_0 , hitung $H(r)$, kemudian DL dan σ_L .

$$H(r) = \Phi\left(\frac{r - DL}{\sigma_L}\right) = \frac{h_b Q_0}{C_s D} = \frac{10412(135,77)}{10000(7035)} = 0,0108$$

$$DL = \mu_D \left(\frac{L}{250}\right) = 586,25(0,056) = 32,83$$

$$\sigma_L = \sigma_L \sqrt{\frac{L}{250}} = 64,93\sqrt{0,056} = 15,365$$

Langkah 3 : Jika nilai $H(r)$ telah diperoleh, maka tentukan nilai r dengan menggunakan fungsi Ms. Excel, yaitu:

$$\frac{r - DL}{\sigma_L} = \text{Normsinv}[H(r)] = 0,0108 = 2,299$$

Maka dapat ditentukan titik pesan optimal (r^*) = 68,15 unit

Hitung untuk $\phi(r)$:

$$\phi\left(\frac{r - DL}{\sigma_L}\right) = \text{Normdist}\left(\frac{r - DL}{\sigma_L}, 0,1,0\right) = 0,028$$

Langkah 4 : Dengan diperoleh r_0 kemudian langkah selanjutnya hitung nilai Q_i .

$$Q_1 = \sqrt{\frac{2D \left\{ A + C_s \left[(DL - r) \cdot \Phi\left(\frac{r - DL}{\sigma_L}\right) + \sigma_L \phi\left(\frac{r - DL}{\sigma_L}\right) \right] \right\}}{h_b}}$$

$$Q_1 = \sqrt{\frac{2(7035) \{3908 + 10.000 [(32,83 - 15,365)(0,0108) + 15,365(0,028)]\}}{10412}}$$

$$Q_1 = 77,74 \text{ unit}$$

Langkah 5 : Ulangi langkah (2) – (4) hingga nilai Q dan r tidak berubah.

Iterasi 2

$$Q_2 = 78,12 \text{ unit}$$

$$r_2 = 67,73 \text{ unit}$$

Iterasi 3

$$Q_3 = 78,15 \text{ unit}$$

$$r_3 = 67,73 \text{ unit}$$

Iterasi 4

$$Q_4 = 78,15 \text{ unit}$$

$$r_4 = 67,73 \text{ unit}$$

Langkah 6 : Untuk tiap (Q_i, r_i) , kemudian hitung total biaya pada pembeli (ETC_b).

$$ETC_b(Q, r) = \frac{D}{Q} \left\{ A + C_s \left[(DL - r) \cdot \Phi \left(\frac{r - DL}{\sigma_L} \right) + \sigma_L \phi \left(\frac{r - DL}{\sigma_L} \right) \right] \right\} + h_b \left(\frac{Q}{2} + r - DL \right)$$

Iterasi 0

$$ETC_b(Q_0, r_0) = \text{Rp. } 1.179.070,67 \text{ /tahun}$$

Iterasi 1

$$ETC_b(Q_1, r_1) = \text{Rp. } 1.177.093,31 \text{ /tahun}$$

Iterasi 2

$$ETC_b(Q_2, r_2) = \text{Rp. } 1.177.082,90 \text{ /tahun}$$

Iterasi 3

$$ETC_b(Q_3, r_3) = \text{Rp. } 1.177.082,84 \text{ /tahun}$$

Iterasi 4

$$ETC_b(Q_4, r_4) = \text{Rp. } 1.177.082,84 \text{ /tahun}$$

Langkah 7 : Maka solusi optimal adalah Q^* , $r^* = \min TC_b(Q_i, r_i)$.

Hasil optimal adalah:

$$Q^* = 78,15 \text{ unit}$$

$$r^* = 67,73 \text{ unit}$$

Langkah 8 : Dengan solusi tersebut, hitung total biaya pada Pemanufaktur (ETC_v).

Dengan $m = 1$

$$ETC_v = S \cdot \frac{D}{Q \cdot m} + F \cdot \frac{D}{Q} + h_v \frac{Q}{2} \left[m \left(1 - \frac{D}{P} \right) - 1 + \frac{2D}{P} \right]$$

$$ETC_v$$

$$= 19681 \left(\frac{7035}{135,77} \right) + 3350 \left(\frac{7035}{135,77} \right) + (7747) \frac{78,15}{2} \left(1 - \frac{7035}{12680} \right)$$

$$ETC_v = \text{Rp. } 2.073.171,01 \text{ tahun} + \text{Rp. } 165.602,39 \text{ tahun} + \text{Rp.}$$

301.555,42

$$ETC_v = \text{Rp. } 2.540.389,82 \text{ tahun}$$

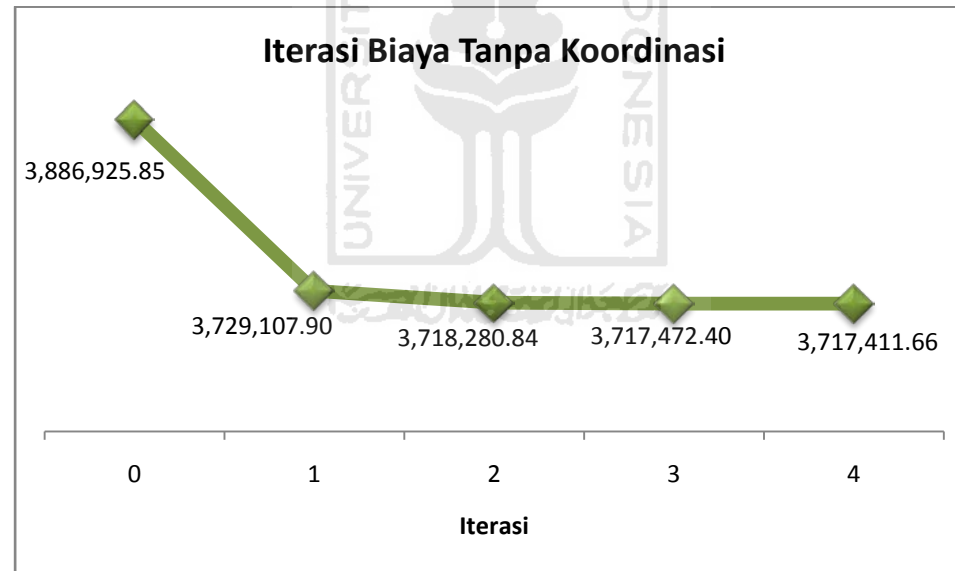
Langkah 9 : Hitung total biaya keseluruhan sistem, menjumlahkan ETC_b dan ETC_v .

$$= \text{Rp. } 1.177.082,84 \text{ tahun} + \text{Rp. } 2.540.389,82 \text{ tahun}$$

$$= \text{Rp. } 3.717.411,66/\text{tahun}$$

Tabel 4.7 Perhitungan Model Tanpa Koordinasi (Model 1)

Iterasi	Q^* (unit)	r^* (unit)	$ETC_b(Q^*, r^*)$				ETC_v				Total Biaya Sistem
			Bi. Pesan	Bi. Simpan	Bi. Shortage	Total Bi. Pembeli	Bi. Setup	Bi. Simpan	Bi. Transportasi	Total Bi. Pemanufaktur	
0	72,67	68,15	378.322,29	746.107,18	54.641,21	1.179.070,67	2.229.565,16	153.986,11	324.303,91	2.707.855,17	3.886.925,85
1	77,74	67,76	353.644,78	768.401,73	55.046,80	1.177.093,31	2.084.133,30	164.731,34	303.149,95	2.552.014,59	3.729.107,90
2	78,12	67,73	351.923,05	770.083,36	55.076,49	1.177.082,90	2.073.986,62	165.537,26	301.674,06	2.541.197,94	3.718.280,84
3	78,15	67,73	351.794,32	770.209,80	55.078,71	1.177.082,84	2.073.228,01	165.597,83	301.563,71	2.540.389,56	3.717.472,40
4	78,15	67,73	351.784,65	770.219,31	55.078,88	1.177.082,84	2.073.171,01	165.602,39	301.555,42	2.540.328,82	3.717.411,66



Gambar 4.1 Grafik Iterasi Model Tanpa Koordinasi

4.2.4 Perhitungan Model Dengan Koordinasi (Model 2)

Langkah 1 : Set $m = 1$ dan hitung $EOQ (Q_0)$

Untuk $m = 1$

$$Q_0 = \sqrt{\frac{2AD}{h_b}} = \sqrt{\frac{2(3908)7035}{10412}} = 72,67$$

Langkah 2 : Dengan menggunakan Q_0 , hitung $H(r)$, kemudian DL dan σ_L .

$$H(r) = \Phi\left(\frac{r - DL}{\sigma_L}\right) = \frac{h_b Q_0}{C_s D} = \frac{10412(135,77)}{10000(7035)} = 0,0108$$

$$DL = \mu_D \left(\frac{L}{250}\right) = 586,25(0,056) = 32,83$$

$$\sigma_L = \sigma_L \sqrt{\frac{L}{250}} = 64,93\sqrt{0,056} = 15,365$$

Langkah 3 : Jika nilai $H(r)$ telah diperoleh, maka tentukan nilai r dengan menggunakan fungsi Ms. Excel, yaitu:

$$\frac{r - DL}{\sigma_L} = \text{Normsinv}[H(r)] = 0,0058 = 2,299$$

Maka dapat ditentukan titik pesan optimal (r^*) = 71,65 unit

Hitung untuk $\varphi(r)$:

$$\varphi\left(\frac{r - DL}{\sigma_L}\right) = \text{Normdist}\left(\frac{r - DL}{\sigma_L}, 0, 1, 0\right) = 0,016$$

Langkah 4 : Dengan diperoleh r_0 kemudian langkah selanjutnya hitung nilai Q_i .

$$Q_1 = \sqrt{\frac{2D \left\{ F + A + \frac{S}{m} + C_s \left[(DL - r) \cdot \Phi\left(\frac{r - DL}{\sigma_L}\right) + \sigma_L \phi\left(\frac{r - DL}{\sigma_L}\right) \right] \right\}}{h_b + h_v \left[m \left(1 - \frac{D}{P} \right) - 1 + \frac{2D}{P} \right]}}$$

$$Q_1 = \sqrt{\frac{27035\left\{3350+3908+\frac{19681}{1}+10000[(32,83-15,365)\cdot 0,0108+15,365(0,028)]\right\}}{10412+7747\left[1\left(1-\frac{7035}{12860}\right)-1+\frac{2(7035)}{12860}\right]}}$$

$$Q_1 = 162,53 \text{ unit}$$

Langkah 5 : Ulangi langkah (2) – (4) hingga nilai Q dan r tidak berubah.

Iterasi 2

$$Q_2 = 164,95 \text{ unit}$$

$$r_2 = 63,10 \text{ unit}$$

Iterasi 3

$$Q_3 = 165,01 \text{ unit}$$

$$r_3 = 63,10 \text{ unit}$$

Iterasi 4

$$Q_4 = 165,02 \text{ unit}$$

$$r_4 = 63,10 \text{ unit}$$

Iterasi 5

$$Q_5 = 165,02 \text{ unit}$$

$$r_5 = 63,10 \text{ unit}$$

Langkah 6 : Hitung $JTC(Q, r, m)$.

$$JTC(Q, r, m) =$$

$$\frac{D}{Q} \left\{ A + \frac{S}{m} + F + C_s \left[(DL - r) \cdot \Phi \left(\frac{r - DL}{\sigma_L} \right) + \sigma_L \phi \left(\frac{r - DL}{\sigma_L} \right) \right] \right\} + h_b \left(\frac{Q}{2} + r - \right.$$

$$\left. \frac{DL + h_b Q}{2m} - DP - 1 + 2DP \right)$$

Iterasi 0

$$JTC(Q, r, m) = \text{Rp. } 3.886.925,85/\text{tahun}$$

Iterasi 1

$$JTC(Q, r, m) = \text{Rp. } 2.877.905,60/\text{tahun}$$

Iterasi 2

$$JTC(Q, r, m) = \text{Rp. } 2.875.507,26/\text{tahun}$$

Iterasi 3

$$JTC(Q, r, m) = \text{Rp. } 2.875.448,03/\text{tahun}$$

Iterasi 4

$$JTC(Q, r, m) = \text{Rp. } 2.875.446,36/\text{tahun}$$

Iterasi 5

$$JTC(Q, r, m) = \text{Rp. } 2.875.446,32/\text{tahun}$$

Langkah 7 : Set $m = m + 1$ dan ulangi langkah 2 hingga 7.

Untuk $m = 2$

Dengan cara yang sama seperti diatas, maka hasil untuk $m = 2$ adalah:

$$Q_4 = 118,33 \text{ unit}$$

$$r_4 = 65,22 \text{ unit}$$

$$JTC(Q, r, m) = \text{Rp. } 2.585.548,14/\text{tahun}$$

Langkah 8 : Jika $JTC(Q_m, r_m, m) \leq JTC(Q_{m-1}, r_{m-1}, m-1)$ ke langkah 7, jika tidak ke langkah 9.

Karena $JTC(m = 2) < JTC(m = 1)$ yaitu $\text{Rp. } 2.585.548,14/\text{tahun} < \text{Rp.}$

$2.875.446,32/\text{tahun}$ maka ke langkah 8.

Untuk $m = 3$

Dengan cara yang sama seperti diatas, maka hasil untuk $m = 3$ adalah:

$$Q_4 = 97,37 \text{ unit}$$

$$r_4 = 66,42 \text{ unit}$$

$$JTC(Q, r, m) = \text{Rp. } 2.459.460,56/\text{tahun}$$

Karena $JTC (m = 3) < JTC (m = 2)$ yaitu $\text{Rp. } 2.459.460,56/\text{tahun} < \text{Rp. } 2.585.548,14/\text{tahun}$ maka ke langkah 8.

Untuk $m = 4$

Dengan cara yang sama seperti diatas, maka hasil untuk $m = 4$ adalah:

$$Q_4 = 84,73 \text{ unit}$$

$$r_4 = 67,25 \text{ unit}$$

$$JTC(Q, r, m) = \text{Rp. } 2.491.731,97/\text{tahun}$$

Karena $JTC (m = 4) < JTC (m = 3)$ yaitu $\text{Rp. } 2.491.731,97/\text{tahun} > \text{Rp. } 2.459.460,56/\text{tahun}$ maka ke langkah 9.

Langkah 9 : Set $Q_m^*, r_m^*, m^* = Q_{m-1}, r_{m-1}, m-1$. Dimana hasil optimal adalah (Q_m^*, r_m^*, m^*) .

$$Q^* = 97,37 \text{ unit}, r^* = 66,42 \text{ unit dan } m^* = 3$$

Tabel 4.8 Perhitungan Model Dengan Koordinasi (Model 2) untuk $m = 1$

Ite-rasi	Q^* (unit)	r^* (unit)	$ETC_b(Q^*, r^*)$				ETC_v				Total Biaya Sistem
			Bi. Pesan	Bi. Simpan	Bi. Shortage	Total Bi. Pembeli	Bi. Setup	Bi. Simpan	Bi. Transportasi	Total Bi. Pemanufaktur	
0	72,67	68,15	378.322,29	746.107,18	54.641,21	1.179.070,67	2.229.565,16	153.986,11	324.303,91	2.707.855,17	3.886.925,85
1	162,53	63,20	169.159,52	1.162.303,27	60.142,24	1.391.605,04	996.907,09	344.387,23	145.006,24	1.486.300,56	2.877.905,60
2	164,95	63,10	166.678,13	1.173.893,37	60.258,84	1.400.830,35	982.283,53	349.514,23	142.879,16	1.474.676,91	2.875.507,26
3	165,01	63,10	166.609,28	1.174.220,07	60.262,11	1.401.091,47	981.877,76	349.658,67	142.820,13	1.474.356,56	2.875.448,03
4	165,02	63,10	166.607,34	1.174.229,29	60.262,21	1.401.098,83	981.866,32	349.662,74	142.818,47	1.474.347,53	2.875.446,36
5	165,02	63,10	166.607,28	1.174.229,55	60.262,21	1.401.099,04	981.866,00	349.662,86	142.818,42	1.474.347,28	2.875.446,32

Tabel 4.9 Perhitungan Model Dengan Koordinasi (Model 2) untuk $m = 2$

Ite-rasi	Q^* (unit)	r^* (unit)	$ETC_b(Q^*, r^*)$				ETC_v				Total Biaya Sistem
			Bi. Pesan	Bi. Simpan	Bi. Shortage	Total Bi. Pembeli	Bi. Setup	Bi. Simpan	Bi. Transportasi	Total Bi. Pemanufaktur	
0	72,67	68,15	378.322,29	746.107,18	54.641,21	1.179.070,67	1.114.782,58	281.487,05	324.303,91	1.720.573,54	2.899.644,21
1	116,99	65,29	235.009,84	947.021,63	57.707,03	1.239.738,49	692.491,26	453.141,98	201.454,19	1.347.087,43	2.586.825,92
2	118,29	65,22	232.424,15	953.080,81	57.784,34	1.243.289,31	684.872,15	458.183,12	199.237,70	1.342.292,97	2.585.582,27
3	118,33	65,22	232.347,12	953.263,49	57.786,66	1.243.397,28	684.645,17	458.335,03	199.171,66	1.342.151,86	2.585.549,14
4	118,33	65,22	232.344,80	953.269,00	57.786,73	1.243.400,54	684.638,32	458.339,61	199.169,67	1.342.147,60	2.585.548,14

Tabel 4.10 Perhitungan Model Dengan Koordinasi (Model 2) untuk $m = 3$

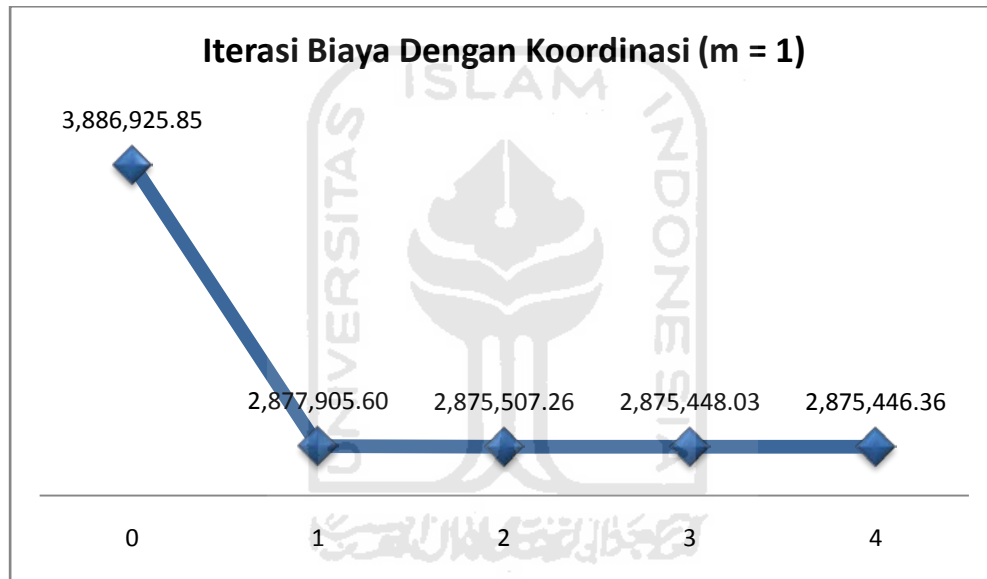
Ite-rasi	Q^* (unit)	r^* (unit)	$ETC_b(Q^*,r^*)$				ETC_v				Total Biaya Sistem
			Bi. Pesan	Bi. Simpan	Bi. Shortage	Total Bi. Pembeli	Bi. Setup	Bi. Simpan	Bi. Transportasi	Total Bi. Pemanufaktur	
0	72,67	68,15	378.322,29	746.107,18	54.641,21	1.179.070,67	635.087,08	408.987,99	324.303,91	1.368.378,98	2.547.449,65
1	96,64	66,46	284.485,40	853.293,95	56.417,69	1.194.197,03	477.563,73	543.891,79	243.865,43	1.265.320,94	2.459.517,97
2	97,35	66,42	282.425,39	856.505,93	56.465,20	1.195.396,52	474.105,60	547.858,93	242.099,55	1.264.064,09	2.459.460,61
3	97,37	66,42	282.364,34	856.601,87	56.466,62	1.195.432,83	474.003,13	547.977,37	242.047,23	1.264.027,73	2.459.460,56
4	97,37	66,42	282.362,52	856.604,73	56.466,66	1.195.433,92	474.000,07	547.980,91	242.045,66	1.264.026,64	2.459.460,56

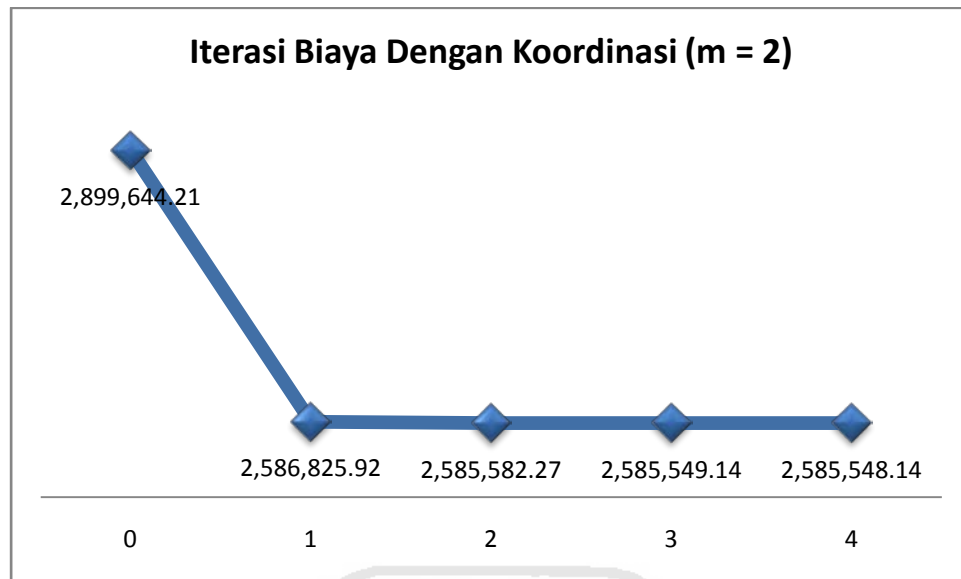
Tabel 4.11 Perhitungan Model Dengan Koordinasi (Model 2) untuk $m = 4$

Ite-rasi	Q^* (unit)	r^* (unit)	$ETC_b(Q^*,r^*)$				ETC_v				Total Biaya Sistem
			Bi. Pesan	Bi. Simpan	Bi. Shortage	Total Bi. Pembeli	Bi. Setup	Bi. Simpan	Bi. Transportasi	Total Bi. Pemanufaktur	
0	72,67	68,15	378.322,29	746.107,18	54.641,21	1.179.070,67	476.315,31	536.488,93	324.303,91	1.337.108,15	2.516.178,82
1	84,39	67,27	325.794,34	797.958,08	55.552,05	1.179.304,47	410.181,57	622.987,25	279.276,11	1.312.444,93	2.491.749,40
2	84,72	67,25	324.499,08	799.465,43	55.576,93	1.179.541,44	408.550,81	625.473,95	278.165,79	1.312.190,55	2.491.731,99
3	84,73	67,25	324.461,70	799.509,11	55.577,65	1.179.548,47	408.503,75	625.546,00	278.133,75	1.312.183,51	2.491.731,97
4	84,73	67,25	324.461,61	799.510,38	55.577,68	1.179.548,67	408.502,39	625.548,09	278.132,82	1.312.183,30	2.491.731,97

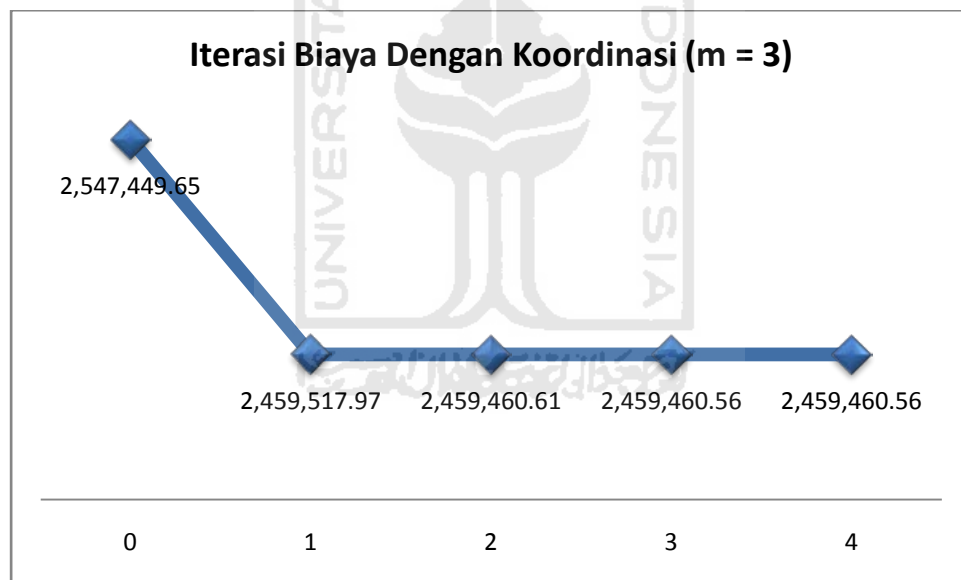
Tabel 4.12 Rekapitulasi Perhitungan Model Dengan Koordinasi (Keseluruhan)

m	Q^* (unit)	r^* (unit)	Total Bi. Pembeli (Rp./tahun)	Total Bi. Pemanufaktur (Rp./tahun)	Total Biaya Sistem (JTC) (Rp./tahun)
1	165,015	63,099	1401091,466	1.474.356,56	2.875.446,32
2	118,328	65,221	1243397,280	1.342.151,86	2.585.548,14
3	97,367	66,417	1195432,830	1.264.027,73	2.459.460,56
4	84,734	67,250	1179541,436	1.312.190,55	2.491.731,97

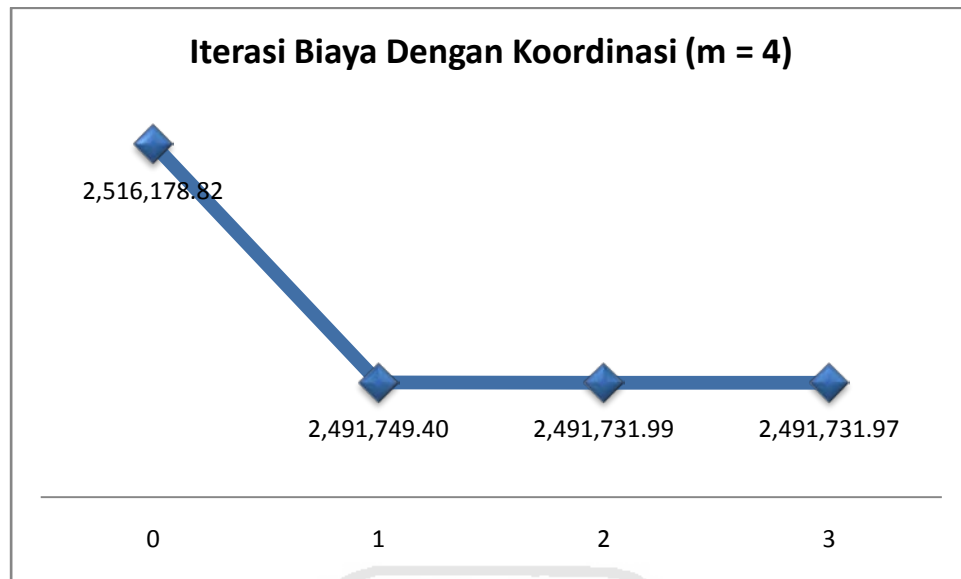
**Gambar 4.2** Grafik Iterasi Model Dengan Koordinasi untuk $m = 1$



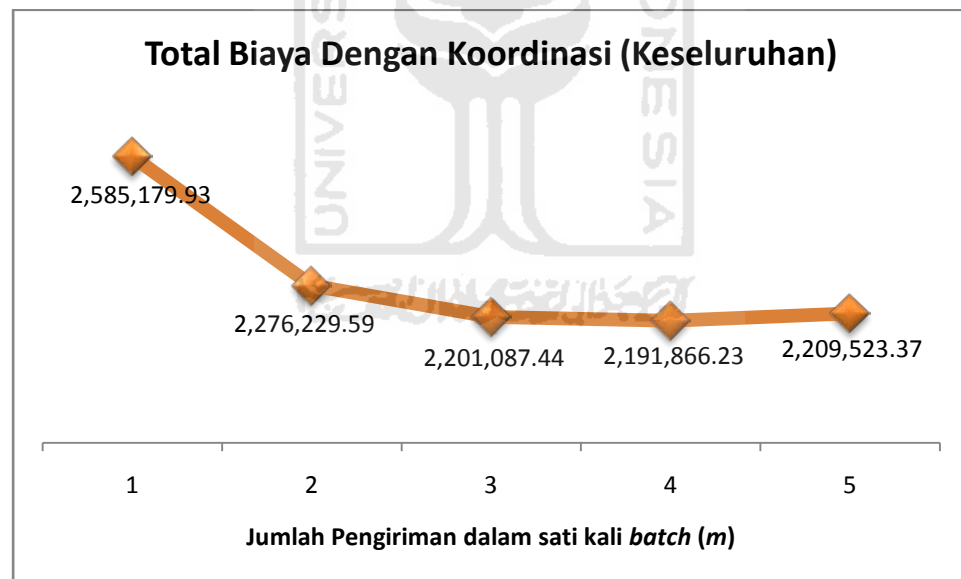
Gambar 4.3 Grafik Iterasi Model Dengan Koordinasi untuk $m = 2$



Gambar 4.4 Grafik Iterasi Model Dengan Koordinasi untuk $m = 3$



Gambar 4.5 Grafik Iterasi Model Dengan Koordinasi untuk $m = 4$



Gambar 4.6 Grafik Jumlah Pengiriman dalam satu kali *batch* (m) Pada Model Dengan Koordinasi

4.2.5 Perhitungan Frekuensi Pemesanan per-tahun (f)

Banyak pemesanan yang dilakukan oleh buyer terhadap pamanufaktur dapat di hitung dengan menggunakan dengan rumus berikut:

$$f = \frac{D}{Q_b}$$

Kondisi riil

$$f = \frac{D}{Q_b} = \frac{7035}{586,25} = 12 \text{ kali/tahun}$$

Artinya dalam setahun, perusahaan buyer melakukan pesanan sebanyak 12 kali kepada pamanufaktur.

Model tanpa koordinasi (Model 1)

$$f = \frac{D}{Q_b} = \frac{7035}{78} = 90 \text{ kali/tahun}$$

Artinya untuk memenuhi permintaan dalam setahun, perusahaan buyer melakukan pesanan sebanyak 90 kali kepada pamanufaktur.

Model dengan koordinasi (Model 2)

$$f = \frac{D}{Q_b} = \frac{7035}{72} = 97 \text{ kali/tahun}$$

Artinya untuk memenuhi permintaan dalam setahun, perusahaan buyer melakukan pesanan sebanyak 97 kali kepada pamanufaktur.

BAB V

PEMBAHASAN

Pada bab ini akan dibahas dan menganalisis semua hasil perhitungan pada bab sebelumnya, Berdasarkan dari pengolahan data sebelumnya, didapatkan hasil sebagai berikut:

5.1 Peramalan (*Forecasting*)

Metode peramalan di gunakan untuk mengetahui pola permintaan yang ada pada perusahaan produsen (*vendor*) selama satu tahun kedepan. Metode peramalan yang digunakan adalah rata-rata bergerak (*moving averages* = MA), pemulusan eksponensial (*single exponential smoothing* = SES) dan regresi linier (*linear regression* = LR).

MA yaitu menggunakan sejumlah data aktual permintaan yang baru untuk membangkitkan nilai ramalan untuk permintaan dimasa yang akan datang. MA akan efektif diterapkan apabila dapat mengasumsikan bahwa permintaan pasar terhadap produk akan tetap stabil sepanjang waktu.

SES bekerja hampir serupa dengan alat *thermostat*, dimana apabila kesalahan ramalan (*forecast error*) adalah positif, yang berarti nilai aktual permintaan lebih tinggi daripada nilai ramalan ($A-F > 0$), maka SES akan secara otomatis meningkatkan nilai ramalan. Sebaliknya apabila kesalahan ramalan adalah negatif yang berarti nilai aktual permintaan lebih rendah daripada nilai ramalan ($A-F < 0$), maka SES akan secara

otomatis menurunkan nilai ramalan. Proses penyesuaian ini berlangsung terus menerus, kecuali kesalahan ramalan telah mencapai 0.

LR dipergunakan sebagai model peramalan apabila pola historis dari data aktual permintaan menunjukkan adanya kecenderungan menaik ataupun dapat menurun yang bergerak dari waktu ke waktu membentuk sebuah garis lurus.

5.1.1 Hasil Peramalan Periode Bulan ke-13 s/d ke-24

Pada hasil peramalan dengan menggunakan metode MA didapatkan jumlah permintaan pada periode bulan ke 13 sebanyak 640 dan tidak berubah-ubah (konstan) sampai dengan periode ke 24. Pada hasil peramalan dengan menggunakan SES didapatkan jumlah permintaan pada periode bulan ke 13 sebanyak 638,475 dan tidak berubah-ubah (konstan) sampai dengan periode ke 24. Sedangkan pada hasil peramalan dengan menggunakan LR didapatkan jumlah permintaan pada periode bulan ke 13 sampai dengan periode bulan ke 24 berubah-ubah dan permintaan meningkat dari bulan ke bulan.

5.1.2 Analisis Grafik Aktual dan Ramalan

Tampak dari Gambar 4.1 pada hasil peramalan MA bahwa pola nilai ramalan tidak sesuai dengan pola historis dari data aktual permintaan, sehingga metoda peramalan berdasarkan MA tidak dipilih sebagai metoda yang tepat untuk menggambarkan pola permintaan, karena perubahan yang terjadi dari data tersebut cukup besar dan tidak stabil dari periode ke periode.

Sedangkan pada Gambar 4.3 pada hasil peramalan SES tampak bahwa pola nilai ramalan tidak sesuai dengan pola historis dari data aktual permintaan, sehingga model peramalan berdasarkan SES tidak dipilih sebagai metoda yang tepat untuk

menggambarkan pola permintaan, karena perubahan yang terjadi dari data tersebut cukup besar dan tidak stabil dari periode ke periode.

Kemudian tampak berbeda pada grafik Aktual dan Ramalan dengan metode LR, pada Gambar 4.5 tampak bahwa nilai ramalan sesuai dengan pola historis dari data aktual permintaan, sehingga model peramalan berdasarkan LR dapat dipilih sebagai metoda yang tepat, karena perubahan yang terjadi dari data tersebut tidak besar dan hampir stabil dari periode ke periode.

5.1.3 Kriteria Pemilihan Metode Peramalan (Validasi)

Kriteria yang digunakan untuk pemilihan metode yaitu dengan validasi antara aktual dan peramalan. Dalam hal ini validasi yang digunakan untuk pengukuran kesalahan adalah *tracking signal* (TS), *mean absolute deviation* (MAD) dan *running sum of the forecast error* (RSFE). Untuk nilai TS yang terkecil (mendekati 0) dan semua nilai TS berada dalam batas-batas pengendalian peta kendali. Berdasarkan Tabel 4.8 nilai dari TS dari ketiga metode peramalan tersebut yaitu MA = 6,64; SES = 8,34; dan LR = 0 kemudian untuk MAD ketiga metoda tersebut adalah MA = 42,3; SES = 45,10 dan LR = 28,75 dan nilai RSFE dari ketiga metode peramalan yaitu MA = 281, SES = 376,2,3 , LR = 0. Suatu metoda peralaman yang baik adalah memiliki nilai TS, MAD dan RSFE yang rendah. Dari ketiga metoda peramalan tersebut, yang memenuhi kriteria tersebut adalah metoda LR. Sehingga dalam hal ini disimpulkan bahwa metoda LR adalah metoda peramalan yang valid.

5.1.4 Tracking Signal (TS)

Pada Gambar 4.2 untuk metoda MA terlihat ada 5 periode yang di luar batas atas TS, yaitu: pada periode ke 8, 9, 10, 11, dan 12. Lalu pada Gambar 4.4 yang menggunakan metode SES terlihat ada 6 periode yang berada di luar TS, yaitu periode ke 7, 8, 9, 10, 11. Sedangkan pada Gambar 4.6 yang menggunakan metode LR tidak terlihat adanya titik yang keluar batas atas maupun batas bawah TS.

5.1.5 Kesimpulan Metode Yang Dipilih

Sehingga dengan menggunakan kriteria-kriteria yang telah dijelaskan sebelumnya, metode LR diputuskan untuk menerima sebagai metoda peramalan yang valid, sedangkan metoda yang lain, yaitu MA dan SES akan ditolak dari metoda peramalan.

5.2 Analisa Hasil Keputusan Optimal dan Total Biaya Serta Perbandingannya

Untuk melihat hasil terbaik dari ketiga sistem yakni kondisi riil, kondisi tanpa koordinasi, dan kondisi dengan koordinasi maka perlu adanya melakukan perbandingan. Variabel yang dibandingkan adalah Q , r , dan m serta total biaya sistem.

5.2.1 Analisa Hasil Keputusan Optimal Q_b^* , Q_v^* , r^* , dan m^*

Pada Tabel 5.1 akan terlihat perbandingan keputusan optimal antara kondisi sistem riil, model tanpa koordinasi dan model koordinasi. Pada kondisi riil, ukuran pemesanan optimal (Q^*) 586 unit dan titik pesan ulang optimal (r^*) adalah 54 unit dengan frekuensi pengiriman dalam satu kali $batch$ (m^*) = 1 kali. Kemudian pada model tanpa koordinasi pamanufaktur dan pembeli diperoleh bahwa (Q^*) = 78 unit dan (r^*) = 68 unit dengan (m^*) = 1 kali. Sedangkan pada model koordinasi pamanufaktur dan pembeli diperoleh bahwa

$(Q^*) = 97$ unit dan $(r^*) = 66$ unit dengan $(m^*) = 3$ kali. Pada Tabel 5.1 juga dapat dilihat nilai Q_v^* pada masing-masing kondisi, pada kondisi riil didapat nilai $Q_v^* = 586$ unit, lalu pada kondisi tanpa koordinasi diperoleh nilai $Q_v^* = 78$ unit, Kemudian pada model dengan koordinasi karena didapat $(m^*) = 3$, maka diperoleh pula nilai $Q_v^* = 290$ unit.

Tabel 5.1 Perbandingan Hasil Keputusan Ketiga Model

Model	Q_b^* (unit)	Q_v^* (unit)	r^* (unit)	m^* (kali)
Kondisi Riil	586	586	54	1
Tanpa Koordinasi	78	78	68	1
Koordinasi	97	291	66	3

5.2.2 Analisa biaya Pesan, Biaya Simpan dan Frekuensi Pemesanan per-tahun (F)

Pada tabel 5.2 akan terlihat bahwa biaya pesan pada model koordinasi adalah sebesar Rp. 379.511/tahun sehingga lebih besar dibanding dengan biaya pesan pada kondisi riil yaitu Rp. 46.896/tahun. Namun biaya simpan pada vendor dan buyer dengan model koordinasi jauh lebih kecil yaitu $h_b = \text{Rp. } 745.112/\text{tahun}$ dan $h_v = \text{Rp. } 534.808/\text{tahun}$, dibanding dengan biaya simpan vendor dan buyer pada kondisi riil yaitu sebesar $h_b = \text{Rp. } 3.269.752/\text{tahun}$ dan $h_v = \text{Rp. } 1.028.583/\text{tahun}$. Sehingga dengan model koordinasi, kedua perusahaan dapat mengurangi total biaya pada sistem. Kemudian didapat juga nilai frekuensi pemesanan dalam satu tahun (F) untuk kondisi riil adalah 12 kali/tahun, untuk kondisi tanpa koordinasi adalah 90 kali/tahun, dan untuk kondisi dengan koordinasi adalah 97 kali/tahun.

Tabel 5.2 Perbandingan biaya pesan, biaya simpan dan frekuensi

Model	A (Rp/tahun)	hb (Rp/tahun)	hv (Rp/tahun)	F (kali/tahun)
Kondisi Riil	46.896	3.269.752	1.028.583	12
Tanpa Koordinasi	351.794	770.209	165.597	90
Koordinasi	282.363	856.605	547.981	72

5.2.3 Analisa Hasil Total Biaya

5.2.3.1 Kondisi Riil dan Model Tanpa Koordinasi

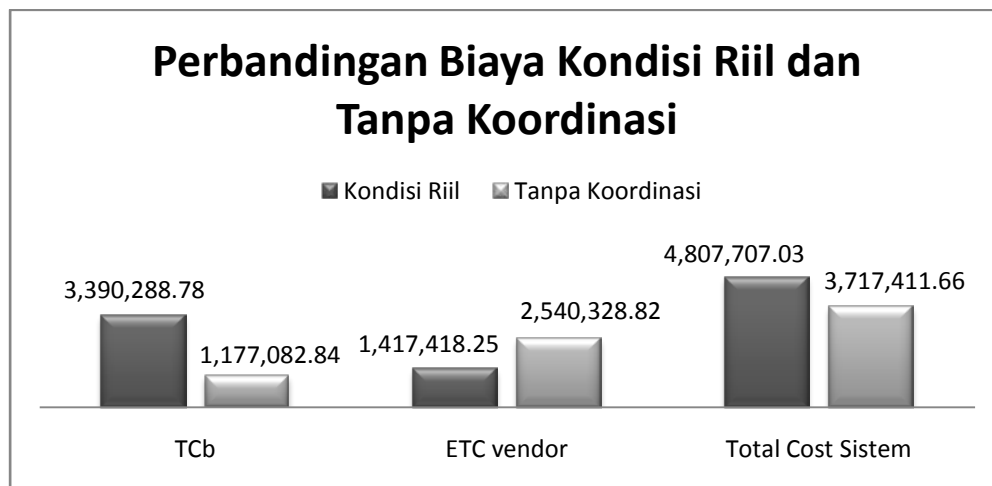
Pada total biaya sistem untuk model tanpa koordinasi jauh lebih kecil dibanding kondisi riil dengan selisih mencapai angka Rp. 1.090.295/tahun (22,68%). Dari Tabel 5.2 menunjukkan bahwa model tanpa koordinasi memberikan keuntungan pada pemanufaktur tetapi tidak menguntungkan untuk pembeli. Berikut adalah *saving* pada kedua kondisi:

$$= \frac{(\text{TC System Kondisi Riil} - \text{TC System Model Tanpa Koordinasi})}{\text{TC System Kondisi Riil}} \times 100$$

$$= \frac{(4.807.707 - 3.114.301)}{4.807.707} \times 100 = 22,68\%$$

Tabel 5.3 Perbandingan Antara Kondisi Riil dan Model Tanpa Koordinasi

Model	Total Bi. Pembeli (Rp./tahun)	Total Bi. Pemanufaktur (Rp./tahun)	Total Biaya Sistem (Rp./tahun)	Saving	
Kondisi Riil	3.390.289	1.417.418	4.807.707	1.090.295	22,68%
Tanpa Koordinasi	1.177.083	2.540.329	3.114.301		



Gambar 5.1 Perbandingan Antara Kondisi Riil dan Model Tanpa Koordinasi

5.2.3.2 Kondisi Riil dan Model Koordinasi

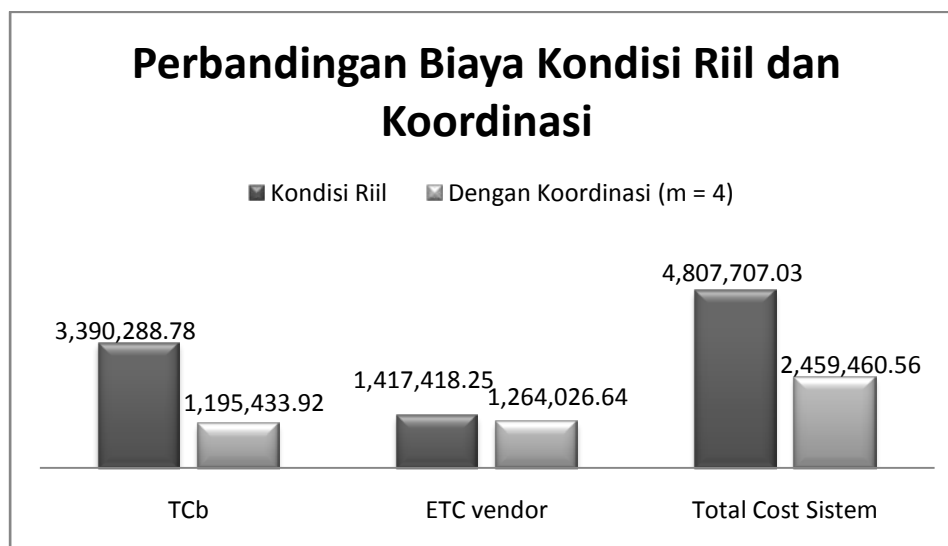
Jika perbandingan dilakukan pada kondisi riil dengan model dengan koordinasi, maka diperoleh hasil sebagai berikut: selisih/penghematan yang diperoleh kedua model ini mencapai Rp. 2.463.178/tahun (52,91%). Pada model koordinasi ini memberikan keuntungan untuk kedua belah pihak, yaitu pemanufaktur dan pembeli.

$$= \frac{(\text{TC System Kondisi Riil} - \text{JTC Model Dengan Koordinasi})}{\text{TC System Kondisi Riil}} \times 100$$

$$= \frac{(4.807.707 - 2.459.461)}{4.807.707} \times 100 = 48,84\%$$

Tabel 5.4 Perbandingan Antara Kondisi Riil dan Model Koordinasi

Model	Total Bi. Pembeli (Rp./tahun)	Total Bi. Pemanufaktur (Rp./tahun)	Total Biaya Sistem (Rp./tahun)	Saving	
Kondisi Riil	3.390.289	1.417.418	4.807.707	2.314.454	48,84%
Koordinasi	1.195.434	1.264.027	2.459.461		



Gambar 5.2 Perbandingan Antara Kondisi Riil dan Model Koordinasi

5.2.3.3 Model Tanpa Koordinasi dan Model Koordinasi

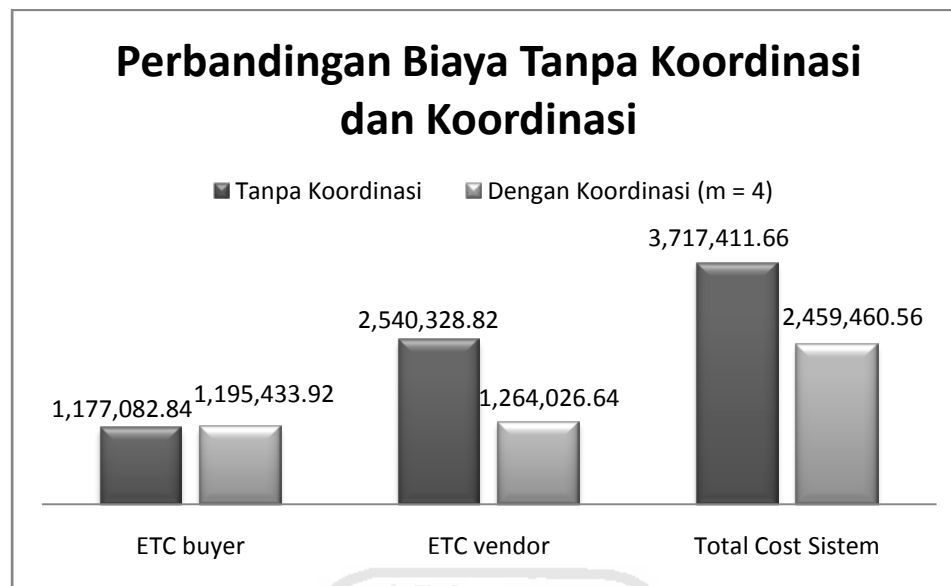
Perbandingan antara model tanpa koordinasi dan model koordinasi dilakukan. Hasil selisih/penghematan yang diperoleh kedua model ini mencapai Rp. 922.435/tahun (29,62%). Pada model koordinasi ini memberikan keuntungan untuk kedua belah pihak, yaitu pemanufaktur dan pembeli, dapat dilihat pada Tabel 5.4.

$$= \frac{(\text{TC Model Tanpa Koordinasi} - \text{JTC Model Dengan Koordinasi})}{\text{TC Model Tanpa Koordinasi}} \times 100$$

$$= \frac{(3.114.301 - 2.191.866)}{3.114.301} \times 100 = 29,62\%$$

Tabel 5.5 Perbandingan Antara Model Tanpa Koordinasi dan Model Koordinasi

Model	Total Bi. Pembeli (Rp./tahun)	Total Bi. Pemanufaktur (Rp./tahun)	Total Biaya Sistem (Rp./tahun)	Saving	
Tanpa Koordinasi	1.177.083	2.540.329	3.114.301	2.258.006	33,84%
Koordinasi	1.195.434	1.264.027	2.459.461		

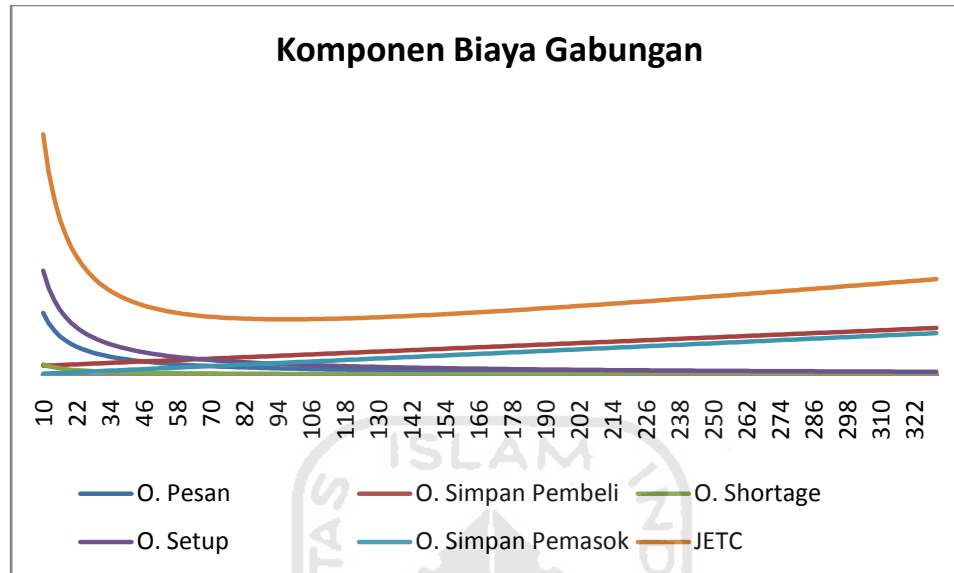


Gambar 5.3 Perbandingan Antara Model Tanpa Koordinasi dan Model Koordinasi

5.3 Analisa Sensitivitas Pada Model Dengan Koordinasi

Dari Gambar 5.4, dapat dianalisa bahwa pada komponen biaya pada pembeli yang terdiri dari biaya pesan, biaya simpan, biaya *shortage* adalah bahwa pada biaya pesan dan biaya *shortage* akan cenderung menurun dengan meningkatnya ukuran *lot* pesanan. Kemudian pada biaya simpan akan meningkat seiring dengan meningkatnya ukuran *lot* pesanan. Dari grafik tersebut, dapat dilihat titik optimal untuk Q_b^* adalah 97 unit. Hal ini membuktikan bahwa cara coba-coba ini hampir mendekati hasil optimal dari pendekatan analitik yang telah dibuktikan perhitungan pada bab IV, yaitu 96 unit. Kemudian dapat dilihat juga nilai JTC minimum pada tabel adalah Rp. 2.460.130, mendekati nilai yang ada pada perhitungan bab IV yaitu Rp. 2.459.461. Dari Gambar 5.4 tersebut juga menunjukkan bahwa pada biaya *setup* terjadi penurunan seiring meningkatnya ukuran *batch* produksi. Sedangkan pada biaya simpan justru akan meningkat. Dari gambar

tersebut, bahwa ukuran *batch* produksi adalah $Q_v = 3 Q_b = 3 \times 97,37 \text{ unit} = 292,11 \text{ unit}$, sedangkan pada tabel analisis sensitivitas di dapat nilai $Q_v = 288 \text{ unit}$.



Gambar 5.4 Grafik Analisis Sensitivitas Komponen Biaya Gabungan

BAB VI

KESIMPULAN DAN SARAN

6.1 Kesimpulan

Berdasarkan pembahasan, kesimpulan yang diambil dari penelitian ini di antaranya adalah:

1. Berdasarkan perbandingan hasil kondisi riil dan dengan koordinasi, maka model dengan koordinasi dapat diterapkan pada perusahaan dengan syarat memenuhi batasan masalah sesuai pada penelitian ini, dan juga dengan kondisi pola permintaan perusahaan yang probablistik berdasarkan kondisi tahun 2009.
2. Khusus untuk produk Blus Lengan Pendek, jumlah pesanan optimal (Q^*) berdasarkan data pada tahun 2009 adalah 97 unit, dan didapat titik pesan ulang optimal (r^*) adalah sebesar 66 unit.
3. Total biaya pada sistem dengan koordinasi berdasarkan data pada tahun 2009 adalah sebesar 2.459.461 Rp/tahun, sehingga jika dibandingkan dengan kondisi riil memiliki selisih sebesar 2.314.454 Rp/tahun. Artinya dengan menggunakan model integrasi, dapat meminimasi total biaya pada sistem, dengan tingkat penghematan untuk keseluruhan total biaya adalah 48,84%.

6.2 Saran

Saran yang dapat diberikan antara lain adalah:

1. Penelitian ini dapat dikembangkan lebih lanjut dengan menggunakan kasus yang berbeda, seperti dengan menggunakan lebih dari satu pamanufaktur dan dengan variable keputusan yang berbeda pula.
2. Penelitian ini dapat dikembangkan dengan mempertimbangkan proporsi produk cacat.



DAFTAR PUSTAKA

- Bahagia, Senator Nur, 2007, *pengantar teknik industri*, Diktat Kuliah: Teknik Manajemen Industri, Institut Teknologi Bandung, Bandung, 2007.
- Ben-Daya, M., and Hariga, M., (2004). "Integrated Single Vendor Single Buyer Model with Stochastic Demand and Variable Lead Time." *International Journal of Production Economic*, Vol. 92, pp. 75-80.
- Dorotea, Wahyu Ariani, 2004, *pengendalian kualitas statistik (pendekatan kuantitatif dalam manajemen kualitas)*, Yogyakarta, Andi.
- Hillier, F.S. dan Lieberman, G.J., 2005. *introduction to operations reseacrh 8th Edition*. McGraw-Hill Co.
- Monika., *An Integrated Inventory Model Involving Probabilistic Demand And Lead Time*. Tugas Akhir, Universitas Islam Indonesia, Yogyakarta, (tidak diterbitkan), 2010.
- Nasution, A. H., dan Prasetyawan, Y., (2008). *Perencanaan dan Pengendalian Produksi*. Yogyakarta, Penerbit: Graha Ilmu.
- Prima, Restinia R., *Integrated vendor buyer cooperative inventory models with stochastic demand using ouyang algorithm*. Tugas Akhir, Universitas Islam Indonesia, Yogyakarta, (tidak diterbitkan), 2008.
- Pujawan, N., (2005). *supply chain management*. Surabaya, Penerbit: Guna Widya.
- Purwaningrum, N., *Efisiensi Biaya Supply Chain Management Dengan Sistem Integrasi Multi Supplier Single Buyer* .
- Purwaningrum, N., *Efisiensi Biaya Supply Chain Management Dengan Sistem Integrasi Multi Supplier Single Buyer*. Tugas Akhir, Universitas Islam Indonesia, Yogyakarta, (tidak diterbitkan), 2008.

Tersine, R. J., *Principles of Inventory and Materials Management*. Fourth Edition.
Prentice-Hall, Inc. New Jersey, 1994.

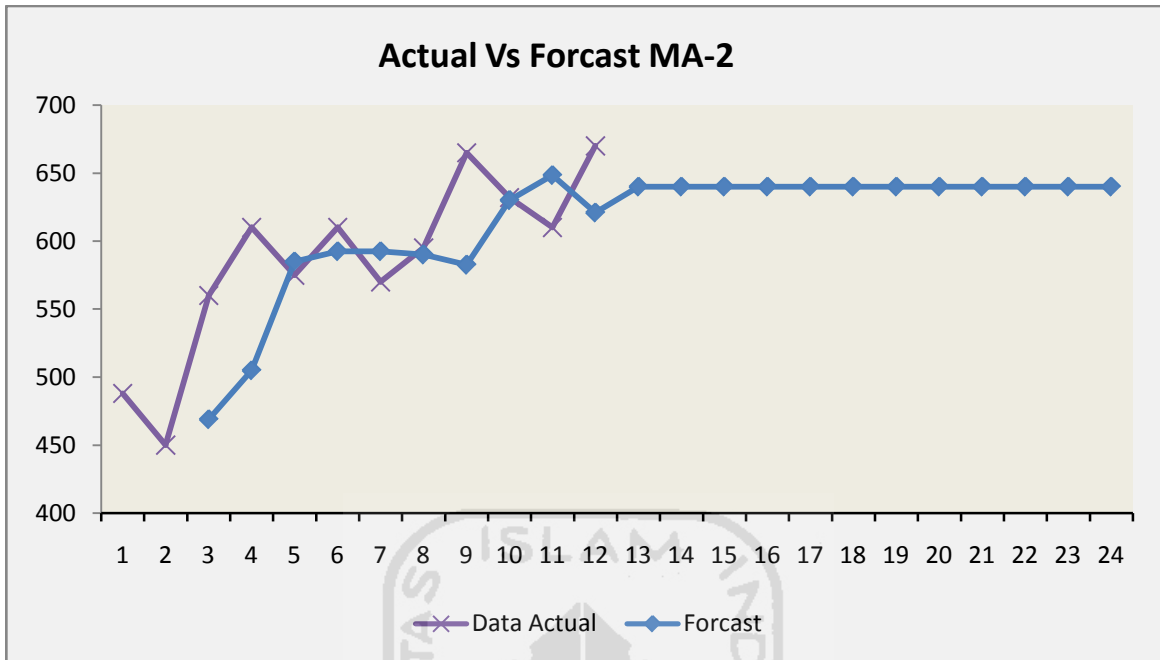


LAMPIRAN

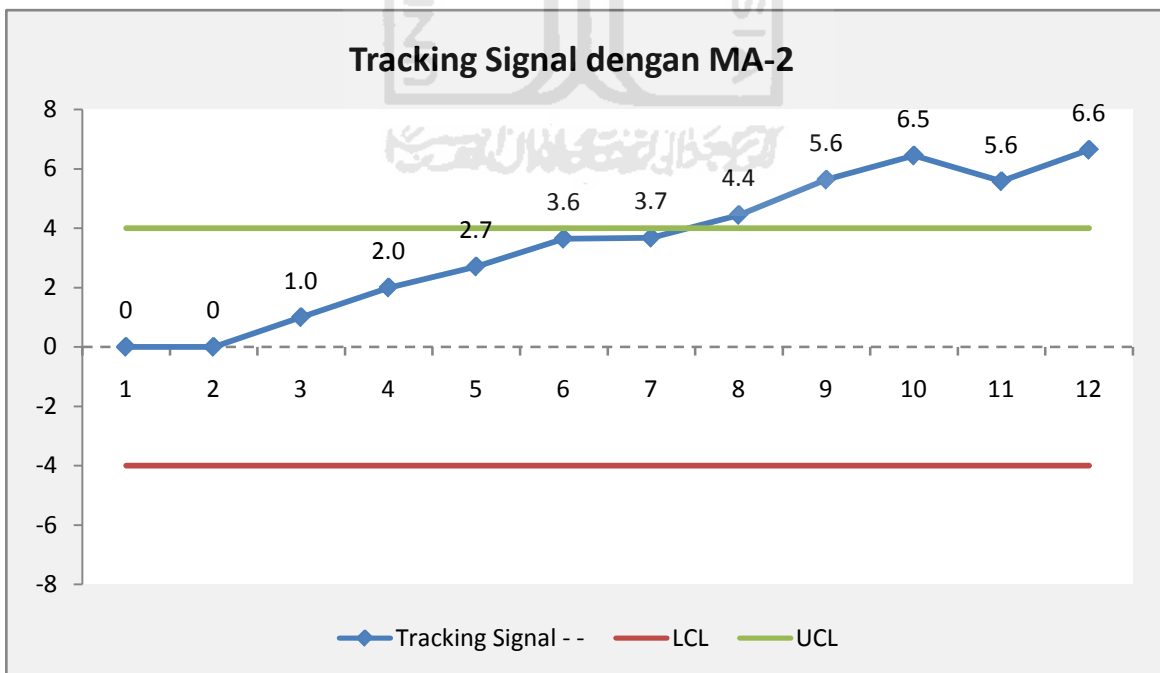
1. Hasil Peramalan dengan MA-2

Bulan (1)	Data Aktual, At (2)	Forecast, Ft (3)	Error, E = A-F (4) = (3)-(2)	RSFE (5) = Kumulatif dari (4)	Absolut Error (6) = Absolut dari (4)	Kumulatif Absolut Error (7) = Kumulatif (6)	MAD (8) = (7) / (1)	Tracking Signal (9) = (5) / (8)
1	488	-	-	-	-	-	-	-
2	450	-	-	-	-	-	-	-
3	560	469	91	91	91	91	91	1.00
4	610	505	105	196	105	196	98	2.00
5	575	585	-10	186	10	206	68.66	2.71
6	610	592.5	17.5	203.5	17.5	223.5	55.875	3.64
7	570	592.5	-22.5	181	22.5	246	49.2	3.68
8	595	590	5	186	5	251	41.83	4.45
9	665	582.5	82.5	168.5	82.5	333.5	47.64	5.64
10	632	630	2	270.5	2	335.5	41.93	6.45
11	610	648.5	-38.5	232	38.5	374	41.55	5.58
12	670	621	49	281	49	423	42.3	6.64
13	-	640	-	-	-	-	-	-
14	-	640	-	-	-	-	-	-
15	-	640	-	-	-	-	-	-
16	-	640	-	-	-	-	-	-
17	-	640	-	-	-	-	-	-
18	-	640	-	-	-	-	-	-
19	-	640	-	-	-	-	-	-
20	-	640	-	-	-	-	-	-
21	-	640	-	-	-	-	-	-
22	-	640	-	-	-	-	-	-
23	-	640	-	-	-	-	-	-
24	-	640	-	-	-	-	-	-

2. Grafik Hasil Peramalan dengan MA-2



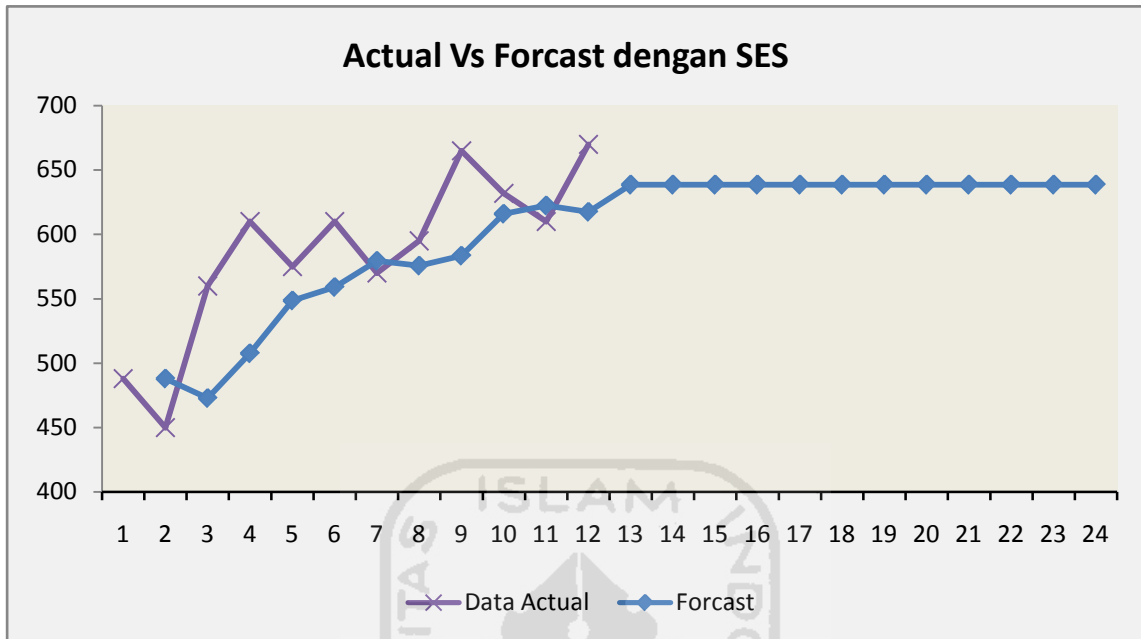
3. Grafik *Tracking Signal* dengan MA-2



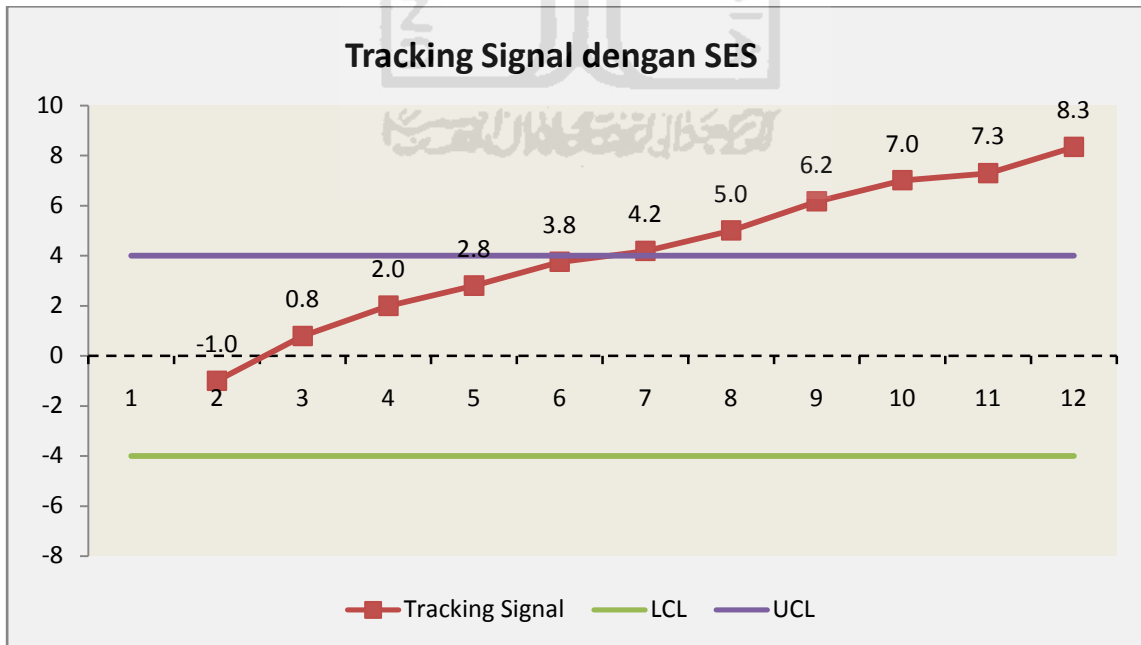
4. Hasil Peramalan dengan SES

Bulan (1)	Data Aktual, At (2)	Forecast, Ft (3)	Error, E = A-F (4) = (3)-(2)	RSFE (5) = Komulatif dari (4)	Absolut Error (6) = Absolut dari (4)	Kumulatif Absolut Error (7) = Komulatif (6)	MAD (8) = (7) / (1)	Tracking Signal (9) = (5) / (8)
1	488	-	-	-	-	-	-	-
2	450	488	-38	-38	38	38	38.00	-1.00
3	560	472.8	87.2	49.2	87.2	125.2	62.60	0.79
4	610	507.68	102.32	151.52	102.32	227.52	75.84	8.00
5	575	548.608	26.392	177.912	26.392	253.912	63.48	2.80
6	610	559.165	50.8352	228.7472	50.8392	304.7472	60.95	3.75
7	570	579.499	-9.49888	219.2489	9.49888	314.2461	52.37	4.19
8	595	579.699	19.30067	238.549	19.30067	333.5468	47.65	5.01
9	665	583.42	81.5804	320.1294	81.5804	415.1272	51.89	6.17
10	632	616.052	15.94824	336.0776	15.94824	431.0754	47.90	7.02
11	610	622.431	-12.4311	323.6466	12.43105	443.5065	44.35	7.30
12	670	617.475	52.54137	376.1879	52.54137	496.0478	45.10	8.34
13	-	638.475	-	-	-	-	-	-
14	-	638.475	-	-	-	-	-	-
15	-	638.475	-	-	-	-	-	-
16	-	638.475	-	-	-	-	-	-
17	-	638.475	-	-	-	-	-	-
18	-	638.475	-	-	-	-	-	-
19	-	638.475	-	-	-	-	-	-
20	-	638.475	-	-	-	-	-	-
21	-	638.475	-	-	-	-	-	-
22	-	638.475	-	-	-	-	-	-
23	-	638.475	-	-	-	-	-	-
24	-	638.475	-	-	-	-	-	-

5. Grafik Hasil Peramalan dengan SES



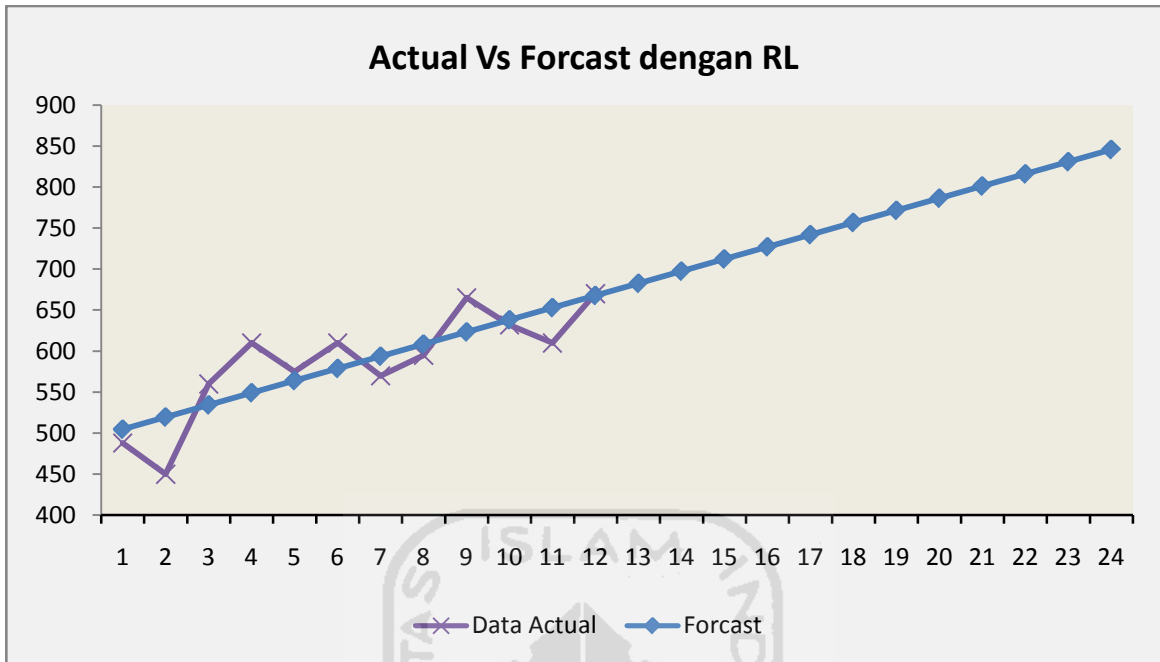
6. Grafik Tracking Signal dengan SES



7. Hasil Peramalan dengan LR

Bulan (1)	Data Aktual, At (2)	Forecast, Ft (3)	Error, E = A-F (4) = (3)-(2)	RSFE (5) = Kumulatif dari (4)	Absolut Error (6) = Absolut dari (4)	Kumulatif Absolut Error (7) = Kumulatif (6)	MAD (8) = (7) / (1)	Tracking Signal (9) = (5) / (8)
1	488	504.6923	-16.6923	-16.69231	16.6923	16.6923	16.6923	-1.00
2	450	519.521	-69.521	-86.21329	69.521	86.21329	16.69831	-2.00
3	560	53.3497	25.65035	-60.56294	25.65035	111.8636	37.28788	-1.62
4	610	549.1783	60.82168	0.258741	60.82168	172.6853	36.73566	0.01
5	575	564.007	10.99301	11.25175	10.99301	183.6783	35.80711	0.31
6	610	578.8357	31.16434	42.41608	31.16434	214.8427	36.73566	1.18
7	570	593.6643	-23.6643	18.75175	23.6643	238.507	34.0711	0.55
8	595	608.493	-13.493	5.258741	13.493	252	31.5	0.17
9	665	623.3217	41.67832	46.93706	41.67832	293.6783	32.63092	1.44
10	632	638.1503	-6.15035	40.78671	6.15035	299.8287	29.98287	1.36
11	610	652.979	-42.979	-2.192308	42.979	342.8077	31.16434	-0.07
12	670	667.8077	2.192308	-1.71E-13	2.192308	345	28.75	0.00
13	-	682.6364	-	-	-	-	-	-
14	-	697.465	-	-	-	-	-	-
15	-	712.2937	-	-	-	-	-	-
16	-	727.1224	-	-	-	-	-	-
17	-	741.951	-	-	-	-	-	-
18	-	756.7797	-	-	-	-	-	-
19	-	771.6084	-	-	-	-	-	-
20	-	786.4371	-	-	-	-	-	-
21	-	801.2657	-	-	-	-	-	-
22	-	816.0944	-	-	-	-	-	-
23	-	830.9231	-	-	-	-	-	-
24	-	845.7517	-	-	-	-	-	-

8. Grafik Hasil Peramalan dengan LR



9. Grafik *Tracking Signal* dengan LR

