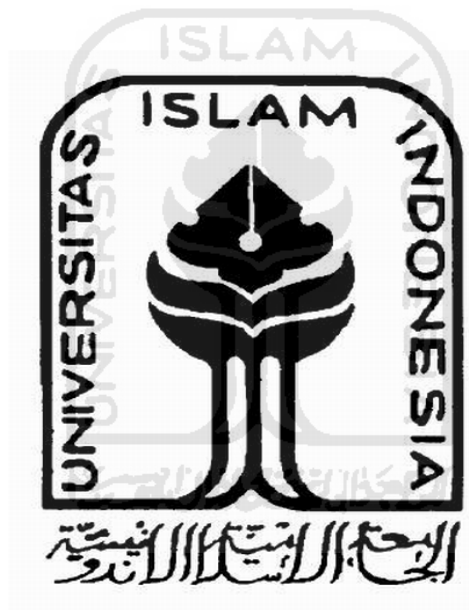


TUGAS AKHIR

MODEL PENENTUAN UKURAN LOT GABUNGAN DALAM SISTEM RANTAI PASOK DENGAN *FUZZY* PERMINTAAN DAN *FUZZY LEAD TIME*

(Studi Kasus: CV. Batik Indah Rara Djonggrang, Yogyakarta)

**Diajukan Sebagai Salah Satu Syarat Untuk Melaksanakan Tugas Akhir
Pada Jurusan Teknik Industri**



Oleh

Nama : Renky Aquinaldo

No. Mahasiswa : 06 522 135

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

2011

**MODEL PENENTUAN UKURAN LOT GABUNGAN DALAM
SISTEM RANTAI PASOK DENGAN *FUZZY* PERMINTAAN
DAN *FUZZY LEAD TIME***

(Studi Kasus: CV. Batik Indah Rara Djonggrang, Yogyakarta)

**Diajukan Sebagai Salah Satu Syarat Untuk Melaksanakan Tugas Akhir
Pada Jurusan Teknik Industri**



Oleh

Nama : Renky Aquinaldo

No. Mahasiswa : 06 522 135

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

2011



Pesona Batik Asli
Batik Indah
RARADJONGGRANG
Jl. Tirtodipuran 6A (18) Telp. (0274) 375209 Hunting
Fax : (0274) 378653 Yogyakarta 55143 - INDONESIA
batik_raradjonggrang@yahoo.com contact@batikraradjonggrang.com

EXPORTER BATIK FACTORY AND ART SHOP EXPORTER BATIK FACTORY AND ART SHOP EXPORTER BATIK FACTORY AND ART SHOP

SURAT KETERANGAN
Nomor : 082/RD – PMB.03/05/11

Yang bertandatangan dibawah ini :

Nama : Gati Anditya Purnama,SE
Jabatan : Manager

Menerangkan bahwa mahasiswa yang tersebut dibawah ini :

Nama : Renky Aquinaldo
NIM : 06522135
Jurusan : Teknik Industri
Fakultas : Teknologi Industri
Universitas Islam Indonesia Yogyakarta

Telah mengadakan penelitian di CV. Batik Indah Rara Djonggrang mulai bulan Maret 2011 – April 2011 untuk memperoleh data penyusunan Tugas Akhir.

Demikian surat keterangan ini kami buat, mohon dipergunakan sebagaimana mestinya.

Yogyakarta, 11 Mei 2011



Gati Anditya Purnama,SE
Manager

LEMBAR 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 ini tidak benar dan melanggar peraturan yang sah dalam karya tulis dan hak intelektual, saya bersedia ijazah yang telah saya terima untuk ditarik kembali oleh Universitas Islam Indonesia.

Yogyakarta, 13 Juni 2011



Renky Aquinaldo

06 522 135

LEMBAR PENGESAHAN PEMBIMBING

**MODEL PENENTUAN UKURAN LOT GABUNGAN DALAM SISTEM
RANTAI PASOK DENGAN *FUZZY* PERMINTAAN DAN *FUZZY LEAD*
*TIME***

(Studi Kasus: CV. Batik Indah Rara Djonggrang, Yogyakarta)



Yogyakarta, 13 Juni 2011

Dosen Pembimbing

Ir. Elisa Kusrini, MT

LEMBAR PENGESAHAN PENGUJI

**MODEL PENENTUAN UKURAN LOT GABUNGAN DALAM SISTEM
RANTAI PASOK DENGAN FUZZY PERMINTAAN DAN FUZZY LEAD TIME
(Studi Kasus: CV. Batik Indah Rara Djonggrang, Yogyakarta)**

TUGAS AKHIR

Oleh
Nama : Renky Aquinaldo
No. Mahasiswa : 06 522 135

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

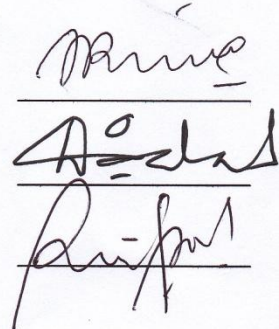
Yogyakarta, 29 Juli 2011

Tim Penguji

Ir. Elisa Kusrini, MT.
Ketua

Drs. H. R. Abdul Djalal, MM.
Anggota I

Muhammad Ridwan Andi P., ST., M.Sc., Ph.D
Anggota II



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



Drs. H. M. Ibnu Mastur, MSIE

11/8/2011

LEMBAR PERSEMBAHAN

Skripsi sederhana ini dengan penuh rasa ikhlas

Ku persembahkan kepada yang tercinta :



Bapak Syaiful Yahid (Ebak) dan Ibu Ida Surida (Umak) tercinta,

kakak-kakak ku dan adik-adik ku tersayang,

Serta sahabat terbaik ku selama ini Sinta Dewi

Terima kasih untuk semua cinta, kasih dan dukungannya selama ini.

LEMBAR MOTTO

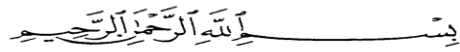
لَهُ مُعَقِّبَاتٌ مِّنْ بَيْنِ يَدَيْهِ وَمِنْ خَلْفِهِ يَحْفَظُونَهُ مِنْ أَمْرِ اللَّهِ إِنَّ
اللَّهَ لَا يُغَيِّرُ مَا بِقَوْمٍ حَتَّىٰ يُغَيِّرُوا مَا بِأَنْفُسِهِمْ وَإِذَا أَرَادَ اللَّهُ بِقَوْمٍ
سُوءًا فَلَا مَرَدَ لَهُ وَمَا لَهُمْ مِّنْ دُونِهِ مِنْ وَالٍ ﴿١١﴾

Bagi manusia ada malaikat-malaikat yang selalu mengikutinya bergiliran, di muka dan di belakangnya, mereka menjaganya atas perintah Allah. Sesungguhnya Allah tidak merubah keadaan suatu kaum sehingga mereka merubah keadaan yang ada pada diri mereka sendiri. Dan apabila Allah menghendaki keburukan terhadap suatu kaum, maka tak ada yang dapat menolaknya; dan sekali-kali tak ada pelindung bagi mereka selain Dia. (QS. 13:11)

إِنَّ مَعَ الْعُسْرِ يُسْرًا ﴿٦﴾

Sesungguhnya sesudah kesulitan itu ada kemudahan. (QS. 94:6)

KATA PENGANTAR



Assalamu'alaikum Wr, Wb.

Alhamdulillah, puji dan syukur kami panjatkan kehadiran Allah SWT, atas rahmat dan petunjuk-Nya. Serta junjungan kita Nabi Besar Muhammad S.A.W yang telah membawa kita dari zaman kegelapan hingga zaman yang terang benderang ini, sehingga penulis dapat menyelesaikan penyusunan Tugas Akhir yang berjudul “ Model Penentuan Ukuran Lot Gabungan Dalam Sistem Rantai Pasok Dengan *Fuzzy* Permintaan Dan *Fuzzy Lead Time* “.

Syukur Alhamdulillah berkat kebesaran dan izin-Nya penulis dapat menyelesaikan penyusunan skripsi ini guna memenuhi persyaratan memperoleh Gelar Sarjana (S1) Jurusan Teknik Industri Fakultas Teknologi Industri, Universitas Islam Indonesia.

Dengan segala kemauan dan kemampuan yang penulis miliki, Skripsi ini dapat selesai seperti yang diharapkan oleh penulis sendiri. Namun keberhasilan ini tidak terlepas dari bantuan berbagai pihak baik langsung maupun tidak langsung. Untuk itu penulis mengucapkan dengan tulus rasa terima kasih kepada :

1. Dekan Fakultas Teknologi Industri Universitas Islam Indonesia.
2. Ketua Jurusan Teknik Industri, Universitas Islam Indonesia.
3. Ibu Ir. Elisa Kusrini, MT., selaku dosen pembimbing tugas akhir, terimakasih atas bimbingan dan masukannya.

4. Pimpinan Perusahaan CV. Batik Indah Rara Djonggrang Yogyakarta yang telah memberikan ijin dalam melaksanakan penelitian.
5. Kedua orang tua ku tercinta, kakak-kakak ku, adik-adik ku dan keluarga besar yang selalu memberikan dukungan baik secara moril dan spiritual sehingga tugas akhir ini dapat terselesaikan.
6. Sahabat, teman-teman dan semua pihak yang tidak dapat penulis sebutkan satu persatu yang telah memberikan doa, dukungan serta bantuannya selama penyusunan tugas akhir ini.

Penulis sadar bahwa dalam skripsi ini masih banyak kekurangan dan jauh dari kualitas yang sesungguhnya. Untuk itu penulis mengharapkan masukan baik kritik maupun saran yang bersifat membangun. Agar penulisan selanjutnya dapat lebih dipertanggung jawabkan. Penulis mengharapkan skripsi ini dapat lebih bermanfaat bagi kawan-kawan di Universitas Islam Indonesia terutama Jurusan Teknik Industri.

Wassalamuallaikum Wr. Wb.

Yogyakarta, 13 Juni 2011

Penulis

ABSTRAK

Persaingan yang semakin kompetitif menuntut perusahaan untuk dapat memenuhi permintaan pasar dengan tepat, baik dari segi ukuran, waktu dan jumlah produksi. Pada manajemen persediaan konvensional, permasalahan persediaan untuk pamanufaktur dan pembeli dikelola secara independent, sehingga hasil perhitungan persediaan untuk pamanufaktur tidak sama dengan hasil perhitungan persediaan untuk pembeli. Selain itu, pada CV. Batik Indah Rara Djonggrang tingkat permintaan dan Lead Time berada dalam kondisi ketidakpastian (Uncertainty). Untuk mengatasi permasalahan tersebut maka dapat dengan mengkombinasikan antara model Joint Economic Lot Size (JELS) dengan pendekatan logika Fuzzy, yaitu Fuzzy segitiga. Dari hasil penelitian didapat bahwa jumlah pemesanan optimal pada model sebelum penggabungan sebanyak 2,9 unit, model sesudah penggabungan sebanyak 2,46 unit dan kondisi real sebanyak 2,79 unit. Jumlah pengiriman optimal pada model sebelum penggabungan sebanyak 8 kali, model sesudah penggabungan sebanyak 10 kali dan kondisi real sebanyak 1 kali. Kemudian untuk faktor pengaman optimal pada model sebelum penggabungan adalah 1,87, model sesudah penggabungan adalah 1,94 dan kondisi real yaitu 0. Sedangkan untuk total biaya gabungan yang diperoleh dari penjumlahan antara total biaya pamanufaktur dan total biaya pembeli, pada model sebelum penggabungan total biaya gabungan sebesar Rp. 1.261.547,92/tahun, pada model sesudah penggabungan sebesar Rp. 1.250.665,64/tahun dan pada kondisi real sebesar Rp. 1.910.189,74/tahun.

Kata kunci : Independent, Joint Economic Lot Size, Logika Fuzzy, Uncertainty, Lead Time.

DAFTAR ISI

HALAMAN JUDUL	i
SURAT KETERANGAN PENELITIAN	ii
LEMBAR PENGAKUAN	iii
LEMBAR PENGESAHAN PEMBIMBING	iv
LEMBAR PENGESAHAN PENGUJI	v
LEMBAR PERSEMBAHAN	vi
LEMBAR MOTTO.....	vii
KATA PENGANTAR	viii
ABSTRAK	x
DAFTAR ISI	xi
DAFTAR TABEL	xvi
DAFTAR GAMBAR	xix
BAB I PENDAHULUAN	1
1.1 Latar Belakang	1
1.2 Rumusan Masalah	4
1.3 Batasan Masalah	4
1.4 Tujuan Penelitian	5
1.5 Manfaat penelitian	6
1.6 Sistematika Penulisan	6
BAB II KAJIAN PUSTAKA	8

2.1	Pendahuluan	8
2.2	Persediaan	11
2.2.1	Pengertian Persediaan	11
2.2.2	Jenis Persediaan	12
2.2.3	Sebab Muncul Persediaan	16
2.2.4	Fungsi Persediaan	17
2.2.5	Tujuan Persediaan	21
2.3	Macam-macam Biaya Persediaan	22
2.4	Macam Model Sistem Persediaan	26
2.5	Model Persediaan	27
2.5.1	Model EOQ (<i>Economic Order Quantity</i>)	27
2.5.2	Model EPQ (<i>Economic Production Quantity</i>)	29
2.6	Model Matematis	30
2.7	Teorema Fuzzy	34
2.8	Variabilitas Permintaan dan <i>Lead Time</i>	35
2.8.1	Permintaan Probabilistik, <i>Lead Time</i> Konstan	35
2.8.2	Permintaan Konstan, <i>Lead Time</i> Probabilistik	36
2.8.3	Permintaan Probabilistik, <i>Lead Time</i> Probabilistik	37
2.9	Logika Fuzzy	38
2.9.1	Atribut Himpunan Fuzzy	39
2.9.2	Notasi Himpunan Fuzzy	39
2.9.3	Fungsi Keanggotaan	40
BAB III METODOLOGI PENELITIAN		49

3.1 Langkah Penelitian	49
3.1.1 Kajian Pustaka	49
3.1.2 Formulasi Masalah	50
3.1.3 Objek Penelitian	50
3.1.4 Metoda Pengumpulan Data	50
3.1.5 Formulasi dan Analisis Pemodelan	52
3.1.6 Pembahasan	52
3.1.7 Kesimpulan dan Saran	53
3.2 Karakteristik Sistem	55
3.3 Pengembangan Model	59
3.3.1 Notasi	59
3.3.2 Asumsi	60
3.3.3 Variabel Keputusan dan Kriteria Performansi	60
3.3.4 Teorema Fuzzy	61
3.3.5 Model Matematis	62
3.3.6 Optimisasi	63
3.3.7 Algoritma Solusi	69
3.4 Validasi Internal (Validasi Dimensi Model)	74
BAB IV PENGUMPULAN DAN PENGOLAHAN DATA	80
4.1 Pengumpulan Data	80
4.1.1 Sejarah Singkat Perusahaan	80
4.1.2 CV. Batik Indah Rara Djonggrang Tirtodipuran (Sebagai Pembeli)	89

4.1.3 CV. Batik Indah Rara Djonggrang Imogiri (Sebagai Pemanufaktur)	94
4.2 Pengolahan Data	96
4.2.1 CV. Batik Indah Rara Djonggrang Tirtodipuran (Sebagai Pembeli)	96
4.2.2 CV. Batik Indah Rara Djonggrang Imogiri (Sebagai Pemanufaktur)	97
4.3 Kondisi Real	100
4.4 Model Sebelum Penggabungan	102
4.5 Model Sesudah Penggabungan	113
BAB V PEMBAHASAN	122
5.1 Analisis Perbandingan	122
5.1.1 Ukuran Lot Gabungan (<i>Joint Economic Lot Size</i>)	122
5.1.2 Jumlah Pengiriman Optimal (m^*)	124
5.1.3 Faktor Pengaman, Stok Pengaman dan Titik Pesan Ulang	125
5.1.4 Ekspektasi Terjadi <i>Backorder</i> Karena <i>Shortage</i>	127
5.1.5 Total Biaya Pemanufaktur dan Tingkat Penghematannya	128
5.1.6 Total Biaya Pembeli dan Tingkat Penghematannya	130
5.1.7 Total Biaya Gabungan dan Tingkat Penghematannya	132
5.1.8 Alokasi Total Biaya Gabungan dan Tingkat Penghematannya	134
5.2 Analisis Sensitivitas	136
5.2.1 Perubahan Biaya Pesan	136

5.2.2 Perubahan Biaya <i>Setup</i>	137
5.2.3 Perubahan Biaya Pembelian	138
5.2.4 Perubahan Biaya Produksi	139
5.2.5 Perubahan Biaya <i>Shortage</i>	140
BAB VI KESIMPULAN DAN SARAN	142
6.1 Kesimpulan	142
6.2 Saran	144

DAFTAR PUSTAKA

LAMPIRAN



DAFTAR TABEL

Tabel 3.1 Perbandingan kedua Formulasi Model	68
Tabel 4.1 Daftar Karyawan Perusahaan (CV) Batik Indah Rara Djonggrang	82
Tabel 4.2 Data <i>Fuzzy</i> Permintaan (<i>Fuzzy Demand</i>)	90
Tabel 4.3 Data <i>Fuzzy</i> Panjang Waktu Tenggang (<i>Fuzzy Lead Time</i>)	91
Tabel 4.4 Tingkat Produksi Batik Tulis Selama 1 (Satu) Tahun	94
Tabel 4.5 Rangkuman Parameter Pemanufaktur dan Pembeli	100
Tabel 4.6 Rangkuman Hasil perhitungan Model Sebelum Penggabungan	112
Tabel 4.7 Rangkuman Hasil Perhitungan Model Sesudah Penggabungan	121
Tabel 5.1 Perbandingan <i>JELS</i> Antara Kondisi Real Dengan Model Sebelum Penggabungan	123
Tabel 5.2 Perbandingan <i>JELS</i> Antara Kondisi Real Dengan Model Sesudah Penggabungan	124
Tabel 5.3 Perbandingan <i>JELS</i> Antara Model Sebelum Penggabungan Dengan Model Sesudah Penggabungan	124
Tabel 5.4 Perbandingan Jumlah Pengiriman Antara Kondisi Real Dengan Model Sebelum Penggabungan	125
Tabel 5.5 Perbandingan Jumlah Pengiriman Antara Kondisi Real Dengan Model Sesudah Penggabungan	125
Tabel 5.6 Perbandingan Jumlah Pengiriman Antara Model Sebelum Penggabungan Dengan Model Sesudah Penggabungan	125

Tabel 5.7 Perbandingan Faktor Pengaman, Stok Pengaman dan Titik pesan Ulang Antara Kondisi Real Dengan Model Sebelum Penggabungan	126
Tabel 5.8 Perbandingan Faktor Pengaman, Stok Pengaman dan Titik pesan Ulang Antara Kondisi Real Dengan Model Sesudah Penggabungan	126
Tabel 5.9 Perbandingan Faktor Pengaman, Stok Pengaman dan Titik pesan Ulang Antara Model Sebelum Penggabungan Dengan Model Sesudah Penggabungan	127
Tabel 5.10 Perbandingan <i>Backorder</i> Antara Kondisi Real Dengan Model Sebelum Penggabungan	127
Tabel 5.11 Perbandingan <i>Backorder</i> Antara Kondisi Real Dengan Model Sesudah Penggabungan	128
Tabel 5.12 Perbandingan <i>Backorder</i> Antara Model Sebelum Penggabungan Dengan Model Sesudah Penggabungan	128
Tabel 5.13 Perbandingan TC_v Antara Kondisi Real Dengan Model Sebelum Penggabungan	129
Tabel 5.14 Perbandingan TC_v Antara Kondisi Real Dengan Model Sesudah Penggabungan	129
Tabel 5.15 Perbandingan TC_v Antara Model Sebelum Penggabungan Dengan Model Sesudah Penggabungan	130
Tabel 5.16 Perbandingan TC_b Antara Kondisi Real Dengan Model Sebelum Penggabungan	131

Tabel 5.17 Perbandingan TC_b Antara Kondisi Real Dengan Model Sesudah Penggabungan	131
Tabel 5.18 Perbandingan TC_b Antara Model Sebelum Penggabungan Dengan Model Sesudah Penggabungan	132
Tabel 5.19 Perbandingan JTC Antara Kondisi Real Dengan Model Sebelum Penggabungan	133
Tabel 5.20 Perbandingan JTC Antara Kondisi Real Dengan Model Sesudah Penggabungan	133
Tabel 5.21 Perbandingan JTC Antara Model Sebelum Penggabungan Dengan Model Sesudah Penggabungan	134
Tabel 5.22 Perbandingan JTC Antara Model Sebelum Penggabungan, Model Sesudah Penggabungan dan Model Sesudah Penggabungan (Alokasi Biaya)	135
Tabel 5.23 Sensitivitas Biaya Pesan	137
Tabel 5.24 Sensitivitas Biaya <i>Setup</i>	138
Tabel 5.25 Sensitivitas Biaya Pembelian	139
Tabel 5.26 Sensitivitas Biaya Produksi	140
Tabel 5.27 Sensitivitas Biaya <i>Shortage</i>	141

DAFTAR GAMBAR

Gambar 2.1 Sistem Persediaan Pemanufaktur Pola Integrasi	32
Gambar 2.2 Distribusi, Permintaan Probabilistik dan <i>Lead Time</i> Konstan	36
Gambar 2.3 Distribusi, Permintaan Konstan dan <i>Lead Time</i> Probabilistik	37
Gambar 2.4 Distribusi, Permintaan dan <i>Lead Time</i> Probabilistik	37
Gambar 2.5 Representasi Linear Naik	41
Gambar 2.6 Representasi Linear Turun	41
Gambar 2.7 Kurva Segitiga	42
Gambar 2.8 Kurva Trapesium	43
Gambar 2.9 Kurva-S Pertumbuhan	44
Gambar 2.10 Kurva-S Penyusutan	44
Gambar 2.11 Daerah 'Bahu' Pada Variabel TEMPERATUR	46
Gambar 2.12 Kurva Bentuk Lonceng	48
Gambar 3.1 Diagram Alir Penelitian	54
Gambar 3.2 Karakteristik Sistem Integrasi Rantai Pasok Antara Pemanufaktur Tunggal dan Pembeli Tunggal	58
Gambar 3.3 Fuzzy Segitiga (Demand)	61
Gambar 3.4 Fuzzy Segitiga (Lead Time)	62
Gambar 3.5 Diagram Alir Pencarian Solusi Model Sebelum Penggabungan	72
Gambar 3.6 Diagram Alir Pencarian Solusi Model Sesudah Penggabungan	73
Gambar 4.1 Struktur Organisasi CV. Batik Indah Rara Djonggrang	84

Gambar 4.2 Grafik Perbandingan Total Biaya Sebelum Penggabungan	113
Gambar 4.3 Grafik Perbandingan Total Biaya Sesudah Penggabungan	121
Gambar 5.1 Grafik Total Biaya Pemanufaktur (TC_v)	130
Gambar 5.2 Grafik Total Biaya Pembeli (TC_b)	132
Gambar 5.3 Grafik Total Biaya Gabungan (JTC)	134
Gambar 5.4 Grafik Alokasi Total Biaya Gabungan Antara Model Sebelum Penggabungan Dengan Model Sesudah Penggabungan (Alokasi Biaya)	136
Gambar 5.5 Sensitivitas Pada Biaya Pesan	137
Gambar 5.6 Sensitivitas Pada Biaya <i>Setup</i>	138
Gambar 5.7 Sensitivitas Pada Biaya Pembelian	139
Gambar 5.8 Sensitivitas Pada Biaya Produksi	140
Gambar 5.9 Sensitivitas Pada Biaya <i>Shortage</i>	141



BAB I

PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Pada saat ini hampir semua perusahaan yang bergerak dibidang industri dihadapkan pada suatu masalah yaitu adanya tingkat persaingan yang semakin kompetitif. Kompetisi yang semakin ketat menuntut perusahaan untuk selalu adaptif terhadap permintaan pasar. Syarat utama agar dapat bersaing adalah kemampuan perusahaan untuk memenuhi permintaan pasar baik dari sisi ukuran permintaan maupun spesifikasi produk yang diinginkan Hal ini mengharuskan perusahaan untuk merencanakan atau menentukan jumlah produksi, agar dapat memenuhi permintaan pasar dengan tepat waktu dan dengan jumlah yang sesuai. Sehingga diharapkan keuntungan perusahaan akan meningkat.

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 pasok (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 pemanufaktur (*vendor*) dan pembeli (*buyer*) (Pujawan, 2005).

Pada manajemen persediaan konvensional, permasalahan persediaan untuk pamanufaktur dan pembeli dikelola secara *independent*. Pamanufaktur menghitung lot produksi optimalnya sendiri begitu juga dengan pembeli. Hasilnya, *Economic Order Quantity (EOQ)* optimal pamanufaktur belum tentu sama dengan *EOQ* pembeli (Yamit, 1999). Permasalahan ini dapat diselesaikan apabila ada negosiasi yang baik dengan posisi tawar (*bargaining*) yang seimbang antara pamanufaktur dan pembeli. Model Banerjee (1986), membantu dalam menyelesaikan masalah ini dengan menentukan ukuran lot gabungan yang optimal antara pamanufaktur dan pembeli (*Joint Economic Lot Size*) (Sucky, 2002). Model Erick Sucky menentukan bagaimana sebuah proses *bargaining*, dimana pamanufaktur akan menawarkan beberapa sisi penawaran (z) atau kontrak kepada pembeli dengan mengasumsikan bahwa pembeli mempunyai informasi rahasia (*private information*) tentang fungsi dari biaya relevan.

Goyal dan Gupta (1989) dan Goyal dan Deshmukh (1992) membagi model JELS menjadi 2 kelompok besar, yaitu model integrasi pamanufaktur-pembeli (*integrated vendor-buyer*) dan model integrasi pengadaan-produksi (*integrated procurement- production*). Model integrasi pamanufaktur-pembeli dikembangkan untuk menentukan ukuran lot optimal pemesanan dan ukuran batch yang dapat meminimumkan total ongkos gabungan antara pamanufaktur dan pembeli. Sedangkan model integrasi pengadaan-produksi dikembangkan untuk menentukan ukuran batch produksi dan ukuran lot pemesanan bahan baku yang dapat meminimumkan total ongkos inventori.

Logika *fuzzy* dianggap mampu untuk memetakan suatu input kedalam suatu output tanpa mengabaikan faktor–faktor yang ada. Logika *fuzzy* diyakini dapat sangat fleksibel dan memiliki toleransi terhadap data-data yang ada. Dengan berdasarkan logika *fuzzy*, akan dihasilkan suatu model dari suatu sistem yang mampu memperkirakan jumlah produksi. Faktor–faktor yang mempengaruhi dalam menentukan jumlah produksi dengan logika *fuzzy* antara lain jumlah permintaan dan jumlah persediaan. Logika *fuzzy* (logika samar) itu sendiri merupakan logika yang berhadapan dengan konsep kebenaran sebagian, dimana logika klasik menyatakan bahwa segala hal dapat di ekspresikan dalam istilah *binary* (0 atau 1). Logika *fuzzy* memungkinkan nilai keanggotaan antara 0 dan 1. Berbagai teori didalam perkembangan logika *fuzzy* menunjukkan bahwa pada dasarnya logika *fuzzy* dapat digunakan untuk memodelkan berbagai sistem.

Model-model dasar *fuzzy inventory* terbukti cukup efektif dalam penerapan di berbagai bidang dan termasuk dalam manajemen persediaan. Penerapan dilakukan sebagai sebuah studi kasus dengan terlebih dahulu melakukan formulasi ulang dari model dasar acuan. Pengembangan model dengan *Fuzzy segitiga* lebih efektif digunakan karena tidak sesulit dan sekompleks metode-metode lain dalam *fuzzy inventory*.

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 perbedaanya

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.

Dalam kondisi ketidakpastian (*uncertainty*) permintaan dan lead time, saat ini belum dilakukan pendekatan dengan logika fuzzy. Berdasarkan latar belakang tersebut, maka *State of the Art* (SOTA) peneliti gunakan dalam penelitian ini adalah menggunakan metode logika fuzzy untuk menentukan ukuran lot.

1.2 Rumusan Masalah

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

1. Berapa jumlah pesanan optimal (Q^*)?
2. Berapa jumlah pengiriman optimal (m^*)?
3. Berapa faktor pengaman optimal (k^*)?
4. Berapa total ongkos gabungan (JTC)?
5. Berapa alokasi total biaya gabungan ($AJTC$)?
6. Berapa besar persentase penghematan (*Saving*) dengan menggunakan metode fuzzy permintaan dan fuzzy lead time?

1.3 Batasan Masalah

Supaya penelitian ini lebih terfokus sehingga permasalahan tidak berkembang dari persoalan utama, maka diberikan batasan masalah sebagai berikut :

1. Model ini dilakukan pada pembeli tunggal dan pemanufaktur tunggal.

2. Data diambil dari bagian penjualan di CV. Batik Indah Rara Djonggrang, Yogyakarta.
3. Produknya adalah produk tunggal.
4. Data yang diambil adalah data selama 1 (satu) tahun.
5. Seluruh asumsi, data, maupun pembahasan sesuai dengan model yang diajukan.

1.4 Tujuan Penelitian

Tujuan diadakan penelitian ini adalah untuk mendapatkan hasil yang optimal pada produk Batik Tulis Bahan Mori Primisima. Untuk mendapatkan hasil optimal maka hal-hal yang harus ditentukan adalah sebagai berikut :

1. Menentukan ukuran lot pemesanan yang optimal dalam pembeli tunggal dan pamanufaktur tunggal.
2. Menentukan jumlah pengiriman yang optimal dalam pembeli tunggal dan pamanufaktur tunggal.
3. Menentukan faktor pengamanan yang optimal dalam pembeli tunggal dan pamanufaktur tunggal.
4. Menentukan total ongkos gabungan dalam pembeli tunggal dan pamanufaktur tunggal.
5. Menentukan alokasi total biaya gabungan dalam pembeli tunggal dan pamanufaktur tunggal.
6. Menentukan besar persentase penghematan dengan menggunakan metode fuzzy permintaan dan fuzzy lead time.

1.5 Manfaat Penelitian

Penelitian ini diharapkan dapat bermanfaat sebagai berikut :

1. Mengetahui ukuran lot pemesanan dan jumlah pengiriman serta faktor pengaman yang Optimal bagi perusahaan
2. Pengembangan khasanah ilmu pengetahuan khususnya pada ruang lingkup Supply Chain Management (SCM) dan logika Fuzzy.
3. Diharapkan penelitian ini dapat dijadikan referensi bacaan untuk menambah ilmu pengetahuan bagi para pembaca. Selain itu dapat digunakan sebagai acuan penelitian berikutnya mengingat masih banyaknya faktor-faktor yang belum termasuk dalam penelitian ini.

1.6 Sistematika Penulisan

Agar penelitian ini mudah dimengerti dan memenuhi persyaratan, maka penulisannya dibagi menjadi beberapa tahapan. Tahapan tersebut adalah sebagai berikut :

BAB I PENDAHULUAN

Bab ini berisi pengantar permasalahan yang akan dibahas seperti latar belakang masalah, identifikasi masalah, rumusan masalah, batasan masalah, tujuan serta manfaat penelitian.

BAB II KAJIAN PUSTAKA

Bab ini berisi tinjauan hasil penelitian sebelumnya yang relevan dengan permasalahannya, landasan teori yang langsung mendukung pelaksanaan

penelitian dan juga menjadi landasan / pedoman dalam pembahasan pemecahan masalah yang berhubungan dengan analisis yang dilakukan.

BAB III METODOLOGI PENELITIAN

Bab ini mengandung uraian tentang bahan atau materi penelitian, alat, tata cara penelitian, variabel dan data yang akan dikaji serta cara analisis yang dipakai dan bagian alir penelitian.

BAB IV PENGUMPULAN DAN PENGOLAHAN DATA

Berisi uraian tentang gambaran umum perusahaan, data-data yang diperlukan dalam pemecahan masalah dan pengolahan data dari hasil penelitian.

BAB V PEMBAHASAN

Berisi pembahasan dari hasil perhitungan yang dilakukan.

BAB VI KESIMPULAN DAN SARAN

Berisi kesimpulan dan saran – saran bagi perusahaan berdasarkan hasil penelitian yang diperoleh.

DAFTAR PUSTAKA

LAMPIRAN

BAB II

KAJIAN PUSTAKA

2.1 Pendahuluan

Supply chain management adalah suatu konsep atau mekanisme untuk meningkatkan produktivitas total perusahaan dalam rantai suplai melalui optimalisasi waktu, lokasi dan aliran kuantitas bahan. Manufakturing, dalam penerapan *supply chain management (SCM)*, perusahaan-perusahaan diharuskan mampu memenuhi kepuasan pelanggan, mengembangkan produk tepat waktu, mengeluarkan biaya yang rendah dalam bidang persediaan dan penyerahan produk, mengelola industri secara cermat dan fleksibel.

Persediaan bisa muncul karena memang direncanakan atau merupakan akibat dari ketidaktahuan terhadap suatu informasi. Jika ada perusahaan yang memiliki persediaan karena sengaja membuat produk lebih awal atau lebih banyak dari waktu dan jumlah yang akan dikirim atau dijual pada suatu waktu tertentu, ada juga karena merupakan akibat dari permintaan yang terlalu sedikit dibandingkan dengan permintaan awal (Pujawan, 2005).

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 pemanufaktur (*vendor*) dan pembeli (*buyer*) (Pujawan, 2005).

Pada manajemen persediaan konvensional, permasalahan persediaan untuk pamanufaktur dan pembeli dikelola secara *independent*. Pamanufaktur menghitung lot produksi optimalnya sendiri begitu juga dengan pembeli. Hasilnya, *Economic Order Quantity (EOQ)* optimal pamanufaktur belum tentu sama dengan *EOQ* pembeli (Yamit, 1999). Permasalahan ini dapat diselesaikan apabila ada negosiasi yang baik dengan posisi tawar (*bargaining*) yang seimbang antara pamanufaktur dan pembeli. Model Banerjee (1986), membantu dalam menyelesaikan masalah ini dengan menentukan ukuran lot gabungan yang optimal antara pamanufaktur dan pembeli (*Joint Economic Lot Size*) (Sucky, 2002). Model Erick Sucky menentukan bagaimana sebuah proses *bargaining*, dimana pamanufaktur akan menawarkan beberapa sisi penawaran (z) atau kontrak kepada pembeli dengan mengasumsikan bahwa pembeli mempunyai informasi rahasia (*private information*) tentang fungsi dari biaya relevan.

Goyal dan Gupta (1989) dan Goyal dan Deshmukh (1992) membagi model JELS menjadi 2 kelompok besar, yaitu model integrasi pamanufaktur-pembeli (*integrated supplier-buyer*) dan model integrasi pengadaan-produksi (*integrated procurement- production*). Model integrasi pamanufaktur-pembeli dikembangkan untuk menentukan ukuran lot optimal pemesanan dan ukuran batch yang dapat meminimumkan total ongkos gabungan antara pamanufaktur dan pembeli. Sedangkan model integrasi pengadaan-produksi dikembangkan untuk menentukan ukuran batch produksi dan ukuran lot pemesanan bahan baku yang dapat meminimumkan total ongkos inventori.

Semakin meningkatnya kompleksitas permasalahan dalam persediaan maka beberapa peneliti memberikan perhatian khusus terhadap pemanfaatan teori *fuzzy*. Leedan Yao (1999), menggunakan metode *extension principle* dalam mengembangkan model *Economic Order Quantity* (EOQ) tanpa mempertimbangkan adanya *backorder* dimana jumlah kuantitas pemesanan bentuk *fuzzy number* segitiga. Yao dan Chiang (2003) mengembangkan model EOQ tanpa mempertimbangkan adanya *backorder* dimana total biaya persediaan dan biaya simpan bentuk *fuzzy number* segitiga, yang kemudian membandingkan hasil defuzzifikasi metode *centroid* dengan metode *signed distance*.

Sedangkan Chiang dkk. (2005) menggunakan defuzzifikasi *signed distance method* dalam mengembangkan model persediaan yang mempertimbangkan adanya *backorder* dimana seluruh parameter bentuk *fuzzy number* segitiga. Lee dan Chiang (2007) menggunakan metode *signed distance* dalam mengembangkan model *production inventory* dimana seluruh parameter bentuk *fuzzy number* segitiga. Syed dan Aziz (2007) menggunakan defuzzifikasi *signed distance method* dalam mengembangkan model EOQ tanpa kekurangan, dimana biaya pesan dan biaya simpan bentuk *fuzzy number* segitiga. Yao dan Su (2008) menggunakan defuzzifikasi *signed distance* dalam mengembangkan model persediaan yang mempertimbangkan adanya *backorder* dimana total permintaan dan total persediaan dalam bentuk *fuzzy number* segitiga.

2.2 Persediaan (Inventory)

2.2.1 Pengertian

Persediaan (Inventory) meliputi semua barang yang dimiliki perusahaan pada saat tertentu, dengan tujuan untuk dijual kembali atau dikonsumsi dalam siklus operasi normal perusahaan sebagai barang yang dimiliki untuk dijual atau diasumsikan untuk dimasa yang akan datang, semua barang yang berwujud dapat disebut sebagai inventory, tergantung dari sifat dan jenis usaha perusahaan. Masalah yang dianalisa oleh sistem persediaan meliputi dua hal berikut (Tersine, 1994) :

1. Berapa banyak suatu item yang dipesan.
2. Kapan pesanan (produksi) dari suatu item harus dilakukan.

Menurut Koher, Eric L.A. Inventory adalah: *"Bahan baku dan penolong, barang jadi dan barang dalam proses produksi dan barang-barang yang tersedia, yang dimiliki dalam perjalanan dalam tempat penyimpanan atau konsinyasikan kepada pihak lain pada akhir periode"*.

Secara umum pengertian Inventory adalah merupakan suatu aset yang ada dalam bentuk barang-barang yang dimiliki untuk dijual dalam operasi perusahaan maupun barang-barang yang sedang di dalam proses pembuatan.

Diantara pengertian diatas maka inventory dapat diklasifikasikan yang ditentukan oleh perusahaan, apabila jenis perusahaan yang membeli barang akan dijual lagi, maka klasifikasi hanya ada satu macam saja persediaan barang dagangan. Sedangkan bila jenis perusahaan adalah pabrikan yaitu perusahaan

yang mengolah bahan mentah menjadi bahan jadi, maka klasifikasi inventory dibagi menjadi 3 kelompok yaitu:

- a) Persediaan bahan baku
- b) Persediaan dalam proses
- c) Persediaan barang jadi.

Dari uraian di atas, kita dapat menarik kesimpulan bahwa fungsi utama persediaan adalah menjamin kelancaran mekanisme pemenuhan permintaan barang sesuai dengan kebutuhan konsumen sehingga sistem yang dikelola dapat menjadi kinerja (*performance*) yang optimal.

2.2.2 Jenis Persediaan

Dalam sistem manufaktur, ada 4 macam persediaan secara umum yaitu :
(Nasution, 2008)

1. Bahan baku (*raw materials*)

Adalah barang-barang yang dibeli dari pemasok (*supplier*) dan akan digunakan atau diolah menjadi produk jadi yang akan dihasilkan oleh perusahaan.

2. Bahan setengah jadi (*work in process*)

Adalah bahan baku yang sudah diolah atau dirakit menjadi komponen namun masih membutuhkan langkah-langkah lanjutan agar menjadi produk jadi.

3. Barang jadi (*finished good*)

Adalah barang jadi yang telah selesai diproses, siap untuk disimpan digudang barang jadi, dijual, atau didistribusikan ke lokasi-lokasi pemasaran.

4. Bahan-bahan pembantu (*supplies*)

Adalah barang-barang yang dibutuhkan untuk menunjang produksi, namun tidak akan menjadi bagian pada produk akhir yang dihasilkan perusahaan.

Berdasarkan kepada fungsinya, persediaan dibedakan menjadi 4 jenis, yaitu :

1. Pipeline/ Transit Inventory

Persediaan ini muncul karena lead time pengiriman dari satu tempat ke tempat lain. Persediaan ini akan banyak kalau jarak dan waktu pengiriman panjang. Jadi, persediaan jenis ini bisa dikurangi dengan mempercepat proses pengiriman.

2. Cycle Stock

Persediaan ini muncul sebagai akibat adanya motif memenuhi skala ekonomi. Persediaan ini punya siklus tertentu, pada saat pengiriman jumlahnya banyak, kemudian sedikit demi sedikit berkurang akibat dipakai atau dijual sampai akhirnya habis atau hampir habis, kemudian mulai dengan siklus baru lagi.

3. Persediaan Pengaman (Safety Stock)

Fungsi persediaan ini yaitu sebagai perlindungan terhadap ketidakpastian permintaan maupun pasokan. Perusahaan biasanya menyimpan lebih banyak dari yang diperkirakan dibutuhkan selama suatu periode tertentu supaya kebutuhan yang lebih banyak bisa dipenuhi tanpa harus menunggu.

Besar kecilnya persediaan pengaman terkait dengan biaya persediaan dan service level.

4. Anticipation Stock

Adalah persediaan yang dibutuhkan untuk mengantisipasi kenaikan permintaan akibat sifat musiman dari permintaan terhadap suatu produk. Walaupun anticipation stock juga pada hakekatnya mengantisipasi permintaan yang tidak pasti, namun perusahaan bisa memprediksi adanya kenaikan dalam jumlah yang significant.

Sedangkan dilihat dari ketergantungannya, maka persediaan dapat dibagi menjadi 2 macam persediaan yaitu : *dependent demand* dan *independent demand*.

1. *Dependent demand*

Merupakan permintaan item yang bergantung pada produk lain. Dengan kata lain permintaan dependent merupakan permintaan atas semua komponen yang dibutuhkan untuk memenuhi permintaan independent.

2. *Independent demand*

Merupakan permintaan yang tidak bergantung pada produk lain. Permintaan Independent (*Independent demand*) digunakan untuk mengolah produk yang permintaannya dipengaruhi oleh permintaan pelanggan atau permintaan pihak diluar kendali perusahaan.

Sistem persediaan dengan pola permintaan independent memiliki lima model atau rumus yang berbeda, yaitu :

1. Model Persediaan Dengan Siklus Waktu Pemesanan Kembali Yang Tetap

Model permintaan independent ini menempatkan jumlah pemesanan tetap pada jadwal waktu yang ditentukan sebelumnya (harian, mingguan, bulanan, dan seterusnya). Jumlah pemesanan actual akan bervariasi dari pemesanan satu ke pesanan lainnya berdasarkan atas berapa banyak yang telah dikirimkan. Tingkat persediaan maksimum ditentukan berdasarkan pengalaman, anggaran atau tingkat persediaan yang ditargetkan.

2. Model Persediaan Dengan Jumlah Pemesanan Kembali Yang Tetap

Variasi dari model ini adalah model jumlah pemesanan kembali yang tetap. Pada model ini ditentukan jumlah tetap tertentu, umumnya menggunakan rumus jumlah pesanan ekonomis atau *Economic Order Quantity (EOQ)* yang dapat meminimumkan total biaya persediaan. Jumlah pesanan tetap terjadi setiap kali persediaan mencapai titik pemesanan tertentu. Titik pemesanan ini ditetapkan pada tingkat dimana masih ada cukup persediaan untuk memenuhi permintaan selama material dipesan dari pemasok hingga material mencapai gudang.

3. Sistem Penambahan Kembali Secara Operasional

System ini merupakan system penambahan titik pesan dengan minimumnya adalah titik pesan dan maksimumnya adalah titik dimana persediaan tidak terlalu berlebihan. Jumlah pesanan merupakan variabel dan dihitung dengan mengurangi persediaan maksimal dengan persediaan di tangan (persediaan yang ada dalam perusahaan), dan hasilnya di bawah jumlah minimal. Sistem minmaks digunakan secara umum untuk barang-barang dengan volume rendah. Cara ini pemesanan

barang dalam jumlah yang sangat kecil, juga berguna jika periode-periode permintaan rendah bisa diantisipasi atau jika diinginkan stock saat ini dihabiskan sebelum ditambah kembali.

4. Sistem Penambahan Kembali Secara Gabungan

Pesanan gabungan dalam pembelian merupakan pesanan dimana beberapa barang digabung untuk mendapatkan diskon volume atau transportasi. Pesanan gabungan terjadi jika barang-barang yang tergolong persediaan yang sama dipesan dari satu pemasok.

5. Peramalan

2.2.3 Sebab Munculnya Persediaan (Inventory)

Timbulnya persediaan dalam suatu sistem, baik sistem manufaktur maupun non manufaktur adalah merupakan akibat dari 3 kondisi sebagai berikut :

1. Mekanisme pemenuhan atas permintaan (*transaction motive*).

Permintaan akan suatu barang tidak akan dapat dipenuhi dengan segera bila barang tersebut tidak tersedia sebelumnya, karena untuk mengadakan barang tersebut diperlukan waktu untuk pembuatannya maupun untuk mengadakannya. Hal ini berarti adanya persediaan merupakan hal yang sulit dihindarkan.

2. Adanya keinginan untuk meredam ketidakpastian (*precautionary motive*).

Ketidakpastian yang dimaksud adalah :

- a) Adanya permintaan yang bervariasi dan tidak pasti dalam jumlah maupun waktu kedatangan.

- b) Waktu pembuatan yang cenderung tidak konstan antara satu produsen dengan produsen lain.
 - c) Waktu ancap-ancang (*lead time*) yang cenderung tidak pasti karena berbagai faktor yang tak dapat dikendalikan sepenuhnya.
 - d) Ketidakpastian ini akan diredam oleh jenis persediaan pengaman (*safety stock*). Persediaan pengaman ini digunakan jika permintaan melebihi peramalan produksi lebih rendah dari rencana atau waktu ancap-ancang (*lead time*) lebih panjang dari yang diperkirakan semula.
3. Keinginan melakukan spekulasi (*speculative motive*) yang bertujuan mendapatkan keuntungan besar dari kenaikan harga barang di masa mendatang.

2.2.4 Fungsi Persediaan (Inventory)

Adapun fungsi dari persediaan adalah sebagai berikut :

1. *Decoupling stock* (fungsi *decoupling*) yaitu memungkinkan operasi-operasi perusahaan internal dan eksternal yang mempunyai kebebasan sehingga perusahaan dapat memenuhi permintaan langsung tanpa tergantung pada pemasok.
2. *Working stock* (fungsi *economic lot sizing*), yaitu melalui penyimpanan persediaan, perusahaan dapat memproduksi atau membeli sumber daya-sumber daya dalam kuantitas yang dapat mengurangi biaya-biaya per unit.

3. *Anticipation stock* (fungsi antisipasi), yaitu yang sering kali perusahaan mengalami fluktuasi permintaan yang dapat diperkirakan dan diramalkan berdasarkan pengalaman-pengalaman masa lalu. Dalam hal ini perusahaan dapat mengadakan persediaan musiman. Disamping itu, perusahaan juga menghadapi ketidakpastian jangka waktu pengiriman dan permintaan akan barang-barang dalam satu periode.
4. *Pipeline stock* disebut juga dengan *transit-stock* atau *work in process*, yaitu persediaan yang dialokasikan pada area transit untuk mengakomodasi waktu yang dibutuhkan untuk menerima material menuju proses produksi, dan mengirimkan barang jadi. *Pipeline stock* bersifat eksternal pada persediaan yang berada di truk, kapal maupun kereta. Sedangkan dapat pula bersifat internal untuk persediaan yang sedang diproses, menunggu untuk diproses maupun yang sedang dipindahkan.
5. *Safety stock* disebut juga dengan *buffer stock* atau *fluctuating stock*, yaitu persediaan yang disimpan sebagai cadangan untuk menghadapi terjadinya ketidakpastiaan dalam permintaan dan pasokan. Persediaan tetap dipertahankan dalam jumlah tertentu terutama selama waktu pemesanan kembali untuk mencegah terjadinya kegagalan pemenuhan order akibat kehabisan barang (*stock out*).
6. *Psychic stock* yaitu persediaan yang digunakan sebagai *display* pada tingkat ritel. Persediaan seperti ini digunakan untuk menstimulasi permintaan.

Sedangkan menurut **Freddy Ranguti (2004;15)** fungsi-fungsi persediaan adalah sebagai berikut :

1. Batch Stock atau Lot Size Inventory

Persediaan Lot Size ini perlu mempertimbangkan penghematan-penghematan atau potongan pembelian, biaya pengangkutan per unit menjadi lebih murah dan sebagainya. Hal ini disebabkan karena perusahaan melakukan pembelian kuantitas yang lebih besar, dibandingkan dengan biaya-biaya yang timbul karena besarnya persediaan (biaya sewa gedung, investasi, risiko dan sebagainya). Jadi keuntungan yang akan diperoleh dari adanya Batch Stock atau Lot size Inventory antara lain ialah :

- a) Memperoleh potongan harga pada harga pembelian.
- b) Memperoleh efisiensi produksi (*manufacturing economics*) karena adanya operasi atau "*Production Run*" yang lebih lama
- c) Adanya penghematan di dalam biaya angkutan.

2. Fungsi Decoupling

Adalah persediaan yang memungkinkan perusahaan dapat memenuhi permintaan langganan tanpa tergantung pada supplier. Persediaan bahan mentah diadakan agar perusahaan tidak akan sepenuhnya tergantung pada pengadaannya dalam hal pengadaan dan waktu pengiriman. Persediaan barang dalam proses diadakan agar departemen-departemen dan proses-proses individual perusahaan terjaga "*kebebasannya*". Persediaan barang jadi diperlukan untuk memenuhi permintaan produk yang tidak pasti dari

para langganan. Persediaan yang diadakan untuk menghadapi *fluktuasi* permintaan konsumen yang tidak dapat diperkirakan atau diramalkan disebut *fluktuasi stock*.

3. Fungsi Antisipasi

Apabila perusahaan menghadapi *fluktuasi* permintaan yang dapat diperkirakan

dan diramalkan berdasarkan pengalaman atau data-data masa lalu, yaitu permintaan musiman. Dalam hal ini perusahaan dapat mengadakan persediaan musiman (*seasonal inventories*). Disamping itu, perusahaan juga sering menghadapi ketidakpastian jangka waktu pengiriman dan permintaan akan barang selama periode tertentu. Dalam hal ini perusahaan memerlukan persediaan ekstra yang disebut persediaan pengamanan (*safety stock*).

Terdapat 4 (empat) faktor yang dijadikan sebagai fungsi perlunya persediaan, yaitu : (Viale,2000)

1. Faktor Waktu

Faktor waktu menyangkut lamanya proses produksi dan distribusi sebelum barang jadi sampai kepada konsumen.

2. Faktor Ketidakpastian Waktu Datang

Faktor ini menyebabkan perusahaan memerlukan persediaan agar tidak menghambat proses produksi maupun keterlambatan pengiriman kepada konsumen.

3. Faktor Ketidakpastian Penggunaan Dalam Pabrik

Faktor ini disebabkan oleh kesalahan dalam peramalan permintaan, kerusakan mesin, keterlambatan operasi, bahan cacat, dan berbagai kondisi lainnya.

4. Faktor Ekonomis

Faktor ini disebabkan karena adanya keinginan perusahaan untuk mendapatkan alternatif biaya rendah dalam memproduksi atau membeli item dengan menentukan jumlah yang paling ekonomis.

2.2.5 Tujuan Persediaan

Pengendalian persediaan sangatlah penting karena yang menentukan kelancaran produksi. Pengendalian persediaan yang dijalankan memiliki tujuan-tujuan tertentu. Yaitu untuk menjaga tingkat persediaan pada tingkat yang optimal sehingga diperoleh penghematan-penghematan untuk persediaan tersebut. Pengelolaan persediaan adalah kegiatan dalam memperkirakan jumlah persediaan (bahan baku/penolong) yang tepat, dengan jumlah yang tidak terlalu besar dan tidak pula kurang atau sedikit dibandingkan dengan kebutuhan atau permintaan.

Tujuan dari pengelolaan persediaan yaitu :

1. Untuk dapat memenuhi kebutuhan atau permintaan konsumen dengan cepat.
2. Untuk menjaga kontinuitas produksi atau menjaga agar perusahaan tidak mengalami kehabisan persediaan yang mengakibatkan terhentinya proses produksi.

3. Untuk mempertahankan dan bila mungkin meningkatkan penjualan dan laba perusahaan.
4. Menjaga agar pembeli secara kecil-kecilan dapat dihindari, karena dapat mengakibatkan ongkos menjadi besar.
5. Menjaga supaya penyimpanan dalam *emplacement* tidak besar-besaran, karena akan mengakibatkan biaya menjadi besar.

2.3 Biaya-Biaya Persediaan

Tujuan manajemen persediaan adalah untuk mendapatkan jumlah bahan baku pada tempat yang tepat, waktu yang tepat, dan dengan biaya yang rendah (Tersine, 1994). Secara umum dapat dikatakan bahwa biaya sistem persediaan adalah semua pengeluaran dan kerugian yang timbul sebagai akibat adanya persediaan. Biaya sistem persediaan terdiri dari biaya pembelian, biaya simpan, dan biaya kekurangan persediaan. Berikut ini diuraikan secara singkat masing-masing komponen di atas.

1. Biaya Pembelian (*Purchasing Cost* = P)

Biaya pembelian adalah biaya yang dikeluarkan untuk membeli barang. Besarnya biaya pembelian ini tergantung pada jumlah barang yang dibeli dan harga satuan barang. Biaya pembelian menjadi faktor penting karena harga barang yang dibeli tergantung pada ukuran pembelian. Situasi ini akan diistilahkan sebagai *quantity discount* atau *price break* di mana harga barang per unit akan turun bila jumlah barang yang dibeli meningkat. Dalam kebanyakan teori persediaan, komponen biaya pembelian tidak

dimasukkan ke dalam total biaya sistem persediaan karena diasumsikan bahwa harga barang per unit tidak dipengaruhi oleh jumlah barang yang dibeli sehingga komponen biaya pembelian untuk periode waktu tertentu (misalnya satu tahun) konstan dan hal ini tidak akan mempengaruhi jawaban optimal tentang berapa banyak barang yang harus dipesan.

2. Biaya Pengadaan (*Procurement Cost*)

Biaya pengadaan dibedakan atas dua jenis sesuai asal-usul barang, yaitu biaya pemesanan (*ordering cost*) bila barang yang diperlukan diperoleh dari pihak luar (*supplier*) dan biaya pembuatan (*setup cost*) bila barang diperoleh dengan memproduksi sendiri (*setup cost*).

a) Biaya Pemesanan (*ordering cost = C*)

Biaya pemesanan adalah semua pengeluaran yang timbul untuk mendatangkan barang dari luar. Biaya ini meliputi biaya untuk menentukan pasokan (*supplier*), pengetikan pesanan, pengiriman pesanan, biaya pengangkutan, biaya penerimaan dan seterusnya.

Biaya ini diasumsikan konstan untuk setiap kali pesan.

b) Biaya Pembuatan (*setup cost = C*)

Biaya pembuatan untuk pengeluaran yang timbul dalam mempersiapkan produksi suatu barang. Biaya ini timbul di dalam pabrik yang meliputi biaya menyusun peralatan produksi, menyetel mesin, mempersiapkan gambar kerja dan seterusnya.

3. Biaya Penyimpanan (*Holding Cost atau Carrying Cost = H*)

Biaya simpan adalah semua pengeluaran yang timbul akibat menyimpan barang. Biaya ini meliputi:

a) Biaya Memiliki Persediaan (Biaya Modal)

Penumpukan barang di gudang berarti penumpukan modal, di mana modal perusahaan mempunyai ongkos (*expenche*) yang dapat diukur dengan suku bunga bank. Oleh karena itu, biaya yang ditimbulkan karena memiliki persediaan harus diperhitungkan dalam biaya sistem persediaan. Biaya memiliki persediaan untuk diukur sebagai persentase nilai untuk periode waktu tertentu.

b) Biaya Gudang

Barang yang disimpan memerlukan tempat penyimpanan sehingga timbul biaya gudang. Biaya gudang dan peralatannya disewa maka biaya gudangnya merupakan biaya sewa, sedangkan bila perusahaan memiliki gudang sendiri maka biaya gudang merupakan biaya *depresiasi*.

c) Biaya Kerusakan dan Penyusutan

Barang yang disimpan dapat mengalami kerusakan dan penyusutan karena beratnya berkurang ataupun jumlahnya berkurang karena hilang. Biaya kerusakan dan penyusutan biasanya diukur dari pengalaman sesuai dengan persentasenya.

d) Biaya Kadaluwarsa (*Absolence*)

Barang yang disimpan dapat mengalami penurunan nilai karena perubahan teknologi dan model seperti barang-barang elektronik.

Biaya kadaluwarsa biasanya diukur dengan besarnya penurunan nilai jual dari barang tersebut.

e) Biaya Asuransi

Barang yang disimpan diasuransikan untuk menjaga dari hal-hal yang tidak diinginkan seperti kebakaran. Biaya asuransi tergantung jenis barang yang diasuransikan dan perjanjian dengan perusahaan asuransi.

f) Biaya Administrasi dan Pемindahan

Biaya ini dikeluarkan untuk mengadministrasi persediaan barang yang ada, baik pada saat pemesanan, penerimaan barang maupun penyimpanannya dan biaya untuk memindahkan barang dari, ke, dan di dalam tempat penyimpanan, termasuk upah buruh dan biaya peralatan handling.

Dalam manajemen persediaan, terutama yang berhubungan dengan masalah kuantitatif, biaya simpan per unit diasumsikan linear terhadap jumlah barang yang disimpan (misalnya: Rp/unit/tahun).

4. Biaya Kekurangan Persediaan (*Shortage Cost*)

Biaya perusahaan kehabisan barang pada saat ada permintaan, maka akan terjadi keadaan kekurangan persediaan. Keadaan ini akan menimbulkan kerugian karena proses produksi akan terganggu dan kehilangan kesempatan mendapat keuntungan atau kehilangan konsumen atau pelanggan karena kecewa sehingga beralih ke tempat lain. Biaya kekurangan persediaan dapat diukur dari:

a) Kuantitas yang tidak dapat dipenuhi

Biasanya diukur dari keuntungan yang hilang karena tidak dapat memenuhi permintaan atau dari kerugian akibat terhentinya proses produksi. Kondisi ini diistilahkan sebagai biaya penalti (p) atau hukuman kerugian bagi perusahaan dengan satuan misannya: Rp/unit.

b) Waktu Pemenuhan

Lamanya gudang kosong berarti lamanya proses produksi terhenti atau lamanya perusahaan tidak mendapatkan keuntungan, sehingga waktu menganggur tersebut dapat diartikan sebagai uang yang hilang. Biaya untuk pemenuhan diukur berdasarkan waktu yang diperlukan untuk memenuhi gudang dengan satuan misalnya: Rp/satuan waktu.

c) Biaya Pengadaan Darurat

Supaya konsumen tidak kecewa maka dapat dilakukan pengadaan darurat yang biasanya menimbulkan biaya yang lebih besar dari pengadaan normal. Kelebihan biaya dibandingkan pengadaan normal ini dapat dijadikan ukuran untuk menentukan biaya kekurangan persediaan dengan satuan misalnya: Rp/setiap kali kekurangan.

2.4 Model-Model Sistem Persediaan

Model sistem persediaan dapat digolongkan berdasarkan sifat permintaan dan berdasarkan kebijakan yang ditetapkan oleh pihak perusahaan. Persediaan dapat dikelompokkan menjadi empat model (Elsayed,1994) :

1. Model Persediaan *Static Deterministic*

Model ini mempunyai ukuran permintaan yang deterministik, karena ukuran permintaan dalam suatu periode diketahui dan konstan, serta laju permintaan sama untuk tiap periode.

2. Model Persediaan *Dinamic Deterministic*

Model ini ukuran permintaanya untuk setiap periode diketahui dan konstan, tetapi laju permintaanya bervariasi.

3. Model Persediaan *Static Probabilistic*

Pada model ini ukuran permintaanya bersifat acak, namun berdistribusi tertentu yang sama untuk setiap periodenya.

4. Model Persediaan *Dinamic Probabilistic*

Pada model ini ukuran permintaanya bersifat acak, namun berdistribusi tertentu yang berbeda dan bervariasi untuk setiap periodenya.

2.5 Model Persediaan

2.5.1 Model EOQ (*Economic Order Quantity*)

Model EOQ digunakan untuk menentukan berapa jumlah bahan baku yang harus dipesan yang meminimumkan biaya pemesanan persediaan dan biaya penyimpanan persediaan. Metode EOQ merupakan model persediaan yang akan membantu perusahaan agar investasi yang ditanamkan dalam persediaan tidak berlebihan tetapi perusahaan juga tidak mengalami kekurangan persediaan.

Metode ini sering dipakai karena mudah untuk dilaksanakan dan mampu memberikan solusi yang terbaik bagi perusahaan, karena dengan perhitungan

menggunakan EOQ tidak saja diketahui berapa jumlah persediaan yang paling efisien bagi perusahaan, tetapi akan diketahui juga biaya yang akan dikeluarkan perusahaan dengan bahan baku yang dimilikinya dan waktu yang paling tepat untuk melakukan pemesanan kembali.

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

Biaya Total Persediaan = *Purchase Cost + Order Cost + Holding Cost*

$$TC = Q \cdot c_b + \frac{D}{Q} A + \frac{hQ}{2}$$

Atau dapat ditulis menjadi:

$$TC = PR + \frac{CR}{Q} + \frac{hQ}{2}$$

... (2.1)

Dimana :

D atau R = total permintaan unit/tahun

P atau c_b = biaya pembelian per unit

h = biaya simpan unit/tahun

Q = jumlah pesanan dalam unit

A = biaya pesan tiap kali pesan

Jumlah pesanan yang optimal (EOQ) secara matematis dihitung dengan mendiferensialkan persamaan di atas terhadap Q , dan persamaan diferensial itu diberi harga 0, sehingga:

$$\frac{dTC}{dQ} = -\frac{D}{Q^2} A + \frac{h}{2} = 0$$

$$\frac{h}{2} = \frac{D}{Q^2} A$$

$$Q^2 = \frac{2D}{h} A$$

$$Q^* = \sqrt{\frac{2AD}{h}} \quad \dots (2.2)$$

2.5.2 Model EPQ (*Economic Production Quantity*)

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:

$$Q = D.t_p$$

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

$$\text{Biaya Total Persediaan} = \text{Setup Cost} + \text{Holding cost}$$

$$TC = S \frac{D}{Q} + h \left(1 - \frac{D}{P} \right) \frac{Q}{2} \quad \dots (2.3)$$

Dimana :

D = total permintaan unit/tahun

S = biaya setup/unit/tahun

P = tingkat produksi per 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*. Jumlah produksi ekonomis ini biasa disebut EPQ.

$$Q^* = \sqrt{\frac{2DS}{h \left(1 - \frac{D}{P} \right)}} \quad \dots (2.4)$$

2.6 Model Matematis

Pada Penelitian ini, model matematis yang digunakan adalah model matematis yang dirumuskan oleh Ouyang, *et.al* (2007), yaitu sebagai berikut :

1. Pembeli Tunggal (*Single Buyer*)

Pada pembeli tunggal terdapat 3 komponen biaya, yaitu :

1.1 Ekspektasi Biaya Pesan

Frekuensi pemesanan untuk pembeli dirumuskan adalah D/Q .

$$\begin{bmatrix} \text{Ekspektasi} \\ \text{biaya pesan} \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} \text{Biaya pesan} \\ \text{per unit} \end{bmatrix} \times \begin{bmatrix} \text{Frekuensi} \\ \text{pesanan} \end{bmatrix}$$

$$\begin{bmatrix} \text{Ekspektasi} \\ \text{biaya pesan} \end{bmatrix} = Ax \frac{\tilde{D}}{Q} \quad \dots (2.5)$$

1.2 Ekspektasi Biaya Simpan

Untuk rata-rata inventori dirumuskan oleh Ouyang, *et.al.* (2007) yaitu:

$$I_p^{\approx} \approx \frac{Q}{2} + ROP - \mu L = \frac{Q}{2} + k\sigma\sqrt{L}. \text{ Sehingga ekspektasi biaya simpan}$$

adalah:

$$\begin{bmatrix} \text{Ekspektasi} \\ \text{biaya simpan} \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} \text{Biaya simpan} \\ \text{per unit per periode} \end{bmatrix} \times \begin{bmatrix} \text{Jumlah inventori rata - rata} \\ \text{yang ada digudang} \end{bmatrix}$$

$$\begin{bmatrix} \text{Ekspektasi} \\ \text{biaya simpan} \end{bmatrix} = r_b C_b x \left(\frac{Q}{2} + k\sigma\sqrt{L} \right) \quad \dots (2.6)$$

1.3 Ekspektasi Biaya Kekurangan

Terjadinya kekurangan inventori dirumuskan $B(r) = E(X - R)^+ = \sigma\sqrt{L}\omega(\zeta)$. Sedangkan untuk biaya *backorder* per unit adalah C_s . Jumlah

ekspektasi dari *backorders* per pesan adalah $\beta\sigma\sqrt{L}\omega(\zeta)$. Sehingga untuk

ekspektasi total biaya *shortage* dirumuskan adalah:

$$\begin{bmatrix} \text{Ekspektasi} \\ \text{biaya kekurangan} \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} \text{Biaya kekurangan} \\ \text{per unit per periode} \end{bmatrix} \times \begin{bmatrix} \text{Jumlah kekurangan} \\ \text{yang terjadi} \end{bmatrix} \times \begin{bmatrix} \text{Frekuensi} \\ \text{pesanan} \end{bmatrix}$$

$$\begin{bmatrix} \text{Ekspektasi} \\ \text{biaya kekurangan} \end{bmatrix} = C_s x \beta \sigma \sqrt{L} \omega(\zeta) \tilde{D} / Q \quad \dots (2.7)$$

Sehingga, ekspektasi total biaya untuk pembeli adalah:

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

$$TC_b(Q, k) = \frac{A \cdot \tilde{D}}{Q} + r_b C_b \left(\frac{Q}{2} + k \sigma \sqrt{\tilde{L}} \right) + \frac{\tilde{D}}{Q} C_s \beta \sigma \sqrt{\tilde{L}} \omega \quad \dots (2.8)$$

2. Pemanufaktur Tunggal (*Single Supplier*)

Untuk pemanufaktur tunggal (*single supplier*) juga terdapat 2 biaya, yaitu :

2.1 Ekspektasi Biaya Pesan

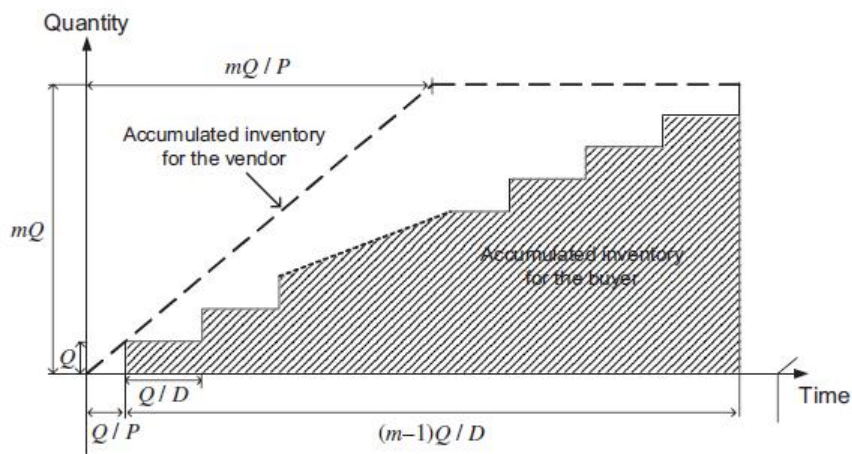
Frekuensi *setup* (persiapan) untuk pembeli dirumuskan adalah D/Qm .

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

$$\left[\begin{array}{c} \text{Ekspektasi} \\ \text{biaya setup} \end{array} \right] = S_x \frac{\tilde{D}}{Q \cdot m} \quad \dots (2.9)$$

2.2 Ekspektasi Biaya Simpan

Berdasarkan Gambar 3.3 dapat dihitung rata-rata persediaan pemanufaktur.



Gambar 2.1 Sistem Persediaan Pemanufaktur Pola Integrasi

Dari Gambar 3.3, maka rata-rata persediaan pemanufaktur adalah:

$$\begin{aligned}
 \tilde{I}_v &= \frac{\left[mQ \left(\frac{Q}{P} + (n-1) \frac{Q}{D} \right) - \frac{m^2 Q^2}{2P} \right] - \left[\frac{Q^2}{D} + \frac{2Q^2}{D} + \dots + \frac{(n-1)Q^2}{D} \right]}{\left(\frac{mQ}{D} \right)} \\
 &= \frac{D}{mQ} \left\{ \left[mQ \left(\frac{Q}{P} + (n-1) \frac{Q}{D} \right) - \frac{m^2 Q^2}{2P} \right] - \left[\frac{Q^2}{D} + \frac{2Q^2}{D} + \dots + \frac{(n-1)Q^2}{D} \right] \right\} \\
 &= D \left(\frac{Q}{P} + (n-1) \frac{Q}{D} \right) - \frac{mQD}{2P} - \frac{Q(n-1)}{2} \\
 &= D \frac{Q}{P} + (n-1)Q - \frac{mQD}{2P} - \frac{Q(n-1)}{2} \\
 &= D \frac{Q}{P} + Qm - Q - \frac{mQD}{2P} - \frac{Q(n-1)}{2} \\
 &= \frac{Q}{2} \left(m - \frac{mD}{P} - 1 + \frac{2D}{P} \right) \\
 &= \frac{Q}{2} \left[m \left(1 - \frac{D}{P} \right) - 1 + \frac{2D}{P} \right] \quad \dots (2.10)
 \end{aligned}$$

Sehingga ekspektasi biaya simpan adalah:

$$\begin{aligned}
 \left[\begin{array}{l} \text{Ekspektasi} \\ \text{biaya simpan} \end{array} \right] &= \left[\begin{array}{l} \text{Biaya simpan} \\ \text{per unit per periode} \end{array} \right] \times \left[\begin{array}{l} \text{Jumlah inventori rata - rata} \\ \text{yang ada digudang} \end{array} \right] \\
 \left[\begin{array}{l} \text{Ekspektasi} \\ \text{biaya simpan} \end{array} \right] &= r_v C_v x \frac{Q}{2} \left[m \left(1 - \frac{\tilde{D}}{P} \right) - 1 + \frac{2\tilde{D}}{P} \right] \quad \dots (2.11)
 \end{aligned}$$

Sehingga, ekspektasi total biaya untuk pemanufaktur adalah:

$$\begin{aligned}
 \left[\begin{array}{l} \text{Total ekspektasi} \\ \text{biaya pemanufaktur} \end{array} \right] &= \left[\begin{array}{l} \text{Ekspektasi} \\ \text{biaya setup} \end{array} \right] + \left[\begin{array}{l} \text{Ekspektasi} \\ \text{biaya simpan} \end{array} \right] \\
 TC_v(m) &= \frac{\tilde{D} \cdot S}{Q \cdot m} + r_v C_v \frac{Q}{2} \left[m \left(1 - \frac{\tilde{D}}{P} \right) - 1 + \frac{2\tilde{D}}{P} \right] \quad \dots (2.12)
 \end{aligned}$$

3. Alokasi Total Biaya Gabungan

Alokasi total biaya gabungan merupakan sebuah teknik mengalokasikan biaya pembeli kepada pemanufaktur agar memiliki kontribusi yang seimbang. Teknik ini diusulkan pertama kali oleh Goyal (1976) dalam kasus *Vendor Managed Inventory* (VMI).

$$\beta = \frac{TC_b \text{ [model sebelum penggabungan]}}{TC_b \text{ [model sebelum penggabungan]} + TC_v \text{ [model sebelum penggabungan]}} \quad \dots (2.13)$$

Maka :

Alokasi Total Biaya Pembeli (ATC_b)

$$ATC_b = \beta \text{ [} TC \text{ [model sudah penggabungan] -} \quad \dots (2.14)$$

Alokasi Total Biaya Pemanufaktur (ATC_v)

$$ATC_v = (1 - \beta) \text{ [} TC \text{ [model sudah penggabungan] -} \quad \dots (2.15)$$

2.7 Teorema Fuzzy

Teorema fuzzy yang dipakai dalam penelitian ini adalah teorema fuzzy yang dirumuskan oleh Yang (2007), yaitu sebagai berikut :

$$a \left(\tilde{C}, \tilde{0}_1 \right) = \frac{1}{2} \int_0^1 \left[L(\alpha) + C_R(\alpha) \right] d\alpha = \frac{1}{4} (b + a + c) \quad \dots (2.16)$$

Bukti

Untuk sebuah *set fuzzy* $\tilde{C} \in \Omega$ dan $\alpha \in [0,1]$, dengan α -cut dari *set fuzzy* \tilde{C} adalah $C(\alpha) = \{x \in \Omega \mid \mu_{\tilde{C}}(x) \geq \alpha\} = [C_L(\alpha), C_U(\alpha)]$ dimana $C_L(\alpha) = a + (b-a)\alpha$ dan $C_U(\alpha) = c - (c-b)\alpha$. Sehingga diperoleh bahwa:

$$\begin{aligned} \partial(\tilde{C}, 0_1) &= \int_0^1 \partial[C_L(\alpha), C_U(\alpha)] d\alpha \\ &= \frac{1}{2} \int_0^1 [C_L(\alpha) + C_U(\alpha)] d\alpha \\ &= \frac{1}{4} (b+a+c) \quad \text{Terbukti} \end{aligned}$$

2.8 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):

2.8.1 Permintaan Probabilistik, *Lead Time* Konstan

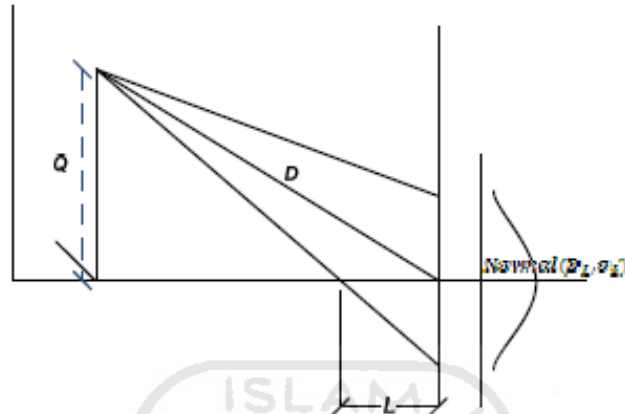
Jika permintaan menyebar normal dengan rata-rata D dan standar deviasi σ , dan *lead time* konstan sebesar L , maka selama *lead time* akan menyebar normal dengan (Hadley dan Within, Tersine, 1994) :

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

$$D_L = D.L \quad \dots (2.17)$$

b. Standar Deviasi Permintaan Selama Lead Time

$$\sigma_L = \sigma \sqrt{L} \quad \dots (2.18)$$



Gambar 2.2 Distribusi, permintaan Probabilistik dan *Lead Time* Konstan

2.8.2 Permintaan Konstan, *Lead Time* Probabilistik

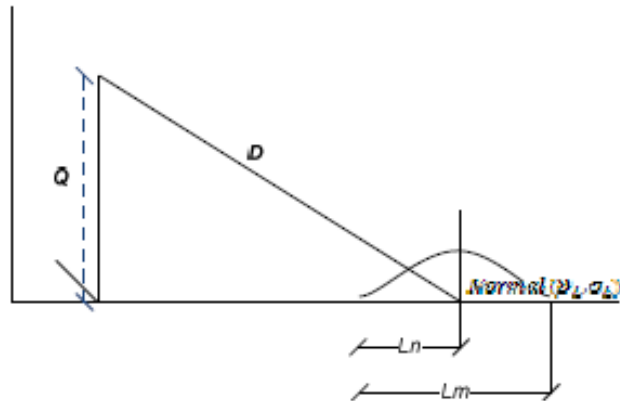
Jika permintaan konstan sebesar D dan *lead time* menyebar normal dengan rata-rata L dan standar deviasi σ_{lt} maka :

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

$$D_L = D.L \quad \dots (2.19)$$

- ii. Standar deviasi permintaan selama *Laed time*

$$\sigma_L = \sqrt{D^2 \cdot \sigma_{lt}^2} \quad \dots (2.20)$$



Gambar 2.3 Distribusi Permintaan Konstan dan *Lead Time* Probabilistik

2.8.3 Permintaan Probabilistik, *Laed Time* Probabilistik

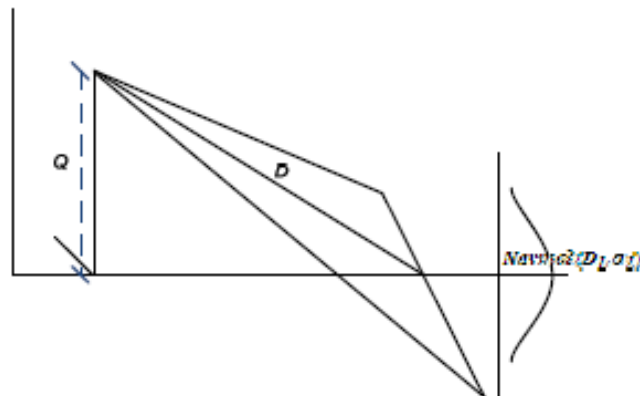
Jika permintaan menyebar normal dengan rata-rata D dan standar deviasi σ dan lead time menyebar normal dengan rata-rata L dan standar deviasi σ_{lt} maka permintaan selama lead time akan menyebar normal dengan (Ravindran, 1987).

- i. Rata-rata Permintaan Selama lead Time

$$D_L = D.L \quad \dots (2.21)$$

- ii. Standar Deviasi Permintaan selama Lead Time

$$\sigma_L = \sqrt{L\sigma^2 + D^2 \cdot \sigma_{lt}^2} \quad \dots (2.22)$$



Gambar 2.4 Distribusi, Permintaan dan *Lead Time* Probabilistik

2.9 Logika Fuzzy

Fuzzy logic pertama kali dikenalkan kepada publik oleh Lotfi Zadeh, seorang profesor di *University of California* di Berkeley. *Fuzzy logic* digunakan untuk menyatakan hukum operasional dari suatu sistem dengan ungkapan bahasa, bukan dengan persamaan matematis. Banyak sistem yang terlalu kompleks untuk dimodelkan secara akurat, meskipun dengan persamaan matematis yang kompleks. Dalam kasus seperti itu, ungkapan bahasa yang digunakan dalam *Fuzzy logic* dapat membantu mendefinisikan karakteristik operasional sistem dengan lebih baik. Ungkapan bahasa untuk karakteristik sistem biasanya dinyatakan dalam bentuk implikasi logika, misalnya aturan **Jika – Maka**.

Pada teori himpunan klasik yang disebut juga dengan himpunan *crisp* (himpunan tegas) hanya dikenal dua kemungkinan dalam fungsi keanggotaannya, yaitu kemungkinan termasuk keanggotaan himpunan (logika 1) atau kemungkinan berada di luar keanggotaannya (logika 0). Namun dalam teori himpunan fuzzy tidak hanya memiliki dua kemungkinan dalam menentukan sifat keanggotaannya tetapi memiliki derajat keanggotaan yang nilainya antara 0 dan 1. fungsi yang menetapkan nilai ini dinamakan fungsi keanggotaan yang disertakan dalam himpunan fuzzy.

Ada beberapa alasan mengapa banyak orang menggunakan logika fuzzy, antara lain (Dewi, et al:2006) :

1. Konsep logika fuzzy mudah dimengerti. Konsep matematis yang mendasari penalaran Fuzzy sangat sederhana dan mudah dimengerti.
2. Logika Fuzzy sangat fleksibel.

3. Logika Fuzzy memiliki toleransi terhadap data-data yang tidak tepat.
4. Logika Fuzzy mampu memodelkan fungsi-fungsi non linear yang sangat kompleks.
5. Logika Fuzzy dapat membangaun dan mengaplikasikan pengalaman-pengalaman para pakar secara langsung tanpa harus melalui proses pelatihan.
6. Logika Fuzzy dapat bekerjasama dengan teknik-teknik kendali secara konvensional.
7. Logika Fuzzy didasarkan pada bahasa alami.

2.9.1 Atribut Himpunan Fuzzy

Himpunan Fuzzy memiliki dua atribut, yaitu (Sri Kusuma Dewi, et al: 2006) :

1. Linguistik, yaitu penamaan suatu grup yang mewakili suatu keadaan atau kondisi tertentu dengan menggunakan bahasa alami, seperti : MUDA, PAROBAYA, TUA.
2. Numeris, yaitu suatu nilai (angka) yang menunjukkan ukuran dari suatu variabel, seperti : 44, 182, 84, 87, dsb.

2.9.2 Notasi Himpunan Fuzzy

Misalkan U adalah kumpulan obyek yang secara umum dinyatakan dengan $\{u\}$. U disebut semesta pembicaraan dan u mewakili elemen-elemen dari U. Suatu himpunan fuzzy F dalam semesta pembicaraan U dapat direpresentasikan oleh

suatu fungsi keanggotaan (*membership function*) μ_F yang mewakili nilai dalam interval $[0,1]$ untuk tiap u dalam U dinyatakan sebagai $\mu_F = U \rightarrow [0,1]$

Himpunan fuzzy F dalam U biasanya dinyatakan sebagai himpunan pasangan berurutan u dan derajat keanggotaan.

$$F \{ (u, \mu_f(u)) \mid u \in U \}$$

Jika U kontinyu, himpunan fuzzy F dapat ditulis sebagai :

$$F = \int \frac{\mu_f}{u}$$

Jika U diskrit, himpunan fuzzy F dinyatakan sebagai :

$$F = \sum_{i=1}^n \frac{\mu_f}{u_i}$$

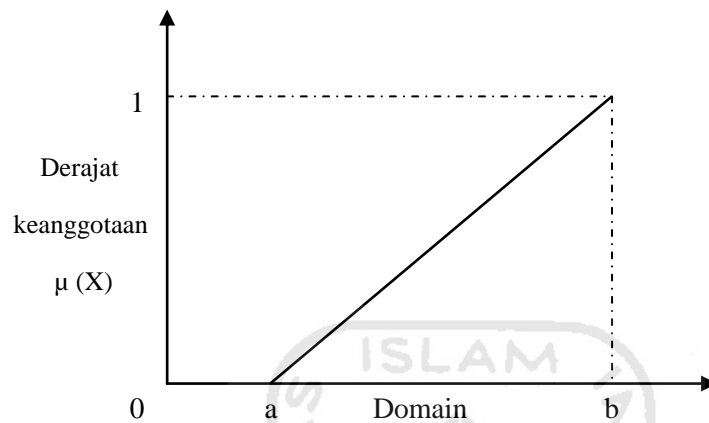
2.9.3 Fungsi Keanggotaan

Fungsi keanggotaan (*membership function*) adalah suatu kurva yang menunjukkan pemetaan titik-titik input data ke dalam nilai keanggotaannya yang memiliki interval antara 0 sampai 1. Salah satu cara yang dapat digunakan untuk mendapatkan nilai keanggotaan adalah dengan melalui pendekatan fungsi. Ada beberapa fungsi yang dapat digunakan, yaitu :

1. Representasi Linier

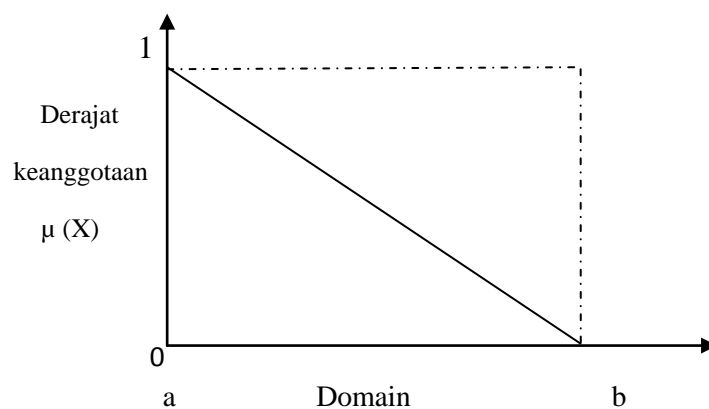
Pada representasi linear, pemetaan input ke derajat keanggotaannya digambarkan sebagai suatu garis lurus. Bentuk ini paling sederhana dan menjadi pilihan yang baik untuk mendekati suatu konsep yang kurang jelas. ada dua keadaan himpunan *min* yang linear.

Pertama, kenaikan himpunan dimulai pada nilai *domain* yang memiliki derajat keanggotaan nol [0] bergerak ke kanan menuju ke nilai *domain* yang memiliki derajat keanggotaan lebih tinggi dan kedua adalah kebalikannya.



Gambar 2.5 Representasi Linear Naik

Kedua, merupakan kebalikan dari yang pertama. Garis lurus dimulai dari nilai domain dengan derajat keanggotaan tertinggi pada sisi kiri, kemudian bergerak menuru n ke nilai domain yang memiliki derajat keanggotaan lebih rendah.



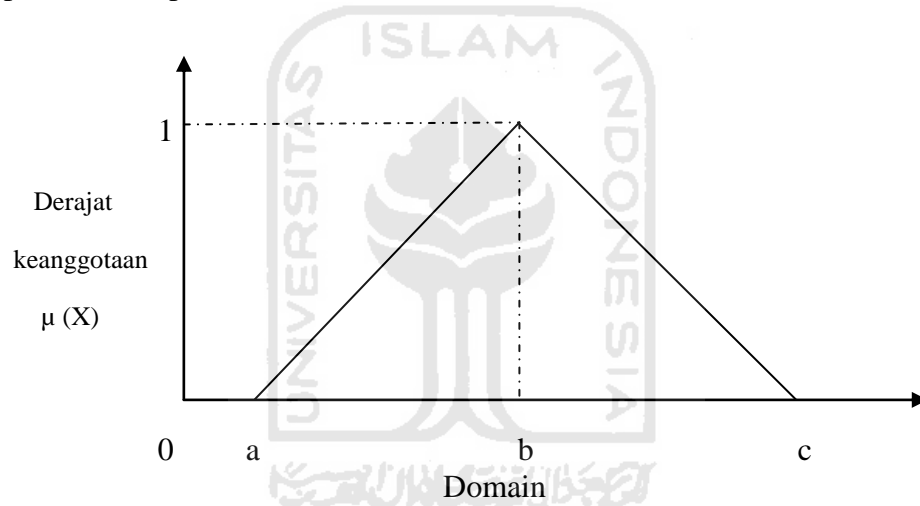
Gambar 2.6 Representasi Linear Turun

Rumus fungsi keanggotaan representasi linear adalah sebagai berikut:

$$\mu \left[\frac{x}{a, b} \right] = \begin{cases} 0 & ; x \leq a \\ \frac{x - a}{b - a} & ; a \leq x \leq b \\ 1 & ; x \geq b \end{cases}$$

2. Representasi Kurva Segitiga

Kurva segitiga pada dasarnya merupakan gabungan antara dua garis (*linear*), seperti terlihat pada **Gambar 2.7**.



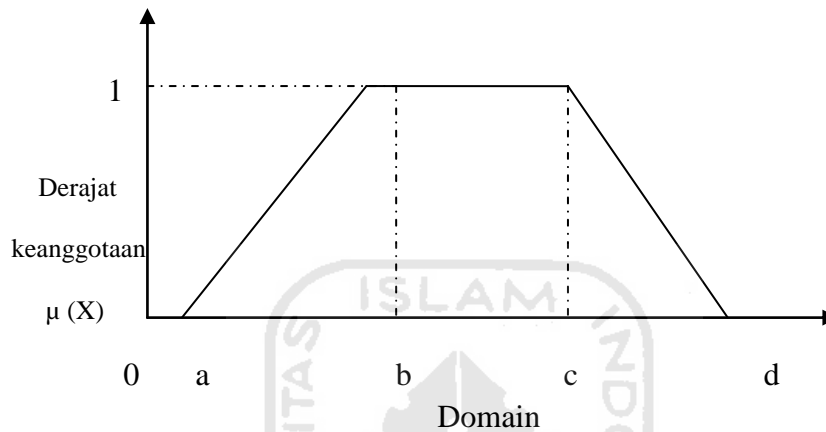
Gambar 2.7 Kurva Segitiga

Rumus fungsi keanggotaan representasi segitiga adalah sebagai berikut:

$$\mu(x, a, b, c) = \begin{cases} 0 & ; x \leq a \text{ atau } x \geq c \\ (x - a)/(b - a) & ; a \leq x \leq b \\ (c - x)/(c - b) & ; b \leq x \leq c \end{cases}$$

3. Representasi Kurva Trapesium

Kurva trapesium pada dasarnya seperti bentuk segitiga hanya saja ada beberapa titik yang memiliki nilai keanggotaan 1, seperti dilihat pada Gambar 2.7.



Gambar 2.8 Kurva Trapesium

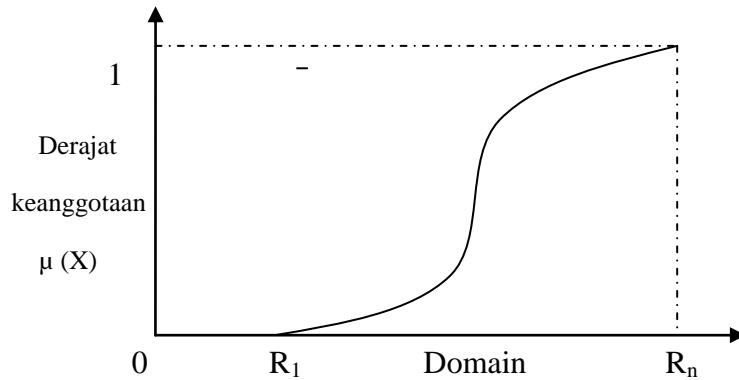
Rumus fungsi keanggotaan representasi kurva trapesium adalah sebagai berikut:

$$F(x, a, b, c, d) = \begin{cases} 0 & ; x \leq a \\ (x - a)/(b - a) & ; a \leq x \leq b \\ 1 & ; b \leq x \leq c \\ (d - x)/(d - c) & ; c \leq x \leq d \\ 0 & ; x \geq d \end{cases}$$

4. Representasi Kurva-S

Kurva-S atau *sigmoid* berhubungan dengan kenaikan dan penurunan secara tak linear. Kurva pertumbuhan dan penyusutan merupakan kurva-S.

Pertama, kurva-S untuk pertumbuhan akan bergerak dari sisi paling kiri (nilai keanggotaan = 0) ke sisi paling kanan (nilai keanggotaan = 1) seperti pada.

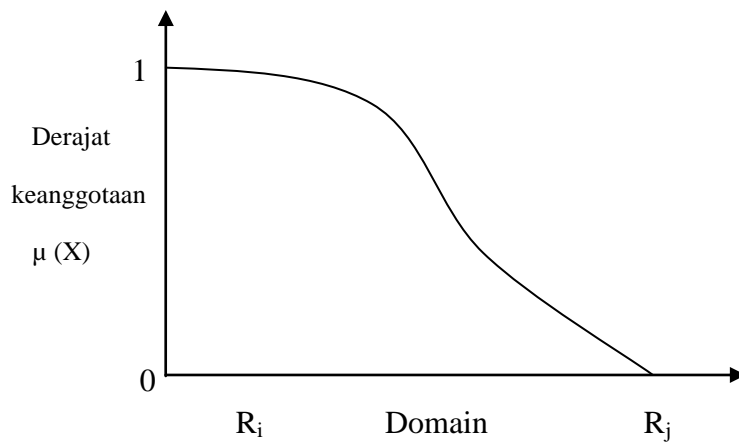


Gambar 2.9 Kurva-S Pertumbuhan

Rumus fungsi keanggotaan pada kurva S (Pertumbuhan) adalah sebagai berikut:

$$S(x; \alpha; \beta; \gamma) = \begin{cases} 0 & ; x \leq \alpha \\ 2((x - \alpha)/(\gamma - \alpha))^2 & ; \alpha \leq x \leq \beta \\ 1 - 2((\gamma - x)/(\gamma - \alpha))^2 & ; \beta \leq x \leq \gamma \\ 1 & ; x \geq \gamma \end{cases}$$

Sedangkan Kurva-S PENYUSUTAN akan bergerak dari sisi paling kanan (nilai keanggotaan = 1) ke sisi paling kiri (nilai keanggotaan = 0).



Gambar 2.10 Kurva-S Penyusutan

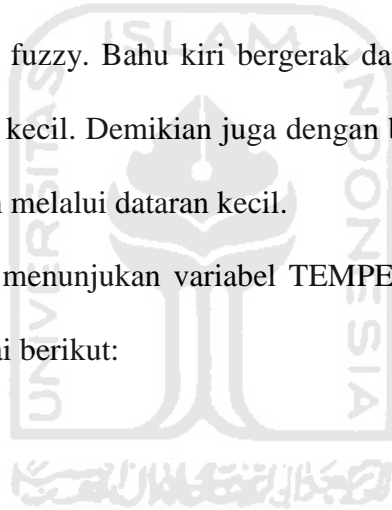
Rumus fungsi keanggotaan pada kurva S (Penyusutan) adalah sebagai berikut:

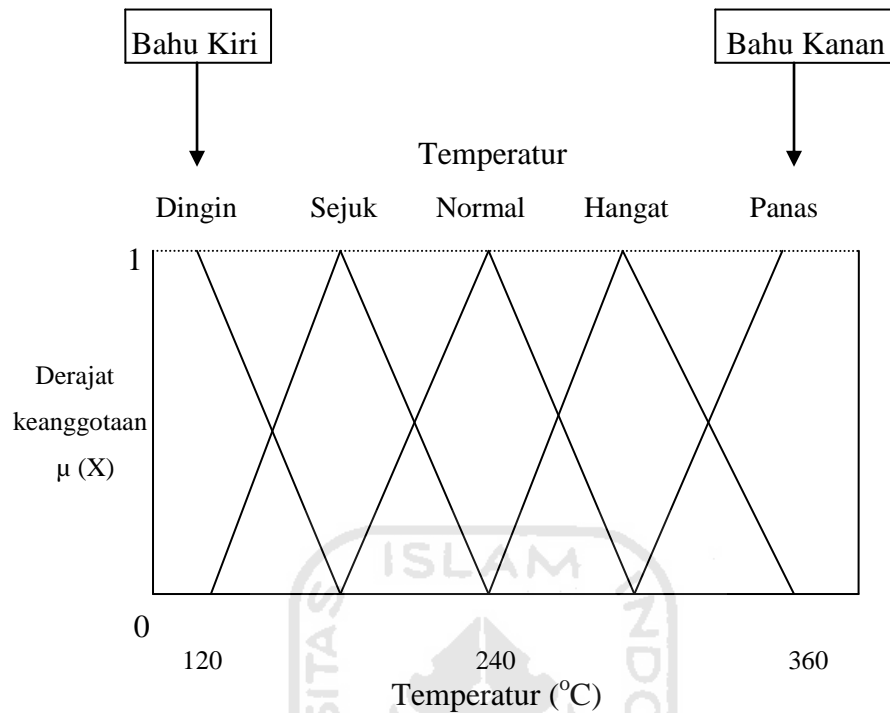
$$S(x; \alpha; \beta; \gamma) = \begin{cases} 1 & ; x \leq \alpha \\ 1 - 2((\gamma - x)/(\gamma - \alpha))^2 & ; \alpha \leq x \leq \beta \\ 2((x - \alpha)/(\gamma - \alpha))^2 & ; \beta \leq x \leq \gamma \\ 0 & ; x \geq \gamma \end{cases}$$

5. Representasi Kurva Bentuk Bahu

Himpunan fuzzy 'bahu', bukan segitiga, digunakan untuk mengakhiri variabel suatu daerah fuzzy. Bahu kiri bergerak dari benar ke salah dengan melalui suatu dataran kecil. Demikian juga dengan bahu kanan bergerak dari salah ke benar dengan melalui dataran kecil.

Gambar dibawah ini menunjukkan variabel TEMPERATUR dengan daerah bahunya, yaitu sebagai berikut:





Gambar 2.11 Daerah 'Bahu' Pada Variabel TEMPERATUR

6. Representasi Kurva Bentuk Lonceng

Kurva bentuk lonceng ini terbagi atas tiga kelas, yaitu: kurva PI, BETA, dan GAUSS.

a) Kurva π

Kurva π berbentuk lonceng dengan derajat keanggotaan 1 terletak padapusat dengan domain (γ), dan lebar kurva (β). Nilai kurva untuk suatu nilai domain x diberikan sebagai :

$$\pi(x; \beta, \gamma) = \begin{cases} S(x : (\gamma - \beta), (\gamma - (\beta/2)), \gamma) & : x \leq \gamma \\ 1 - S(x : \gamma, (\gamma + (\beta/2)), (\gamma + \beta)) & : x \geq \gamma \end{cases}$$

b) Kurva BETA

Seperti halnya PI, kurva BETA juga berbentuk lonceng namun lebih rapat. Kurva ini juga didefinisikan dengan 2 parameter, yaitu nilai pada domain yang menunjukkan pusat kurva (γ), dan setengah lebar kurva (β).

Nilai kurva untuk suatu nilai domain x diberikan sebagai :

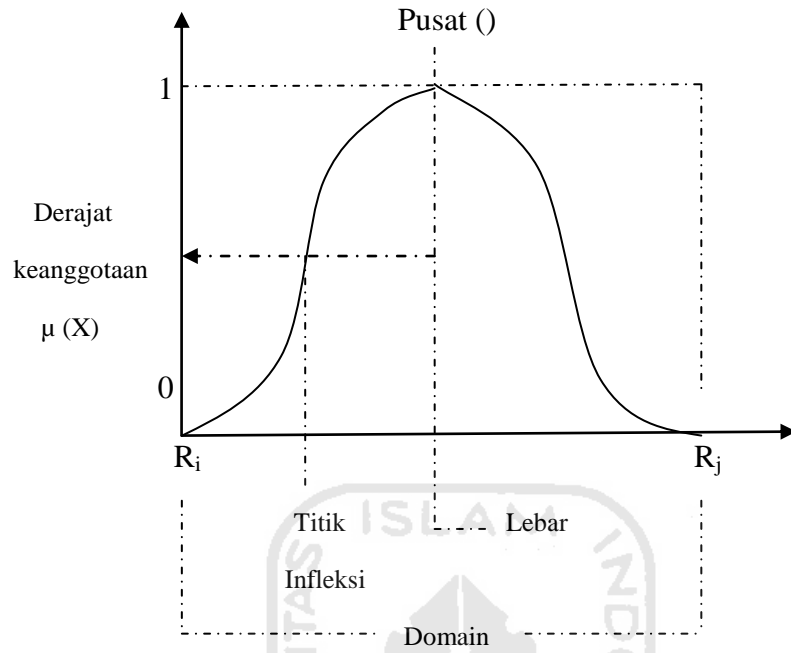
$$B(x; \gamma, \beta) = 1 / (1 + ((x - \gamma) - \beta)^2)$$

c) Kurva GAUSS

Jika kurva PI dan kurva BETA menggunakan 2 parameter yaitu (γ) dan (β), kurva GAUSS juga menggunakan (γ) untuk menunjukkan nilai domain pada pusat kurva, dan (k) yang menunjukkan lebar kurva. Nilai kurva untuk suatu domain x diberikan sebagai :

$$G(x; k, \gamma) = e - k (\gamma - x)^2$$

Di bawah ini merupakan gambar yang menunjukkan kurva bentuk lonceng (*bell curve*), sebagai berikut:



Gambar 2.12 Kurva Bentuk Lonceng

BAB III

METODOLOGI PENELITIAN

3.1 Langkah Penelitian

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

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-fenomena atau parameter-parameter yang relevan disistematika, diklarifikasikan dan dihubung-hubungkan 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 ketek-nikindustrian. Formulasi masalah juga telah ditetapkan tujuan dari penelitian serta batasan-batasan masalah yang dihadapi.

3.1.3 Objek Penelitian

Penelitian ini dilakukan di CV. Batik Indah Rara Djonggrang (*outlet* penjualan), jalan Tirtodipuran Yogyakarta yang merupakan pembeli dan melibatkan satu pemanufaktur yaitu CV. Batik Indah Rara Djonggrang (*factory*), jalan Imogiri Yogyakarta. Keterlibatan pabrik CV. Batik Indah Rara Djonggrang dengan *outlet* penjualan CV. Batik Indah Rara Djonggrang merupakan hubungan antara pemanufaktur dengan pembeli. Dalam penelitian ini akan dikembangkan model yang akan mengintegrasikan satu pemanufaktur 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 matematika yang menjadi fokus penelitian dan juga *state of the art* (SOTA). Model yang digunakan adalah, Ouyang, *et.al.*, 2007. 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. Dalam pengolahan data ini akan digunakan pendekatan Logika Fuzzy untuk data permintaan dan fuzzy lead time. Adapun tahapan-tahapan dalam pemrosesan Logika Fuzzy.

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 dengan pendekatan Logika Fuzzy untuk data permintaan dan data lead time.

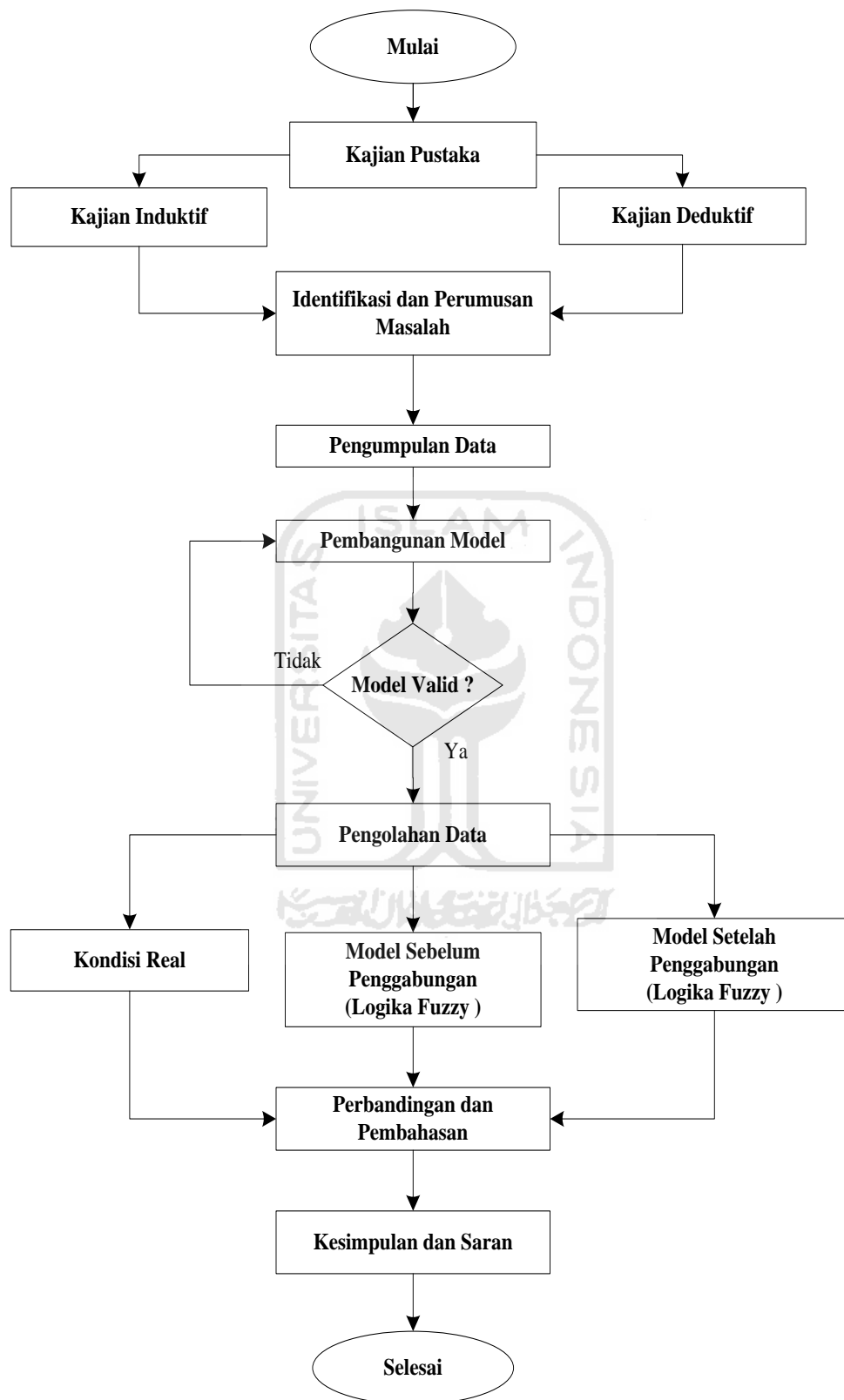
3.1.6 Pembahasan

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.





Gambar 3.1 Diagram Alir Penelitian

3.2 Karakteristik Sistem

Penelitian dilakukan pada sebuah perusahaan pamanufaktur yang bergerak dalam bidang pembuatan batik, dimana penelitian dikhususkan pada batik tulis bahan mori primisima. 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*) kepada pihak pamanufaktur. Hubungan antara pamanufaktur dan pembeli ditunjukkan pada Gambar 3.2.

Pamanufaktur merupakan pihak yang memproduksi kain batik (batik tulis), sedangkan pembeli adalah pihak yang melakukan permintaan (batik tulis) kepada pamanufaktur untuk dijual ke konsumen. Transaksi diawali dengan adanya pesanan kain batik cap dari pembeli ke pamanufaktur. Biaya pesan disimbolkan, A , selama 1 tahun. Setelah menerima pesanan dari pembeli, pamanufaktur melakukan *setup*, dengan biaya *setup*, S , untuk memulai proses produksi.

Bahan baku dibutuhkan untuk memproduksi kain batik yang dipesan kemudian diproduksi oleh pamanufaktur dengan rata-rata tingkat produksi, P dan biaya yang dikeluarkan untuk memproduksi satu unit batik cap adalah C_v . Selanjutnya, batik cap dikirim ke tempat penyimpanan (gudang) pamanufaktur, dengan fraksi biaya simpan per unit per tahun, r_v , sehingga biaya simpan per unit per tahun adalah $r_v C_v$ atau h_v . Panjang *lead time*, L juga bersifat probabilistik dikarenakan dari pihak pamanufaktur tidak dapat memastikan kapan pesanan pembeli dapat diterima oleh pembeli.

Faktor pengaman, k saat ini tidak optimal. Faktor pengaman membuat 2 hal yang bertentangan pada kondisi permintaan tidak pasti, yaitu:

1. Jika faktor pengaman terlalu tinggi maka akan menyebabkan biaya simpan, h_b yang tinggi pula.
2. Sedangkan jika faktor pengaman terlalu rendah, maka akan menyebabkan terjadinya kehabisan stok, β , sehingga perlu dilakukan pemesanan ulang.

Maka dengan itu, perlu mengoptimalkan faktor pengaman, k . Faktor pengaman ini kemudian juga akan mengoptimalkan persediaan pengaman, ss dan juga titik pemesanan ulang (*reorder point*), ROP .

Dengan mengoptimalkan faktor pengaman, maka terdapat 2 keuntungan yang diperoleh dalam penelitian ini, yaitu:

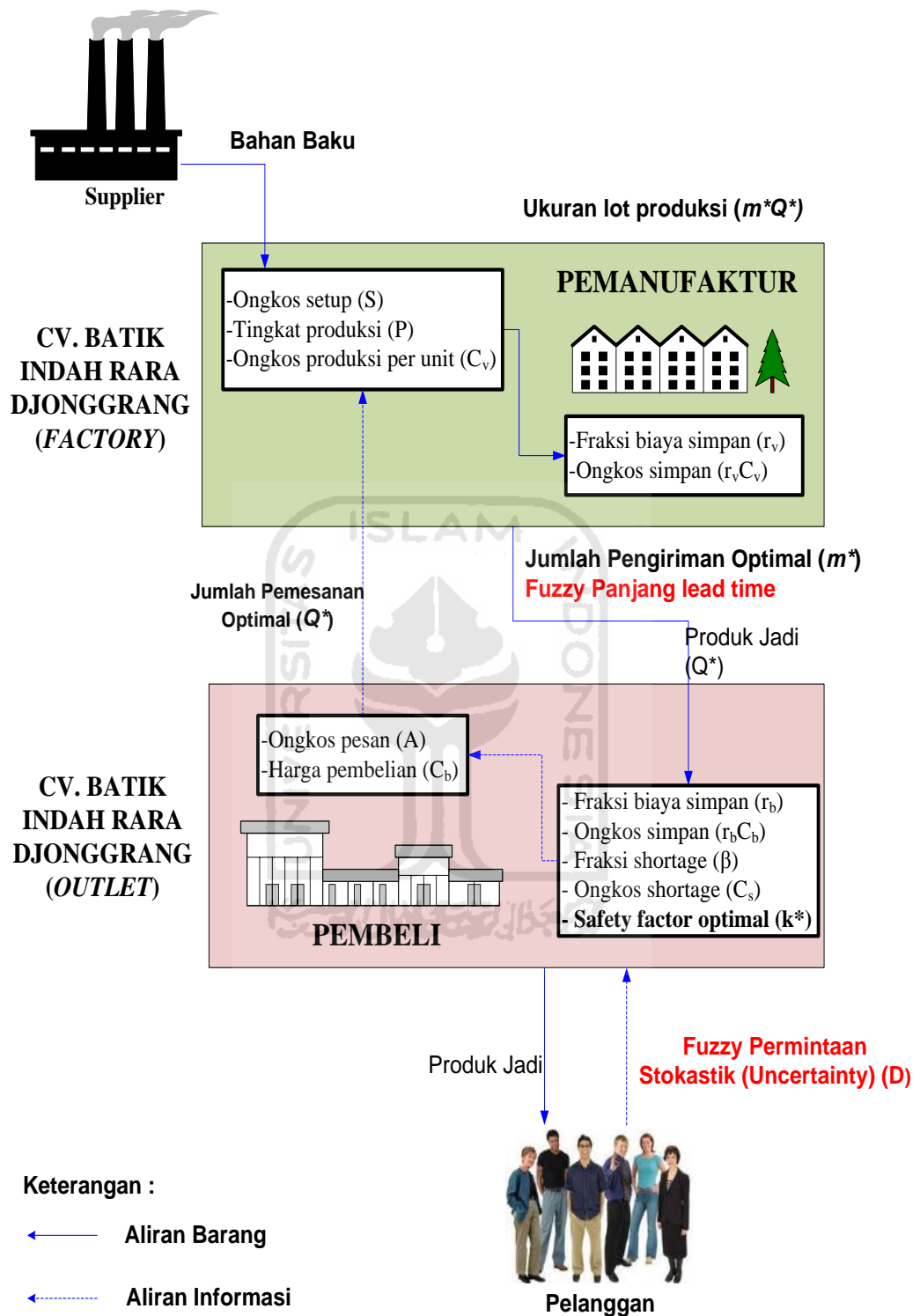
1. Biaya simpan, h_b dapat direduksi menjadi lebih optimal.
2. Biaya pemesanan ulang (*shortage cost*), β juga dapat direduksi menjadi lebih optimal.

Kemudian pamanufaktur 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 fraksi biaya simpan per unit per tahun, r_b , sehingga biaya simpan per unit per tahun adalah $r_b C_b$.

Tujuan dari penelitian ini adalah menggabungkan pamanufaktur tunggal dan pembeli tunggal untuk menentukan jumlah pemesanan (Q^*), jumlah

pengiriman (m^*) dan faktor pengaman (k^*) yang optimal dengan kondisi ketidakpastian (*uncertainty*).





Gambar 3.2 Karakteristik Sistem Integrasi Rantai Pasok Antara Pemanufaktur Tunggal dan Pembeli Tunggal

3.3 Pengembangan 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

- \tilde{D} : fuzzy rata-rata permintaan per tahun
- D : permintaan pembeli
- Δ_1 : bilangan *crisp* batas atas untuk permintaan
- Δ_2 : bilangan *crisp* batas bawah untuk permintaan
- P : tingkat produksi pemanufaktur per tahun
- A : ongkos pesan dari pembeli ke pemanufaktur
- S : ongkos setup pemanufaktur
- C_v : ongkos yang dikeluarkan pemanufaktur untuk produksi 1 unit
- C_b : ongkos yang dikeluarkan pembeli untuk pembelian 1 unit
- C_s : ongkos *shortage* yang dibayarkan pembeli
- r_v : fraksi tingkat ongkos simpan untuk pemanufaktur
- r_b : fraksi tingkat ongkos simpan untuk pembeli
- \tilde{L} : fuzzy panjang waktu tenggang (*lead time*)
- Δ_3 : bilangan *crisp* batas atas untuk waktu tenggang
- Δ_2 : bilangan *crisp* batas bawah untuk waktu tenggang
- ROP : titik pemesanan ulang (*reorder point*)
- k : faktor pengaman inventori (*safety factor*)
- β : fraksi terjadinya kekurangan (*shortage*)

σ_D : standar deviasi permintaan (*demand*)

σ_L : standar deviasi waktu tenggang (*lead time*)

3.3.2 Asumsi

Asumsi dan batasan yang digunakan pada penelitian ini adalah sebagai berikut :

1. Pembeli tunggal dan Pemanufaktur tunggal.
2. Produksi lebih besar dari pada total permintaan ($P > D$).
3. Produk tunggal.
4. Data yang dikumpulkan adalah 1 tahun.
5. Tidak diasumsikan adanya *quantity discount*.
6. Permintaan dan waktu tenggang tidak dapat diketahui pasti, sehingga menggunakan *fuzzy*.

3.3.3 Variabel Keputusan dan Kriteria Performansi

1. Variabel Keputusan

Q^* : lot pemesanan pembeli

m^* : jumlah pengiriman, bilangan integer

k^* : faktor pengaman

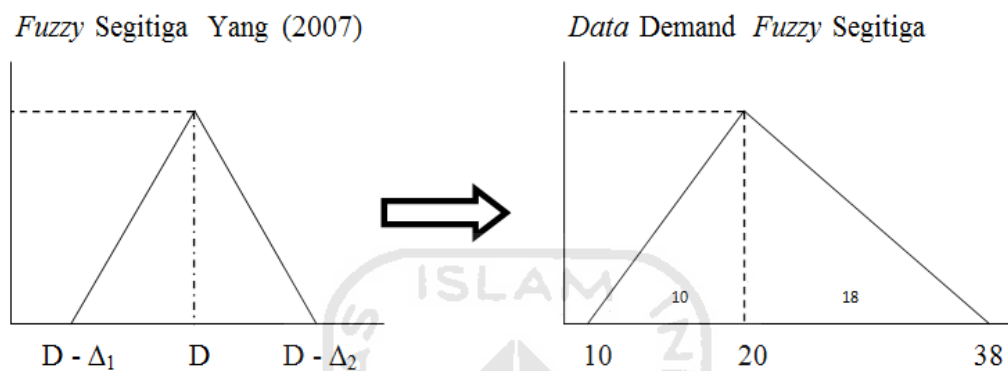
2. Kriteria Performansi

JTC : total ongkos gabungan

3.3.4 Teorema Fuzzy

Dengan menggunakan teorema fuzzy yang dirumuskan oleh Yang (2007) pada Bab. II dan dimodifikasi, sehingga menjadi :

1. Fuzzy Permintaan (Fuzzy Demand)



Gambar 3.3 Fuzzy segitiga (Demand)

Seperti pada gambar 3.3, dengan mengikuti teorema Yang (2007):

$$= \frac{1}{4} (2b + a + c)$$

Sehingga diperoleh persamaan :

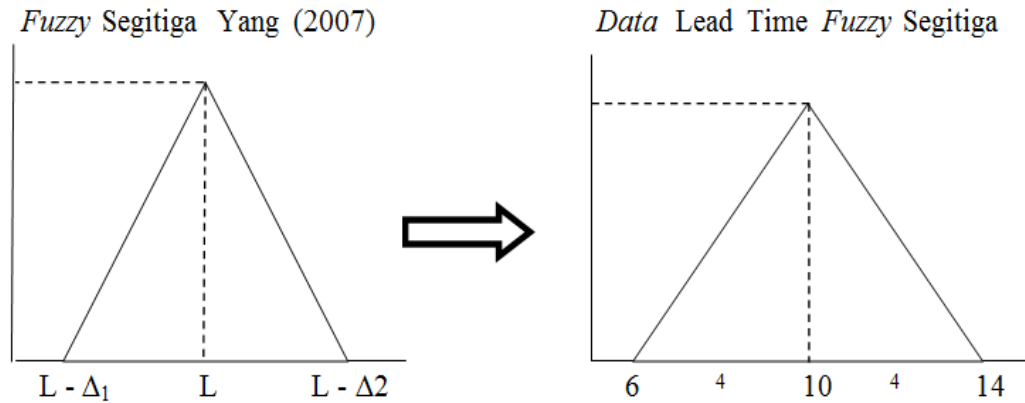
$$= \frac{1}{4,8} (2b + a + 1,8c)$$

$$= \frac{1}{4,8} (2D + D - \Delta_1 + 1,8D + \Delta_2)$$

$$= \frac{1}{4,8} (4,8D + \Delta_2 - \Delta_1)$$

$$= D + \frac{(\Delta_2 - \Delta_1)}{4,8} \quad \dots (3.1)$$

2. Fuzzy Lead Time



Gambar 3.4 Fuzzy segitiga (Lead Time)

Seperti pada **gambar 3.4**, dengan mengikuti teorema Yang (2007), sehingga diperoleh persamaan :

$$\begin{aligned}
 &= \frac{1}{4}(2b + a + c) \\
 &= \frac{1}{4}(2L + L - \Delta_1 + L + \Delta_2) \\
 &= \frac{1}{4}(4L + \Delta_2 - \Delta_1) \\
 &= L + \frac{(\Delta_2 - \Delta_1)}{4} \quad \Rightarrow \quad = L + \frac{(\Delta_4 - \Delta_3)}{4} \quad \dots (3.2)
 \end{aligned}$$

3.3.5 Model Matematis

1. Pembeli Tunggal (*Single Buyer*)

Total ongkos pembeli (TC_b) dirumuskan dengan mensubstitusi persamaan (3.1)

dan (3.2) ke dalam persamaan (2.8), sehingga menjadi persamaan berikut ini:

$$TC_b(Q, k) = \frac{A \left(D + \frac{\Delta_2 - \Delta_1}{4,8} \right)}{Q} + r_b C_b \left\{ \frac{Q}{2} + k \sigma \sqrt{\left(L + \frac{\Delta_4 - \Delta_3}{4} \right)} \right\}$$

$$+ \frac{\left(D + \frac{\Delta_2 - \Delta_1}{4,8}\right)}{Q} C_s \beta \sigma \sqrt{\left(L + \frac{\Delta_4 - \Delta_3}{4}\right)} \omega \text{ €} \quad \dots (3.3)$$

2. Pemanufaktur Tunggal (*Single Supplier*)

Total ongkos pemanufaktur (TC_v) dirumuskan dengan mensubstitusikan persamaan (3.1) dan (3.2) ke dalam persamaan (2.12), sehingga menjadi persamaan berikut ini:

$$TC_{v(m)} = \frac{\left(D + \frac{\Delta_2 - \Delta_1}{4,8}\right) S}{Q \cdot m} + r_v C_v \frac{Q}{2} \left\{ m \left[1 - \frac{\left(D + \frac{\Delta_2 - \Delta_1}{4,8}\right)}{P} \right] - 1 + \frac{2 \left(D + \frac{\Delta_2 - \Delta_1}{4,8}\right)}{P} \right\} \dots (3.4)$$

3.3.6 Optimisasi

1. Model Sebelum Penggabungan

Syarat perlu (turunan pertama = 0)

a. Ukuran Pemesanan Optimal (Q^*)

$$\frac{\partial TC_b}{\partial Q} = 0$$

$$\frac{C_b r_b}{2} - \frac{A \cdot \tilde{D}}{Q^2} - \frac{\tilde{D}}{Q^2} C_s \beta \sigma \sqrt{L \omega} \text{ €} = 0$$

$$Q = \sqrt{\frac{2 \tilde{D} \left[A + C_s \beta \sigma \sqrt{L \omega} \text{ €} \right]}{C_b r_b}}$$

Atau dapat ditulis menjadi :

$$Q = \sqrt{\frac{2 \left(D + \frac{\Delta_2 - \Delta_1}{4,8} \right) \left[A + C_s \beta \sigma \sqrt{\left(L + \frac{\Delta_4 - \Delta_3}{4} \right)} \right]}{C_b r_b}} \dots (3.5)$$

b. Faktor Pengaman Optimal (k^*)

$$\frac{\partial TC_b}{\partial k} = 0$$

$$\frac{\tilde{D}}{Q} C_s \beta \sigma \sqrt{L} \left[\Phi(k) - 1 \right] - r_b C_b \sigma \sqrt{L} = 0$$

$$\Phi(k) = 1 - \frac{r_b C_b \sigma \sqrt{L} Q}{\tilde{D} C_s \beta \sigma \sqrt{L}}$$

Atau dapat ditulis menjadi :

$$\Phi(k) = 1 - \frac{r_b C_b \sigma \sqrt{\left(L + \frac{\Delta_4 - \Delta_3}{4} \right)} Q}{\left(D + \frac{\Delta_2 - \Delta_1}{4,8} \right) C_s \beta \sigma \sqrt{\left(L + \frac{\Delta_4 - \Delta_3}{4} \right)}} \dots (3.6)$$

c. Jumlah Pengiriman (m^*)

$$\frac{\partial TC_v}{\partial m} = 0$$

$$\frac{\tilde{D} S}{Q m^2} - \frac{Q C_v r_v \left(\frac{\tilde{D}}{P} - 1 \right)}{2} = 0$$

$$m = -\frac{1}{Q} \sqrt{\frac{2\tilde{D}S}{C_v r_v \left(\frac{\tilde{D}}{P} - 1 \right)}}$$

Atau dapat ditulis menjadi :

$$m = -\frac{1}{Q} \sqrt{\frac{2 \left(D + \frac{\Delta_2 - \Delta_1}{4,8} \right) S}{C_v r_v \left[\frac{\left(D + \frac{\Delta_2 - \Delta_1}{4,8} \right)}{P} - 1 \right]}} \quad \dots (3.7)$$

2. Model Sesudah Penggabungan

$$JTC = TC_b + TC_v$$

$$JTC = \frac{A \cdot \tilde{D}}{Q} + r_b C_b \left(\frac{Q}{2} + k\sigma \sqrt{\tilde{L}} \right) + \frac{\tilde{D}}{Q} C_s \beta \sigma \sqrt{L} \omega \left(\frac{\tilde{D}}{P} - 1 \right) + \frac{\tilde{D} \cdot S}{Q \cdot m} + r_v C_v \frac{Q}{2} \left[m \left(1 - \frac{\tilde{D}}{P} \right) - 1 + \frac{2\tilde{D}}{P} \right]$$

Atau dapat ditulis menjadi :

$$JTC = \frac{A \left(D + \frac{\Delta_2 - \Delta_1}{4,8} \right)}{Q} + r_b C_b \left\{ \frac{Q}{2} + k\sigma \sqrt{\left(L + \frac{\Delta_4 - \Delta_3}{4} \right)} \right\} + \frac{\left(D + \frac{\Delta_2 - \Delta_1}{4,8} \right)}{Q} C_s \beta \sigma \sqrt{\left(L + \frac{\Delta_4 - \Delta_3}{4} \right)} \omega \left(\frac{\tilde{D}}{P} - 1 \right) + \frac{S \cdot \left(D + \frac{\Delta_2 - \Delta_1}{4,8} \right)}{Q \cdot m}$$

$$+ r_v C_v \frac{Q}{2} \left\{ m \left[1 - \frac{\left(D + \frac{\Delta_2 - \Delta_1}{4,8} \right)}{P} \right] - 1 + \frac{2 \left(D + \frac{\Delta_2 - \Delta_1}{4,8} \right)}{P} \right\} \dots (3.8)$$

Syarat perlu (turunan pertama = 0)

a. Ukuran Pemesanan Optimal (Q^*)

$$\frac{\partial JTC}{\partial Q} = 0$$

$$\frac{C_b r_b}{2} - \frac{A \tilde{D}}{Q^2} - \frac{C_v r_v \left[m \left(\frac{\tilde{D}}{P} - 1 \right) - \frac{2\tilde{D}}{P} + 1 \right]}{2} - \frac{\tilde{D}}{Q^2} C_s \beta \sigma \sqrt{\tilde{L} \omega} \left(\frac{\tilde{D} \cdot S}{Q^2 m} \right) = 0$$

$$Q = \frac{2\tilde{D} \left[A + \frac{S}{m} + C_s \beta \sigma \sqrt{\tilde{L} \omega} \left(\frac{\tilde{D} \cdot S}{Q^2 m} \right) \right]}{\sqrt{C_b r_b - C_v r_v \left[m \left(\frac{\tilde{D}}{P} - 1 \right) - \frac{2\tilde{D}}{P} + 1 \right]}}$$

Atau dapat ditulis menjadi :

$$Q = \frac{2 \left(D + \frac{\Delta_2 - \Delta_1}{4,8} \right) \left[A + \frac{S}{m} + C_s \beta \sigma \sqrt{\left(L + \frac{\Delta_4 - \Delta_3}{4} \right) \omega} \left(\frac{\tilde{D} \cdot S}{Q^2 m} \right) \right]}{\sqrt{C_b r_b - C_v r_v \left\{ m \left[\frac{\left(D + \frac{\Delta_2 - \Delta_1}{4,8} \right)}{P} - 1 \right] - \frac{2 \left(D + \frac{\Delta_2 - \Delta_1}{4,8} \right)}{P} + 1 \right\}}}$$

... (3.9)

b. Faktor Pengaman Optimal (k^*)

$$\frac{\partial JTC}{\partial k} = 0$$

$$\frac{\tilde{D}}{Q} C_s \beta \sigma \sqrt{L} \left[\Phi \left(\frac{\tilde{D}}{P} - 1 \right) \right] - r_b C_b \sigma \sqrt{L} = 0$$

$$\Phi \left(\frac{\tilde{D}}{P} - 1 \right) = 1 - \frac{r_b C_b \sigma \sqrt{L} Q}{\tilde{D} C_s \beta \sigma \sqrt{L}}$$

Atau dapat ditulis menjadi :

$$\Phi \left(\frac{\tilde{D}}{P} - 1 \right) = 1 - \frac{r_b C_b \sigma \sqrt{\left(L + \frac{\Delta_4 - \Delta_3}{4} \right)} Q}{\left(D + \frac{\Delta_2 - \Delta_1}{4,8} \right) C_s \beta \sigma \sqrt{\left(L + \frac{\Delta_4 - \Delta_3}{4} \right)}} \quad \dots (3.10)$$

c. Jumlah Pengiriman (m^*)

$$\frac{\partial JTC}{\partial m} = 0$$

$$-\frac{\tilde{D} S}{Q m^2} - \frac{Q C_v r_v \left(\frac{\tilde{D}}{P} - 1 \right)}{2} = 0$$

$$m = -\frac{1}{Q} \sqrt{\frac{2 \tilde{D} S}{C_v r_v \left(\frac{\tilde{D}}{P} - 1 \right)}}$$

Atau dapat ditulis menjadi :

$$m = -\frac{1}{Q} \sqrt{\frac{2 \left(D + \frac{\Delta_2 - \Delta_1}{4,8} \right) S}{C_v r_v \left[\frac{\left(D + \frac{\Delta_2 - \Delta_1}{4,8} \right)}{P} - 1 \right]}} \quad \dots (3.11)$$

Tabel 3.1 Perbandingan Kedua Formulasi Model

Model	Variabel Keputusan	Formulasi Model
Sebelum Penggabungan	Ukuran lot pemesanan (Q^*)	$Q = \sqrt{\frac{2\left(D + \frac{\Delta_2 - \Delta_1}{4,8}\right) \left[A + C_s \beta \sigma \sqrt{\left(L + \frac{\Delta_4 - \Delta_3}{4}\right)} \omega \right]}{C_b r_b}}$
	Faktor Pengaman (k^*)	$\Phi \left(\frac{k^*}{\sigma} \right) = 1 - \frac{r_b C_b \sigma \sqrt{\left(L + \frac{\Delta_4 - \Delta_3}{4}\right)} Q}{\left(D + \frac{\Delta_2 - \Delta_1}{4,8}\right) C_s \beta \sigma \sqrt{\left(L + \frac{\Delta_4 - \Delta_3}{4}\right)}}$
	Jumlah pengiriman (m^*)	$m = \frac{1}{Q} \sqrt{\frac{2\left(D + \frac{\Delta_2 - \Delta_1}{4,8}\right) S}{C_v r_v \left[\frac{\left(D + \frac{\Delta_2 - \Delta_1}{4,8}\right)}{P} - 1 \right]}}$

Model	Variabel Keputusan	Formulasi Model
Sesudah Penggabungan	Ukuran lot pemesanan (Q^*)	$Q = \sqrt{\frac{2\left(D + \frac{\Delta_2 - \Delta_1}{4,8}\right) \left[A + \frac{S}{m} + C_s \beta \sigma \sqrt{\left(L + \frac{\Delta_4 - \Delta_3}{4}\right)} \omega \right]}{C_b r_b - C_v r_v \left\{ m \left[\frac{\left(D + \frac{\Delta_2 - \Delta_1}{4,8}\right)}{P} - 1 \right] - \frac{2\left(D + \frac{\Delta_2 - \Delta_1}{4,8}\right)}{P} + 1 \right\}}}$
	Faktor Pengaman (k^*)	$\Phi \left(\frac{k^*}{\sigma} \right) = 1 - \frac{r_b C_b \sigma \sqrt{\left(L + \frac{\Delta_4 - \Delta_3}{4}\right)} Q}{\left(D + \frac{\Delta_2 - \Delta_1}{4,8}\right) C_s \beta \sigma \sqrt{\left(L + \frac{\Delta_4 - \Delta_3}{4}\right)}}$

	Jumlah pengiriman (m^*)	$m = -\frac{1}{Q} \sqrt{\frac{2\left(D + \frac{\Delta_2 - \Delta_1}{4,8}\right)S}{C_v r_v \left[\frac{\left(D + \frac{\Delta_2 - \Delta_1}{4,8}\right)}{P} - 1\right]}}$
--	-----------------------------	--

3.3.7 Algoritma Solusi

1. Model Sebelum Penggabungan

Langkah 1 : Mulai dari $k = 0$ (dengan $\psi(k) = 0,398$, $\varphi(k) = 0,398$ dan $\phi(k) = 0,5$)

Langkah 2 : Dengan k_m dan m , hitung Q_m .

$$Q = \sqrt{\frac{2\left(D + \frac{\Delta_2 - \Delta_1}{4,8}\right) \left[A + C_s \beta \sigma \sqrt{\left(L + \frac{\Delta_4 - \Delta_3}{4}\right) \omega(\epsilon)} \right]}{C_b r_b}}$$

Langkah 3 : Dengan menggunakan Q_m dan m_i , hitung $\phi(k)$ dan tentukan k .

$$\Phi(\epsilon) = 1 - \frac{r_b C_b \sigma \sqrt{\left(L + \frac{\Delta_4 - \Delta_3}{4}\right) Q}}{\left(D + \frac{\Delta_2 - \Delta_1}{4,8}\right) C_s \beta \sigma \sqrt{\left(L + \frac{\Delta_4 - \Delta_3}{4}\right)}}$$

Langkah 4 : Ulangi langkah 2-3 hingga Q dan k tidak berubah.

Langkah 5 : Hitung $TC_b(Q, k)$

$$TC_b(Q, k) = \frac{A \left(D + \frac{\Delta_2 - \Delta_1}{4,8}\right)}{Q} + r_b C_b \left\{ \frac{Q}{2} + k \sigma \sqrt{\left(L + \frac{\Delta_4 - \Delta_3}{4}\right)} \right\} + \frac{\left(D + \frac{\Delta_2 - \Delta_1}{4,8}\right)}{Q} C_s \beta \sigma \sqrt{\left(L + \frac{\Delta_4 - \Delta_3}{4}\right) \omega(\epsilon)}$$

Langkah 6 : Set $m = 1$

Langkah 7 : Hitung $TC_v(m)$

$$TC_v(m) = \frac{\left(D + \frac{\Delta_2 - \Delta_1}{4,8}\right) \cdot S}{Q \cdot m} + r_v C_v \frac{Q}{2} \left\{ m \left[1 - \frac{\left(D + \frac{\Delta_2 - \Delta_1}{4,8}\right)}{P} \right] - 1 + \frac{2 \left(D + \frac{\Delta_2 - \Delta_1}{4,8}\right)}{P} \right\}$$

Langkah 8 : Set $m = m + 1$ dan ulangi langkah 7.

Langkah 9 : Jika $TC_v(m) \leq TC_v(m-1)$ ke langkah 8, jika tidak ke langkah 10.

Langkah 10 : Set $Q_m^*, k_m^*, m^* = Q_{m-1}, k_{m-1}, m-1$. Dimana (Q_m^*, k_m^*, m^*) adalah hasil optimal.

2. Model Sesudah Penggabungan

Langkah 1 : Set $m = 1$

Langkah 2 : Mulai dari $k = 0$ (dengan $\psi(k) = 0,398$, $\varphi(k) = 0,398$ dan $\phi(k) = 0,5$)

Langkah 3 : Dengan k_m dan m , hitung Q_m .

$$Q = \sqrt{\frac{2 \left(D + \frac{\Delta_2 - \Delta_1}{4,8}\right) \left[A + \frac{S}{m} + C_s \beta \sigma \sqrt{\left(L + \frac{\Delta_4 - \Delta_3}{4}\right) \omega} \right]}{C_b r_b - C_v r_v \left\{ m \left[\frac{\left(D + \frac{\Delta_2 - \Delta_1}{4,8}\right)}{P} - 1 \right] - \frac{2 \left(D + \frac{\Delta_2 - \Delta_1}{4,8}\right)}{P} + 1 \right\}}}$$

Langkah 4 : Dengan menggunakan Q_m dan m_i , hitung $\phi(k)$ dan tentukan k .

$$\Phi(\omega) = 1 - \frac{r_b C_b \sigma \sqrt{\left(L + \frac{\Delta_4 - \Delta_3}{4}\right) Q}}{\left(D + \frac{\Delta_2 - \Delta_1}{4,8}\right) C_s \beta \sigma \sqrt{\left(L + \frac{\Delta_4 - \Delta_3}{4}\right)}}$$

Langkah 5 : Ulangi langkah 2-4 hingga Q dan k tidak berubah.

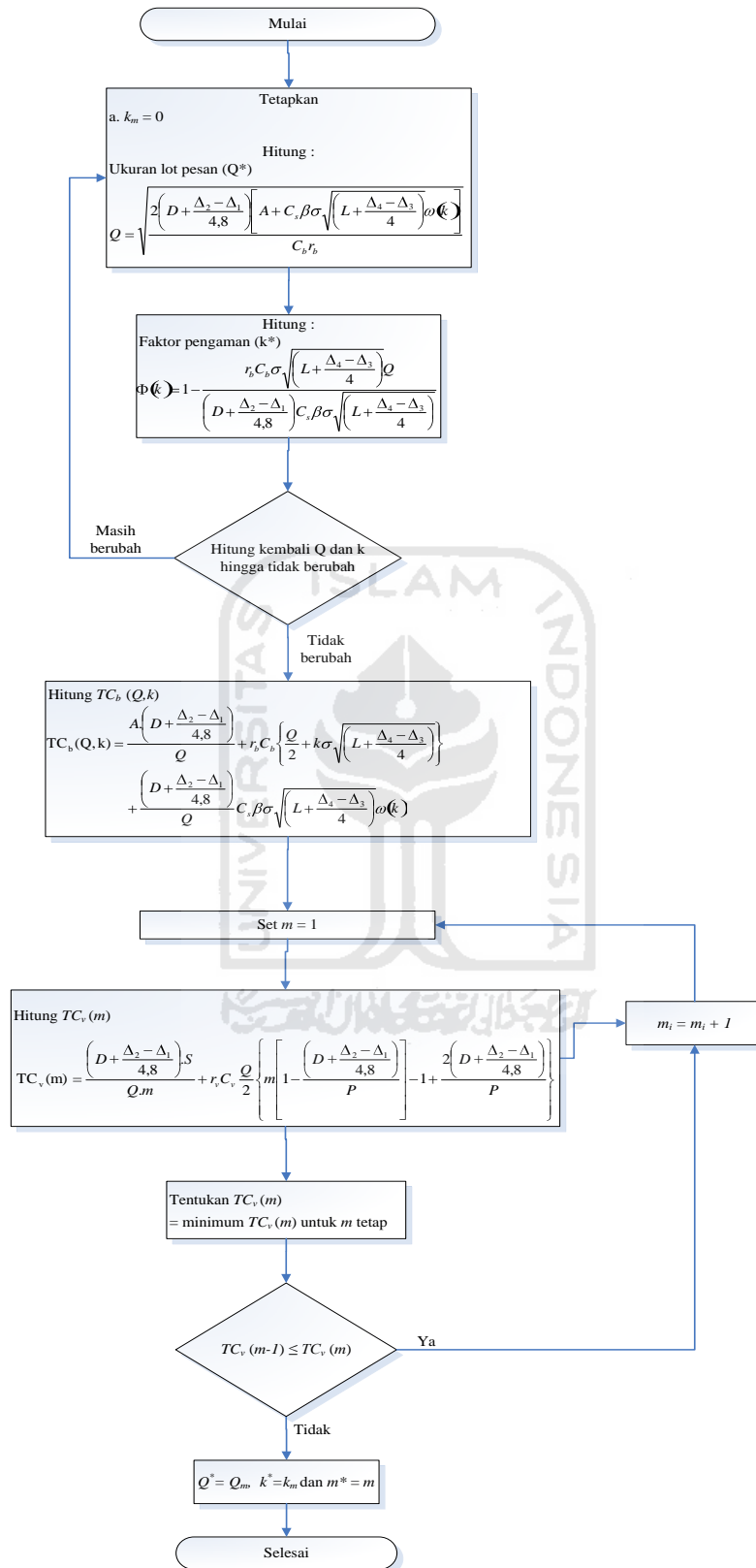
Langkah 6 : Hitung $JTC(Q_m, k_m, m)$.

$$\begin{aligned} JTC = & \frac{A \left(D + \frac{\Delta_2 - \Delta_1}{4,8} \right)}{Q} + r_b C_b \left\{ \frac{Q}{2} + k \sigma \sqrt{\left(L + \frac{\Delta_4 - \Delta_3}{4} \right)} \right\} \\ & + \frac{\left(D + \frac{\Delta_2 - \Delta_1}{4,8} \right)}{Q} C_s \beta \sigma \sqrt{\left(L + \frac{\Delta_4 - \Delta_3}{4} \right)} \omega(\omega) + \frac{S \left(D + \frac{\Delta_2 - \Delta_1}{4,8} \right)}{Q \cdot m} \\ & + r_v C_v \frac{Q}{2} \left\{ m \left[1 - \frac{\left(D + \frac{\Delta_2 - \Delta_1}{4,8} \right)}{P} \right] - 1 + \frac{2 \left(D + \frac{\Delta_2 - \Delta_1}{4,8} \right)}{P} \right\} \end{aligned}$$

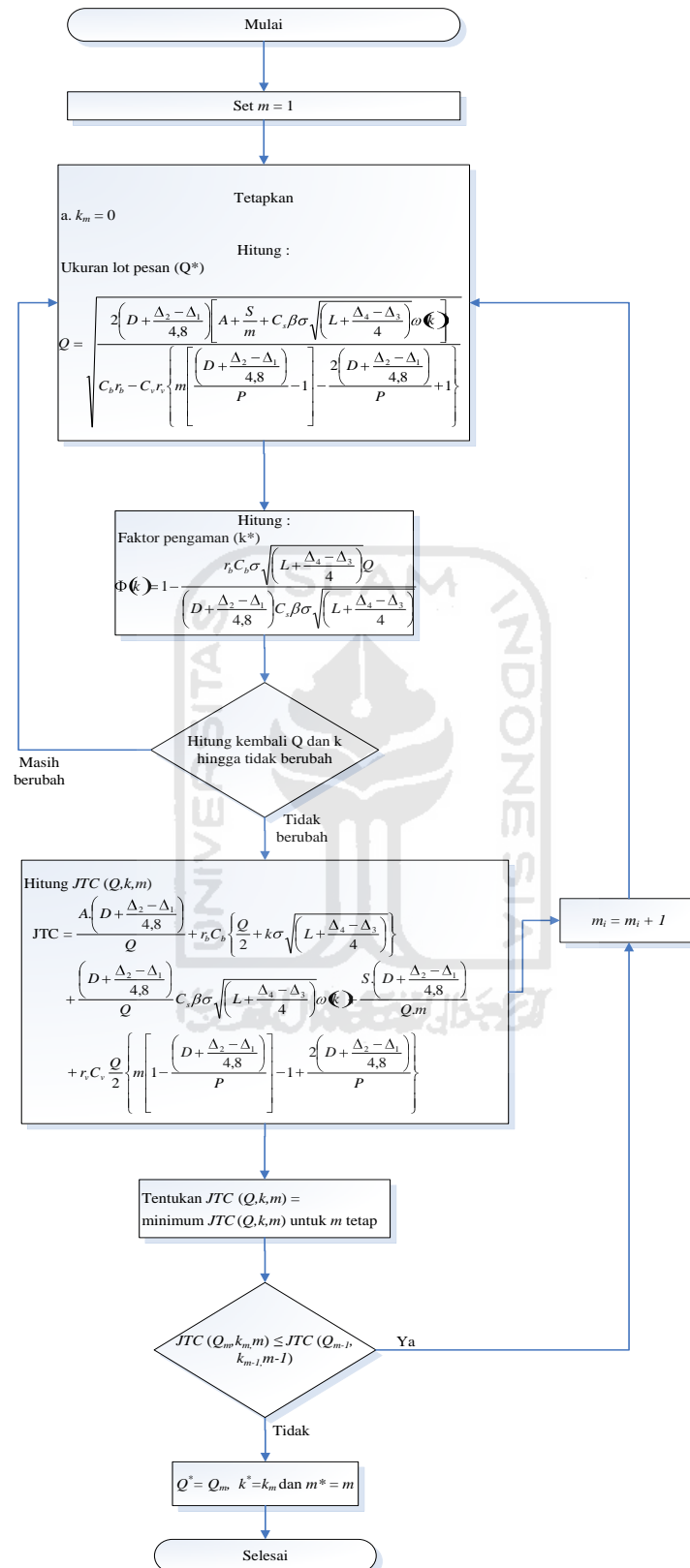
Langkah 7 : Set $m = m + 1$ dan ulangi langkah 2-6.

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

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



Gambar 3.5 Diagram Alir Pencarian Solusi Model Sebelum Penggabungan



Gambar 3.6 Diagram Alir Pencarian Solusi Model Sesudah Penggabungan

3.4 Validasi Internal (Validasi Dimensi Model)

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

1. Model Sebelum Penggabungan

- a. Ukuran Pemesanan Optimal (Q^*)

$$\begin{aligned}
 Q &= \sqrt{\frac{2\left(D + \frac{\Delta_2 - \Delta_1}{4,8}\right) \left[A + C_s \beta \sigma \sqrt{\left(L + \frac{\Delta_4 - \Delta_3}{4}\right)} \omega \right]}{C_b r_b}} \\
 &= \sqrt{\frac{2x \text{ unit/tahun} \left[\frac{rp}{\text{unit}} + \frac{rp}{\text{unit}} \cdot \left(\frac{\text{unit}}{\text{tahun}}\right) \sqrt{\text{tahun}} \right]}{\frac{rp}{\text{unit}} \left(\frac{\text{unit}}{\text{tahun}}\right)}} \\
 &= \sqrt{\frac{\frac{rp}{\text{tahun}}}{\frac{rp}{\text{unit}} \frac{\text{unit}}{\text{tahun}}}} \\
 &= \frac{rp / \text{tahun} \text{ unit}}{rp / \text{tahun}} \\
 Q &= \text{unit}
 \end{aligned}$$

- b. Faktor Pengaman Optimal (k^*)

$$\Phi(k^*) = 1 - \frac{r_b C_b \sigma \sqrt{\left(L + \frac{\Delta_4 - \Delta_3}{4}\right)} Q}{\left(D + \frac{\Delta_2 - \Delta_1}{4,8}\right) C_s \beta \sigma \sqrt{\left(L + \frac{\Delta_4 - \Delta_3}{4}\right)}}$$

$$= 1 - \frac{\frac{\text{unit}}{\text{tahun}} \left(\frac{rp}{\text{unit}} \right) \frac{\text{unit}}{\text{tahun}} \sqrt{\text{tahun}} \left(\frac{\text{unit}}{\text{unit}} \right)}{\frac{\text{unit}}{\text{tahun}} \left(\frac{rp}{\text{unit}} \right) \frac{\text{unit}}{\text{tahun}} \sqrt{\text{tahun}}} = 1 - \frac{\left(\frac{\text{unit}}{\text{unit}} \right)}{\text{unit}} = -$$

c. Jumlah Pengiriman (m^*)

$$\begin{aligned}
 m &= \frac{1}{Q} \sqrt{\frac{2 \left(D + \frac{\Delta_2 - \Delta_1}{4,8} \right) S}{C_v r_v \left[\frac{\left(D + \frac{\Delta_2 - \Delta_1}{4,8} \right)}{P} - 1 \right]}} \\
 &= \frac{1}{\text{unit}} \sqrt{\frac{2x \frac{\text{unit}}{\text{tahun}} \left(\frac{rp}{\text{unit}} \right)}{\frac{rp}{\text{unit}} \left(\frac{\text{unit}}{\text{tahun}} \right) \left(\frac{\text{unit}}{\text{tahun}} - 1 \right)}} \\
 &= \frac{1}{\text{unit}} \sqrt{\frac{\frac{rp}{\text{tahun}}}{\frac{rp}{\text{unit}} \frac{\text{unit}}{\text{tahun}}}} \\
 &= \frac{1}{\text{unit}} \left(\frac{\text{unit}}{\text{unit}} \right) \rightarrow m = -
 \end{aligned}$$

d. Total Ongkos Pembeli (TC_b)

$$TC_b(Q, k) = \frac{A \left(D + \frac{\Delta_2 - \Delta_1}{4,8} \right)}{Q} + r_b C_b \left\{ \frac{Q}{2} + k \sigma \sqrt{\left(L + \frac{\Delta_4 - \Delta_3}{4} \right)} \right\}$$

$$\begin{aligned}
& + \frac{\left(D + \frac{\Delta_2 - \Delta_1}{4,8}\right)}{Q} C_s \beta \sigma \sqrt{\left(L + \frac{\Delta_4 - \Delta_3}{4}\right)} \omega \left[\right. \\
& = \frac{rp/unit \cdot \left(\frac{unit}{tahun}\right)}{unit} + \left[/tahun \left(\frac{rp}{unit} \right) \left(\frac{unit}{2} + \sqrt{hari} \right) \right. \\
& \quad \left. + \frac{unit}{unit} \left(\frac{rp}{unit} \right) \left(\frac{unit}{tahun} \right) \sqrt{tahun} \right. \\
& = rp / tahun \left(\frac{rp}{tahun} \right) + rp / tahun = rp / tahun
\end{aligned}$$

e. Total Ongkos Pemanufaktur (TC_v)

$$\begin{aligned}
TC_v(m) &= \frac{\left(D + \frac{\Delta_2 - \Delta_1}{4,8}\right) \cdot S}{Q \cdot m} \\
& + r_v C_v \frac{Q}{2} \left\{ m \left[1 - \frac{\left(D + \frac{\Delta_2 - \Delta_1}{4,8}\right)}{P} \right] - 1 + \frac{2 \left(D + \frac{\Delta_2 - \Delta_1}{4,8}\right)}{P} \right\} \\
& = \frac{unit / tahun \left(\frac{rp}{unit} \right)}{unit} + \\
& \quad \left[/tahun \left(\frac{rp}{unit} \right) \frac{unit}{2} \left[\left(1 - \frac{unit / tahun}{unit / tahun} \right) - 1 + \frac{2x \cdot unit / tahun}{unit / tahun} \right] \right. \\
& = rp / tahun + rp / tahun = rp / tahun
\end{aligned}$$

2. Model Sesudah Penggabungan

a. Ukuran Pemesanan Optimal (Q^*)

$$\begin{aligned}
 Q &= \frac{2\left(D + \frac{\Delta_2 - \Delta_1}{4,8}\right) \left[A + \frac{S}{m} + C_s \beta \sigma \sqrt{\left(L + \frac{\Delta_4 - \Delta_3}{4}\right) \omega \text{ €}} \right]}{\sqrt{C_b r_b - C_v r_v} \left\{ m \left[\frac{\left(D + \frac{\Delta_2 - \Delta_1}{4,8}\right)}{P} - 1 \right] - \frac{2\left(D + \frac{\Delta_2 - \Delta_1}{4,8}\right)}{P} + 1 \right\}} \\
 &= \frac{2x \text{ unit/tahun} \left(\frac{rp}{\text{unit}} + \frac{rp}{\text{unit}} + \frac{rp}{\text{unit}} \left(\frac{\text{unit}}{\text{tahun}} \right) \sqrt{\text{tahun}} \right)}{\sqrt{\frac{rp}{\text{unit}} \left(\frac{\text{unit}}{\text{tahun}} \right) - \frac{rp}{\text{unit}} \left(\frac{\text{unit}}{\text{tahun}} \right) \left[\left(\frac{\text{unit}}{\text{tahun}} - 1 \right) - \frac{2 \left(\frac{\text{unit}}{\text{tahun}} \right)}{\text{unit/tahun}} + 1 \right]}} \\
 &= \frac{\frac{\text{unit}}{\text{tahun}} \left(\frac{rp}{\text{unit}} \right)}{\sqrt{\frac{rp}{\text{unit}} \left(\frac{\text{unit}}{\text{tahun}} \right)}} \\
 &= \frac{rp}{\text{tahun}} \left(\frac{\text{unit}}{\text{tahun}} \right) \rightarrow Q = \text{unit}
 \end{aligned}$$

b. Faktor Pengaman Optimal (k^*)

$$\begin{aligned}
 \Phi \text{ €} &= 1 - \frac{r_b C_b \sigma \sqrt{\left(L + \frac{\Delta_4 - \Delta_3}{4}\right) Q}}{\left(D + \frac{\Delta_2 - \Delta_1}{4,8}\right) C_s \beta \sigma \sqrt{\left(L + \frac{\Delta_4 - \Delta_3}{4}\right)}} \\
 &= 1 - \frac{\frac{\text{unit}}{\text{tahun}} \left(\frac{rp}{\text{unit}} \right) \frac{\text{unit}}{\text{tahun}} \sqrt{\text{tahun}} \left(\frac{\text{unit}}{\text{tahun}} \right)}{\frac{\text{unit}}{\text{tahun}} \left(\frac{rp}{\text{unit}} \right) \frac{\text{unit}}{\text{tahun}} \sqrt{\text{tahun}}} = 1 - \frac{\left(\frac{\text{unit}}{\text{tahun}} \right)}{\text{unit}} = -
 \end{aligned}$$

c. Jumlah Pengiriman (m^*)

$$\begin{aligned}
 m &= -\frac{1}{Q} \sqrt{\frac{2 \left(D + \frac{\Delta_2 - \Delta_1}{4,8} \right) S}{C_v r_v \left[\frac{\left(D + \frac{\Delta_2 - \Delta_1}{4,8} \right)}{P} - 1 \right]}} \\
 &= -\frac{1}{\text{unit}} \sqrt{\frac{2x \text{unit/tahun} \left(\frac{rp}{\text{unit}} \right)}{rp/\text{unit} \left(\frac{\text{unit}}{\text{tahun}} \right) \left(\frac{\text{unit}}{\text{tahun}} - 1 \right)}} \\
 &= -\frac{1}{\text{unit}} \sqrt{\frac{rp/\text{tahun}}{rp/\text{unit} \text{ tahun}}} \rightarrow m = -
 \end{aligned}$$

d. Total Ongkos Gabungan (JTC)

$$\begin{aligned}
 JTC &= \frac{A \left(D + \frac{\Delta_2 - \Delta_1}{4,8} \right)}{Q} + r_b C_b \left\{ \frac{Q}{2} + k\sigma \sqrt{\left(L + \frac{\Delta_4 - \Delta_3}{4} \right)} \right\} \\
 &+ \frac{\left(D + \frac{\Delta_2 - \Delta_1}{4,8} \right)}{Q} C_s \beta \sigma \sqrt{\left(L + \frac{\Delta_4 - \Delta_3}{4} \right)} \omega \left[\right] + \frac{S \left(D + \frac{\Delta_2 - \Delta_1}{4,8} \right)}{Q.m} \\
 &+ r_v C_v \frac{Q}{2} \left\{ m \left[1 - \frac{\left(D + \frac{\Delta_2 - \Delta_1}{4,8} \right)}{P} \right] - 1 + \frac{2 \left(D + \frac{\Delta_2 - \Delta_1}{4,8} \right)}{P} \right\}
 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 JTC &= \frac{rp/unit}{unit} \left(\frac{unit}{tahun} \right) + \frac{1}{tahun} \left(\frac{rp}{unit} \right) \left(\frac{unit}{2} + unit \sqrt{hari} \right) \\
 &+ \frac{unit}{tahun} \left(\frac{rp}{unit} \right) \left(\frac{unit}{tahun} \right) \sqrt{tahun} + \frac{unit}{tahun} \left(\frac{rp}{unit} \right) + \\
 &\frac{1}{tahun} \left(\frac{rp}{unit} \right) \frac{unit}{2} \left[\left(1 - \frac{unit}{tahun} \right) - 1 + \frac{2 \left(\frac{unit}{tahun} \right)}{unit/tahun} \right] \\
 &= \frac{rp}{tahun} + \frac{rp}{tahun} + \frac{unit}{tahun} + \frac{rp}{tahun} + \frac{rp}{tahun} \left(\frac{unit}{tahun} \right) \left(\frac{unit}{tahun} \right) \\
 JTC &= \frac{rp}{tahun}
 \end{aligned}$$



BAB IV

PENGUMPULAN DAN PENGOLAHAN DATA

4.1 Pengumpulan Data

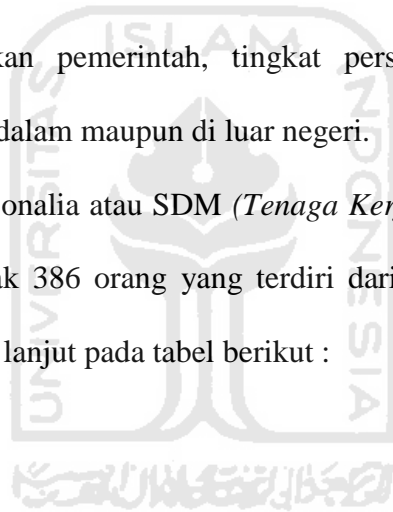
4.1.1 Sejarah Singkat Perusahaan

Perusahaan (CV) Batik Indah Rara Djonggrang adalah perusahaan yang bergerak dalam Industri pembuatan dan perdagangan batik. Perusahaan ini didirikan di Yogyakarta tepatnya di jalan Tirtodipuran No. 6A (18) pada tanggal 25 Oktober 1958 oleh Bapak dan Ibu Agus Soewito yang pada saat itu masih berbadan hukum perusahaan perorangan. Dengan seiringnya waktu yang terus berjalan perusahaan ini mengalami berbagai perubahan dalam hal berbadan hukum, yaitu menjadi CV (*Comanditer Venotschop*) berdasarkan keputusan pada Akta Notaris No. 13, tanggal 5 Juni 1973 dan Akta Notaris No. 4, tanggal 1 Mei 1987 oleh Notaris RM. Soerjanto Partaningrat SH, selain itu terjadi pula regenerasi manajemen dari Bapak dan Ibu Soewito kepada puteranya yang bernama Rajendra Baskara mulai tahun 1991, dimana beliau selaku Direktur Utama Perusahaan Batik Indah Rara Djonggrang selain berusia muda juga memiliki latar belakang pendidikan dan pengetahuan yang memadai dalam dunia usaha, khususnya batik. Sedangkan dalam menjalankan usahanya perusahaan tersebut memiliki Surat Izin Usaha dengan No. 42/ 12-05/ PB/ IX/ 1990. Tanda Daftar Perusahaan dengan No. 12053300452, dan memiliki Surat Izin Tempat Usaha dengan NO. 503-T.404/ 65.B/ 92.

Ciri khas yang tercermin pada Perusahaan (CV) Batik Indah Rara Djonggrang adalah lebih mengutamakan kepada padat karya (*Labor Intensive*) dimana dalam proses produksi hampir keseluruhan tahapan prosesnya bersifat manual, sehingga memerlukan jumlah tenaga kerja yang relatif banyak dan berorientasi pada ekspor ke luar negeri (*Export Oriented*) dimana hal tersebut terlihat dari besarnya konsumen wisatawan mancanegara (Wisman) serta proporsi penjualan ekspor yang cukup besar.

Lingkungan bisnis perusahaan batik ini terbentuk dari beberapa faktor, yaitu kondisi wilayah, kebijakan pemerintah, tingkat persaingan dan perubahan-perubahan yang terjadi di dalam maupun di luar negeri.

Dalam bidang personalia atau SDM (*Tenaga Kerja*), perusahaan memiliki jumlah karyawan sebanyak 386 orang yang terdiri dari 147 karyawan dan 239 karyawati. Perincian lebih lanjut pada tabel berikut :



Tabel 4.1 Daftar Karyawan Perusahaan (CV) Batik Indah Rara Djonggrang

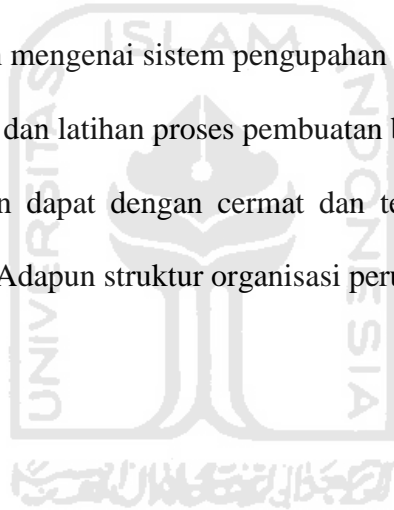
Jenis Pekerjaan	Tirtodipuran			Jl. Imogiri Km. 5			Jumlah
	Pria	Wanita	Total	Pria	Wanita	Total	
Kabag. Tokoh	1	0	1	0	0	0	1
Supervisor Toko	2	0	2	0	0	0	2
Pramuniaga	20	25	45	2	6	8	53
Karyawan Kantor	8	5	13	6	3	9	22
Kabag. Produksi	1	0	1	0	0	0	1
Adm. Produksi	3	2	5	0	0	0	5
Ast. Kabag. Bidang Produksi	2	0	2	1	0	1	3
Ast. Kabag. Bidang Printing	0	0	0	1	0	1	1
Pengawas Produksi	4	0	4	2	0	2	6
Printing	0	0	0	8	0	8	8
Pewarnaan	10	0	10	6	0	6	16
Pembatik	0	80	80	0	63	63	143
Pengecap Batik	20	0	20	10	0	10	30
Perancang Batik	6	2	8	4	0	4	12
Pembuat Cap	1	0	1	2	0	2	3
Penyolet Batik	0	4	4	0	6	6	10
Adm. Penjahitan	0	3	3	0	0	0	3
Penjahit	6	40	46	0	0	0	46
Operator Diesel	2	0	2	1	0	1	3
Perawatan Toko dan Pabrik	6	0	6	0	0	0	6
Satpam	6	0	6	6	0	6	12
Jumlah	98	161	259	49	78	127	386

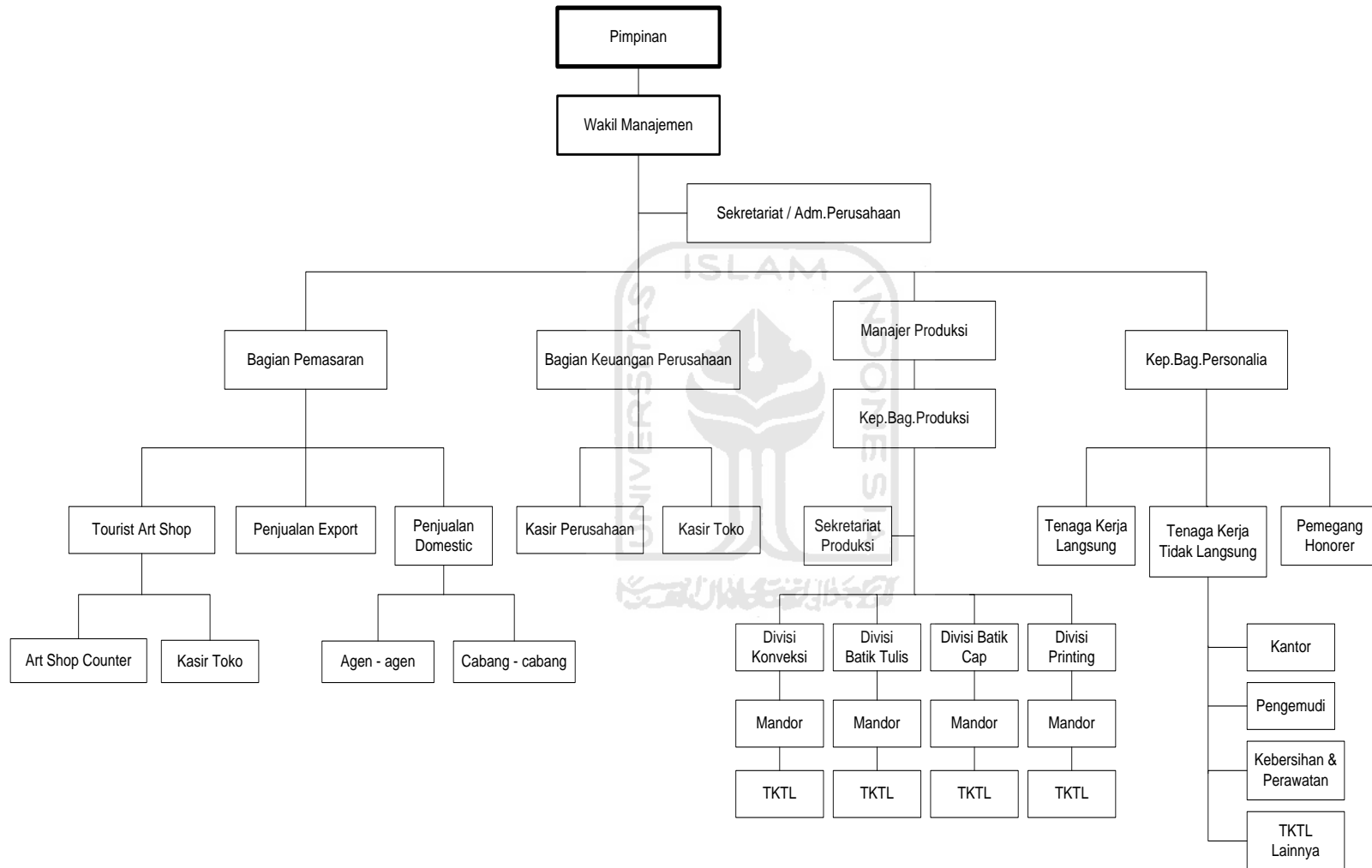
Sumber : Data Intern Perusahaan

Dalam rangka untuk meningkatkan keahlian maupun keterampilan karyawan sesuai dengan bidang kerjanya masing-masing maka Perusahaan (CV) Batik Indah Rara Djonggrang mengambil langkah-langkah sebagai berikut :

1. Penataan P4 pola pendukung 25 jam
2. Kursus proses pembuatan batik sutera alam dan komputer
3. Penyuluhan mengenai saluran pembuangan limbah industry
4. Penyuluhan mengenai kesehatan tenaga kerja
5. Penyuluhan mengenai peningkatan mutu produk
6. Penyuluhan mengenai sistem pengupahan tenaga kerja
7. Pendidikan dan latihan proses pembuatan batik woll, dan lain-lain.

Sehingga karyawan dapat dengan cermat dan teliti serta disiplin dalam melakukan pekerjaannya. Adapun struktur organisasi perusahaan, yaitu :





Gambar 4.1 Struktur Organisasi CV. Batik Indah Rara Djonggrang

A. Misi dan Tujuan Perusahaan

Sesuai dengan bentuk perusahaannya yang berbadan hukum, Perusahaan (CV) Batik Indah Rara Djonggrang yang berorientasi pada suatu seni batik tradisional, maka memiliki *misi* untuk :

1. Memperkenalkan seni batik tradisional kepada seluruh masyarakat baik dari dalam maupun dari luar negeri.
2. Melestarikan seni batik tradisional yang mulai menghilang akibat segala sesuatu dalam industri garmen atau pakaian sudah dapat dikerjakan dengan cepat oleh mesin.
3. Membantu Negara dalam hal menambah devisa Negara.
4. Berusaha mengangkat derajat masyarakat lingkungan sekitar.

Sedangkan tujuan Perusahaan (CV) Batik Indah Rara Djonggrang adalah memaksimalkan keuntungan (profit) sebagaimana perusahaan lainnya. Untuk mencapai semua tujuan itu Perusahaan (CV) Batik Indah Rara Djonggrang menerapkan strategi yang relevan, yaitu :

1. Strategi jangka pendek, merupakan strategi yang tidak berdampak pada perubahan kapasitas produksi.
2. Strategi jangka panjang, merupakan strategi yang berdampak pada perubahan kapasitas produksi.

B. Proses Produksi

Dalam proses produksi, Perusahaan (CV) Batik Indah Rara Djonggrang membutuhkan jenis bahan baku kain berupa kain 100% Cotton Prima, 100%

Cotton Primisma, 100% Silk atau Sutera, Voillisima, HTS 9, Berkolissima, Lycra, dan lain-lain yang digunakan untuk bahan baku kain. Sedangkan alat-alat yang dibutuhkan untuk membatik adalah berupa canting, alat cetak, kompor, wajan kecil, Loyang, malam (lilin), gawangan, tempat penggodokan dan tempat pencelupan pewarnaan, steam, mesin pemanas, screan printing, yang digunakan untuk proses produksi batik, dan mesin jahit dan obras serta alat-alat lain yang menunjang jalannya proses produksi untuk konveksi. Dalam hal pewarnaan dibutuhkan Neftol dan garam pewarna yang harus diimpor dari Jerman. Selain itu dalam rangka menghadapi era globalisasi, berupa liberalisasi Perusahaan (CV) Batik Indah Rara Djonggrang mulai menerapkan *Total Quality Management (TQM)* pada proses produksinya guna memperoleh sertifikat ISO 9000 dari Departemen Perindustrian dan Perdagangan Republik Indonesia.

Proses Pembuatan Batik Tulis Tangan:

1. Membuat pola dasar pada kain (putih) dengan pensil.
2. Membatik pola dasar pada kain (putih) dengan lilin, sesuai garis pensil: bolak-balik.
3. Memberi isian pada proses nomor 2 dengan titik-titik dan gurat-gurat lilin.
4. Menutup dengan lilin bagian-bagian yang akan tetap putih sampai selesai.
5. Mencilup ke dalam warna pertama, untuk variasi.
6. Menutup bagian-bagian yang akan tetap pada warna pertama dengan lilin.

7. Mencilup dalam warna kedua.
8. Menggodog untuk menghilangkan semua lilin.
9. Mengulang membatik pada pola dasar dengan titik-titik dan mengulang menutup nomor 4.
10. Menutup warna-warna pertama dan warna kedua, agar tidak terkena warna berikutnya.
11. Mencilup untuk memberi warna pada pola dasar.
12. Mengulang menggodog untuk menghilangkan semua lilin dan selesai.

Proses Pembuatan Batik Cap:

1. Membuat pinggiran dengan cap khusus dengan lilin pada kedua belah sisi (bolak balik).
2. Memberi lilin dasar dengan cap pola dasar, pada kedua belah sisi.
3. Mengulang memberi lilin bagian-bagian yang akan tetap tinggal putih hingga selesai.
4. Mencilup dalam warna dasar.
5. Menghilangkan lilin pada bagian-bagian tertentu untuk mendapatkan warna berikutnya.
6. Menutup warna dasar agar tidak terkena warna berikutnya.
7. Mencilup dalam warna terakhir, untuk memberi warna pada pola dasar.
8. Menggodog untuk menghilangkan semua lilin, dan proses selesai.

C. Hasil Produk dan Pemasaran

1. Hasil Produk

Perusahaan (CV) Batik Indah Rara Djonggrang merupakan salah satu bagian dari industri batik yang ada di Indonesia, maka perusahaan tersebut memproduksi berbagai macam batik sesuai dengan bahan kain yang digunakan, yaitu:

- a. Berupa kain batik baik Sutera, Katun (Prissima dan Prima), Lycra Hts 9 atau Rayon, Voillissima dan lain-lain.
- b. Berupa *Man, Woman and Children Wear* atau pakaian pria, wanita dan anak-anak.
- c. Berupa *House Hold* atau perlengkapan rumah tangga seperti taplak meja, *bed cover, dinner set, plate and glass mat, hot mat* dan *apron* atau celemek masak.
- d. *Accesorries*, seperti *wall hang* atau hiasan dinding, tas, *painting* atau lukisan dan lain-lain.

2. Pemasaran

Melihat Daerah Istimewa Yogyakarta sebagai daerah berpredikat kota pelajar, budaya dan wisata yang akan mendatangkan suatu dampak yang positif bagi perkembangan industri perbatikan di wilayah tersebut, karena batik merupakan salah satu cinderamata khas Yogyakarta. Oleh karena itu, Perusahaan (CV) Batik Indah Rara Djonggrang menyimpulkan bahwa produk batik khususnya di Daerah Istimewa Yogyakarta memiliki potensi yang cukup besar.

Dengan adanya peningkatan jumlah wisatawan yang berkunjung ke Kota Yogyakarta maka Perusahaan (CV) Batik Indah Rara Djonggrang melihat ada prospek yang cerah bagi perkembangan perusahaan. Oleh karena itu, perusahaan mengambil langkah dengan melakukan kerjasama dengan Departemen Pariwisata Pos dan Telekomunikasi DIY agar dapat dijadikan salah satu tempat obyek wisata bersama perusahaan batik lainnya, seperti Surya Kencana, Plentong dan Winotosastro dalam hal memasarkan hasil perusahaan tersebut. Sehingga menimbulkan hal yang positif bagi perdagangan dan pembuatan batik. Selain itu, dari aspek pemasarannya Perusahaan (CV) Batik Indah Rara Djonggrang melakukan kegiatan peeksportan produk batik ke luar negeri.

Pada penelitian kali ini, penulis memusatkan penelitian pada produk Batik Tulis Bahan Mori Primisima (Ukuran 2,3 m x 1,15 m).

4.1.2 CV. Batik Indah Rara Djonggrang Tirtodipuran (Sebagai Pembeli)

Data-data yang dibutuhkan terkait pembeli, yaitu: data permintaan, biaya pesan, biaya pembelian dan fraksi biaya simpan pembeli.

Hasil wawancara, dikatakan bahwa data permintaan dan waktu tenggang sangat sulit dicari berhubung manajemen perusahaan tidak melakukan manajemen yang baik dalam pengelolaan inventornya. Maka dengan itu salah satu pendekatan optimisasi dalam kondisi ketidakpastian (*uncertainty*) adalah menggunakan metoda fuzzy. Metoda fuzzy ini akan digunakan pada permintaan dan waktu tenggang (*lead time*).

1. Fuzzy Permintaan (*Demand*)

Pada kondisi normal, jumlah permintaan yang sering terjadi adalah sebanyak 20 unit. Berikut adalah data lengkapnya :

Tabel 4.2 Data Permintaan (Demand)

No.	Periode	Jumlah (Unit)
1.	Maret (2010)	14
2.	April (2010)	20
3.	Mei (2010)	20
4.	Juni (2010)	24
5.	Juli (2010)	26
6.	Agustus (2010)	20
7.	September (2010)	20
8.	Oktober (2010)	38
9.	November (2010)	10
10.	Desember (2010)	14
11.	Januari (2011)	22
12.	Februari (2011)	17
Jumlah		245 Unit/tahun
Rata-rata		20,42 Unit/bulan
Standar deviasi		6,83 Unit/bulan

$$\text{Rata - rata} = \frac{\sum_{i=1}^n x_i}{n} = \frac{14 + 20 + \dots + 17}{12} = 20,42 \text{ unit/bulan}$$

$$\begin{aligned} \text{Std.deviasi} &= \sqrt{\frac{\sum_{i=1}^n (x_i - \bar{x})^2}{n}} \\ &= \sqrt{\frac{(14 - 20,42)^2 + (20 - 20,42)^2 + \dots + (17 - 20,42)^2}{12}} = 6,83 \text{ unit/bulan} \end{aligned}$$

Maka dengan menggunakan Teorema yang dikemukakan pada Bab II, dapat dihitung bilangan *crisp*, yaitu:

$$\Delta_1 = \text{Rata-rata permintaan} - \text{min permintaan} = 20 - 10 = 10 \text{ unit/bulan}$$

$$\Delta_2 = \text{Max permintaan} - \text{rata-rata permintaan} = 38 - 20 = 18 \text{ unit/bulan}$$

2. Fuzzy Panjang Waktu Tenggang (*Lead Time*)

Pada kondisi normal, panjang waktu tenggang yang sering terjadi adalah 10 hari.

Berikut adalah data lengkapnya :

Tabel 4.3 Data Panjang Waktu Tenggang (*Lead Time*)

No.	Periode	Jumlah (Hari)
1.	Maret (2010)	10
2.	April (2010)	8
3.	Mei (2010)	7
4.	Juni (2010)	6
5.	Juli (2010)	6
6.	Agustus (2010)	6
7.	September (2010)	10
8.	Oktober (2010)	10
9.	November (2010)	14
10.	Desember (2010)	14
11.	Januari (2011)	10
12.	Februari (2011)	7
Jumlah		108 Hari
Rata-rata		9 Hari
Standar deviasi		2,74 ari

$$\text{Rata - rata} = \frac{\sum_{i=1}^n x_i}{n} = \frac{10+8+\dots+7}{12} = 9 \text{ hari}$$

$$\begin{aligned} \text{Std.deviasi} &= \sqrt{\frac{\sum_{i=1}^n (x_i - \bar{x})^2}{n}} \\ &= \sqrt{\frac{(0-9)^2 + (-9)^2 + \dots + (-9)^2}{12}} = 2,74 \text{ hari} \end{aligned}$$

Maka dengan menggunakan Teorema yang dikemukakan pada Bab II, dapat dihitung bilangan *crisp*, yaitu:

$$\begin{aligned} \Delta_3 &= \text{Rata-rata panjang waktu tenggang} - \text{min panjang waktu tenggang} \\ &= 9 - 6 = 3 \text{ hari} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \Delta_4 &= \text{Max panjang waktu tenggang} - \text{rata-rata panjang waktu tenggang} \\ &= 14 - 9 = 5 \text{ hari} \end{aligned}$$

3. Fuzzy Permintaan Selama Waktu Tenggang

Fuzzy Permintaan selama waktu tenggang dapat dihitung dengan menggunakan rumus pada persamaan Bab. II yang dimodifikasi, maka :

- a. Fuzzy rata-rata permintaan selama waktu tenggang (D_L)

$$\begin{aligned} \tilde{D}_{DL} &= \left(\bar{D} + \frac{\Delta_2 - \Delta_1}{4,8} \right) \cdot \frac{\left(\bar{L} + \frac{\Delta_4 - \Delta_3}{4} \right)}{312} \\ \tilde{D}_{DL} &= \left(20,42 + \frac{18-10}{4,8} \right) \cdot \frac{\left(9 + \frac{5-2}{4} \right)}{312} = 0,673 \text{ unit} \end{aligned}$$

- b. Fuzzy standar deviasi permintaan selama waktu tenggang (σ_L)

$$\tilde{\sigma}_{DL} = \sqrt{\frac{\left(\bar{L} + \frac{\Delta_4 - \Delta_3}{4} \right)^2}{312} \cdot \sigma_D^2 + \left(\bar{D} + \frac{\Delta_2 - \Delta_1}{4,8} \right)^2 \cdot \sigma_L^2}$$

$$\begin{aligned}\tilde{\sigma}_{DL} &= \sqrt{\frac{\left(9 + \frac{5-3}{4}\right)}{312} \cdot 6,83^2 + \left(20,42 + \frac{18-10}{4,8}\right) \left(\frac{2,74}{312}\right)^2} \\ &= 1,2 \text{ unit}\end{aligned}$$

4. Biaya Pesan (A)

- a. Lama menelpon dalam 1 kali pesan = 10 menit
 b. Biaya telepon = Rp. 400,-/menit

5. Biaya Pembelian (C_b)

Biaya pembelian batik tulis bahan mori primisima
 (ukuran 2,3 m x 1,15 m) = Rp. 1.600.000/unit

6. Biaya Simpan ($r_b C_b$)

- a. Biaya listrik = Rp. 3.000.000/bulan
 b. Upah staf gudang = Rp. 700.000/bulan
 c. Staf gudang = 3 orang
 d. Biaya bunga (modal) = 6% per tahun
 e. Jumlah rata-rata barang di gudang = 4,1 Unit/tahun

7. Biaya Kekurangan Stok (C_s)

Dari hasil wawancara, bahwa apabila terjadi kekurangan stok, maka CV. Batik Indah Rara Djonggrang Tirtodipuran menerima biaya pinalti, yang terdiri dari upah tenaga tambahan, biaya pesan ulang melalui telepon. Biaya pinalti ini diestimasikan sebesar **Rp. 1.920.000/unit** dengan probabilitas terjadi kekurangan stok dalam 1 tahun adalah **5% ($\beta = 0,5$)**. Probabilitas 5% ini dapat diartikan bahwa dari 100 unit persediaan, apabila terjadi permintaan sebanyak 105 maka terdapat minus 5 unit.

4.1.3 CV. Batik Indah Rara Djonggrang Imogiri (Sebagai Pemanufaktur)

Sedangkan data-data yang dibutuhkan terkait pemanufaktur, yaitu: data tingkat produksi, biaya setup, biaya produksi dan fraksi biaya simpan pemanufaktur.

Berikut adalah data-data tersebut:

1. Tingkat Produksi (P)

Tabel 4.4 Tingkat Produksi Batik Tulis Selama 1 (Satu) Tahun

No.	Periode	Jumlah (Unit)
1.	Maret (2010)	21
2.	April (2010)	22
3.	Mei (2010)	23
4.	Juni (2010)	25
5.	Juli (2010)	26
6.	Agustus (2010)	26
7.	September (2010)	28
8.	Oktober (2010)	30
9.	November (2010)	15
10.	Desember (2010)	18
11.	Januari (2011)	20
12.	Februari (2011)	20
Jumlah		274 unit/tahun
Rata-Rata		22,8 unit/bulan
Standar deviasi		4,345 unit/bulan

$$\text{Rata - rata} = \frac{\sum_{i=1}^n x_i}{n} = \frac{21 + 22 + \dots + 20}{12} = 22,83 \text{ unit/bulan}$$

$$\text{Std.deviasi} = \sqrt{\frac{\sum_{i=1}^n (x_i - \bar{x})^2}{n}}$$

$$= \sqrt{\frac{\text{Rp}1 - 22,83 + \text{Rp}2 - 22,83 + \dots + \text{Rp}0 - 22,83}{12}} = 4,345 \text{ unit/bulan}$$

2. Biaya Setup (S)

- a. Persiapan mesin = 20 menit/setup
- b. Jam bekerja
- Dalam 1 tahun = 12 bulan/tahun
 - Dalam 1 bulan = 26 hari/bulan
 - Dalam 1 hari = 8 jam/hari
 - Dalam 1 jam = 60 menit/jam
- c. Penggunaan bahan bakar mesin
- Penggunaan bahan bakar mesin = 5 liter gasoline (bensin)
 - Biaya bahan bakar = Rp. 4.500/liter
 - Dalam 1 tahun = 312 kali isi bensin
- d. Upah tenaga kerja = Rp. 30.000/hari
- e. Tenaga kerja = 3 orang

3. Biaya Produksi (C_p)

- a. Biaya bahan baku = Rp. 900.000 /unit
- b. Penggunaan bahan bakar mesin
- Penggunaan bahan bakar mesin = 5 liter bensin
 - Biaya bahan bakar = Rp. 4.500/liter
 - Hari kerja dalam 1 tahun = 312 hari/tahun
- c. Upah tenaga kerja = Rp. 30.000/hari
- d. Tenaga kerja = 3 orang

4. Biaya Simpan ($r_v C_v$)

- | | | |
|----|-----------------------------------|---------------------|
| a. | Biaya listrik | = Rp. 500.000/bulan |
| b. | Upah staf gudang | = Rp. 700.000/bulan |
| c. | Staf gudang | = 3 orang |
| d. | Biaya bunga (modal) | = 6% per tahun |
| e. | Jumlah rata-rata barang di gudang | = 2,42 Unit/tahun |

4.2 Pengolahan Data

4.2.1 CV. Batik Indah Rara Djonggrang Tirtodipuran (Sebagai Pembeli)

1. Biaya Pesan (A)

Lama menelpon dalam 1 kali pesan = 10 menit

Total biaya pesan (@ Rp. 400,-) = **Rp. 4.000,-/pesan**

2. Fraksi Biaya Simpan Pembeli (r_b)

a. Biaya simpan utama

- Biaya listrik

$$= \text{Rp. } 3.000.000/\text{bulan} \times 12$$

$$= \text{Rp. } 36.000.000,-/\text{tahun}$$

- Upah staf gudang

$$= \text{Rp. } 700.000/\text{bulan} \times 3 \text{ orang} \times 12$$

$$= \text{Rp. } 25.200.000,-/\text{tahun}$$

- Biaya bunga (modal)

$$= 4,1 \text{ unit/tahun} \times \text{Rp. } 2.500.000/\text{unit} \times 0,06 /\text{tahun}$$

$$= \text{Rp. } 615.000,-/\text{tahun}$$

- Total biaya simpan utama
 = Rp. 36.000.000 + Rp. 25.200.000 + Rp. Rp. 615.000
 = **Rp. 61.815.000,-/tahun**

b. Rata-rata nilai persediaan

Total persediaan x biaya pembelian per unit

$$= 245 \text{ unit/tahun} \times \text{Rp. } 1.600.000/\text{unit}$$

$$= \mathbf{\text{Rp. } 392.000.000,-/\text{tahun}}$$

Fraksi tingkat biaya simpan (r_b) = $\frac{\text{Biaya simpan utama}}{\text{Rata-rata nilai persediaan}}$

$$r_b = \frac{\text{Rp. } 61.815.000/\text{tahun}}{\text{Rp. } 392.000.000/\text{tahun}}$$

$$r_b = \mathbf{0,158}$$

4.2.2 CV. Batik Indah Rara Djonggrang Imogiri (Sebagai Pemanufaktur)

1. Biaya Setup (S)

a. Jam bekerja

$$= 12 \text{ bulan/tahun} \times 26 \text{ hari/bulan} \times 8 \text{ jam/hari} \times 60 \text{ menit/jam}$$

$$= 149.760 \text{ menit/tahun}$$

b. Biaya bahan bakar mesin

$$= 5 \text{ liter/hari} \times \text{Rp. } 4.500 \times 312 \text{ kali}$$

$$= \text{Rp. } 7.020.000/\text{tahun}$$

c. Biaya tenaga kerja

$$= 10 \times \text{Rp. } 30.000/\text{hari} \times 312 \text{ hari/tahun}$$

$$= \text{Rp. } 93.600.000/\text{tahun}$$

d. Total biaya *setup*

$$= \text{Rp. } 7.020.000/\text{tahun} + \text{Rp. } 93.600.000/\text{tahun} = \text{Rp. } 100.620.000/\text{tahun}$$

$$\text{Biaya setup} = \frac{\text{persiapan mesin}}{\text{jam bekerja per tahun}} \times \text{biaya setup}$$

$$\text{Biaya setup} = \frac{20 \text{ menit/setup}}{149.760 \frac{\text{menit}}{\text{tahun}}} \times \text{Rp. } 100.620.000 / \text{tahun}$$

$$\text{Biaya setup} = \text{Rp. } 13.437,5/\text{setup}$$

2. Biaya Produksi (C_v)

a. Biaya bahan baku (total produksi x biaya bahan baku per unit)

$$= 274 \text{ unit/tahun} \times \text{Rp. } 900.000/\text{unit}$$

$$= \text{Rp. } 246.600.000/\text{tahun}$$

b. Biaya bahan bakar mesin

$$= 5 \text{ liter/hari} \times \text{Rp. } 4.500 \times 312 \text{ kali}$$

$$= \text{Rp. } 7.020.000/\text{tahun}$$

c. Biaya tenaga kerja

$$= 10 \times \text{Rp. } 30.000/\text{hari} \times 312 \text{ hari/tahun}$$

$$= \text{Rp. } 93.600.000/\text{tahun}$$

d. Total biaya produksi = **Rp. 347.220.000/tahun**

$$\text{Biaya Produksi } (C_v) = \frac{\text{Total biaya produksi}}{\text{Total tingkat produksi}}$$

$$\text{Biaya Produksi } (C_v) = \frac{\text{Rp. } 347.220.000/\text{tahun}}{274 \text{ unit/tahun}}$$

$$\text{Biaya produksi} = \text{Rp. } 1.267.226 / \text{unit}$$

3. Fraksi Biaya Simpan Pemanufaktur (r_v)

a. Biaya simpan utama

- Biaya listrik

$$= \text{Rp. } 500.000/\text{bulan} \times 12 \text{ bulan/tahun}$$

$$= \text{Rp. } 6.000.000,-/\text{tahun}$$

- Upah staf gudang

$$= \text{Rp. } 700.000/\text{bulan} \times 3 \text{ orang} \times 12$$

$$= \text{Rp. } 25.200.000,-/\text{tahun}$$

- Biaya bunga (modal)

$$= 2,42 \text{ unit/tahun} \times \text{Rp. } 1.600.000 / \text{unit} \times 0,06 / \text{tahun}$$

$$= \text{Rp. } 232.320,-/\text{tahun}$$

- Total biaya simpan utama

$$= \text{Rp. } 6.000.000 + \text{Rp. } 25.200.000 + \text{Rp. } 232.320$$

$$= \text{Rp. } \mathbf{31.432.320,-/\text{tahun}}$$

b. Rata-rata nilai produksi

Total produksi x biaya produksi per unit

$$= 274 \text{ unit/tahun} \times \text{Rp. } 1.267.226/\text{unit}$$

$$= \text{Rp. } \mathbf{347.219.924,-/\text{tahun}}$$

$$\text{Fraksi tingkat biaya simpan } (r_v) = \frac{\text{Biaya simpan utama}}{\text{Rata-rata nilai produksi}}$$

$$r_v = \frac{\text{Rp. } 31.432.320/\text{tahun}}{\text{Rp. } 347.219.924/\text{tahun}}$$

$$r_v = \mathbf{0,09}$$

Tabel 4.5 Rangkuman Parameter Pemanufaktur dan Pembeli

Parameter	Nilai	Satuan
Permintaan (D)	245	unit/tahun
<i>Crips</i> 1 permintaan (Δ_1)	10	unit/tahun
<i>Crips</i> 2 permintaan (Δ_2)	18	unit/tahun
Biaya pesan (A)	4.000	Rp/pesan
Biaya pembelian (C_b)	1.600.000	Rp/unit
Fraksi biaya simpan pembeli (r_b)	0,158	/tahun
Fraksi kekurangan stok (β)	0,05	%
Biaya kekurangan stok (C_s)	1.920.000	Rp/unit
Std. deviasi σ_L	1,2	unit
Panjang waktu tenggang (L)	14	hari
<i>Crips</i> 3 waktu tenggang (Δ_3)	3	hari
<i>Crips</i> 4 waktu tenggang (Δ_4)	5	hari
Tingkat Produksi (P)	274	unit/tahun
Biaya produksi (C_v)	1.267.226	Rp/unit
Biaya <i>setup</i> (S)	13.437,5	Rp/ <i>setup</i>
Fraksi biaya simpan pemanufaktur (r_v)	0,09	/tahun

4.3 Kondisi Real

Pada kondisi real ini kedua perusahaan menerapkan sistem tarik (*pull system*).

Dimana pembeli melakukan pemesanan sejumlah Q^* dengan rumus *EOQ* Harris-Wilson.

- 1). Mulai hitung Q^* dengan rumus *EOQ* :

$$Q^* = \sqrt{\frac{2.A.\left(D + \frac{\Delta_2 - \Delta_1}{4}\right)}{C_b r_b}}$$

$$= \sqrt{\frac{2 \cdot 4000 \left(245 + \frac{18-10}{4,8} \right)}{1.600.000 \cdot 0,158}}$$

$$= \sqrt{\frac{8000 \cdot 46,67}{252.800}}$$

$$Q^* = 2,79 \text{ Unit}$$

- 2). Gunakan Q^* dengan menghitung total biaya untuk pembeli (TC_b):

$$TC_b = A \cdot \frac{\left(D + \frac{\Delta_2 - \Delta_1}{4} \right)}{Q} + \frac{Q}{2} C_b r_b$$

$$= 4.000 \frac{\left(245 + \frac{18-10}{4,8} \right)}{2,79} + \frac{2,79}{2} \cdot 600.000 \cdot 0,158$$

$$= \text{Rp } 353.648,75 + \text{Rp. } 352.656$$

$$TC_b = \text{Rp. } 706.304,75/\text{tahun}$$

- 3). Gunakan Q^* dengan menghitung total biaya untuk pemanufaktur (TC_v):

$$TC_v = S \frac{\left(D + \frac{\Delta_2 - \Delta_1}{4} \right)}{Q} + C_v r_v \left[1 - \frac{\left(D + \frac{\Delta_2 - \Delta_1}{4} \right)}{P} \right] \frac{Q}{2}$$

$$= 13.437,5 \frac{\left(245 + \frac{18-10}{4,8} \right)}{2,79} + 1.267.226 \cdot 0,09 \left[1 - \frac{\left(245 + \frac{18-10}{4,8} \right)}{274} \right] \frac{2,79}{2}$$

$$= \text{Rp. } 1.188.022,7 + \text{Rp. } 15.862,292$$

$$TC_v = \text{Rp. } 1.203.884,99 / \text{tahun}$$

- 4). Hitung total biaya sistem (total biaya keseluruhan) :

$$TC_{\text{sys}}(Q) = TC_b + TC_v(Q)$$

$$= \text{Rp. } 706.304,75 / \text{tahun} + \text{Rp. } 1.203.884,99 / \text{tahun}$$

$$TC_{\text{sys}}(Q) = \text{Rp. } 1.910.189,74 / \text{tahun}$$

4.4 Model Sebelum Penggabungan

- 1) Mulai dari $k = 0$ (dengan $\psi(k) = 0,398$, $\varphi(k) = 0,398$ dan $\phi(k) = 0,5$)

$$k = 0,00 ; \psi(k) = 0,398$$

- 2) Dengan k_i , hitung Q_i :

$$Q = \sqrt{\frac{2 \left(D + \frac{\Delta_2 - \Delta_1}{4,8} \right) \left[A + C_s \beta \sigma \sqrt{\frac{\left(L + \frac{\Delta_4 - \Delta_3}{4} \right)}{312}} \right] \omega}{C_b r_b}}$$

$$= \sqrt{\frac{2 \left(245 + \frac{18 - 10}{4,8} \right) \left[4.000 + 1.920.000 \times 0,05 \times 1,2 \sqrt{\frac{\left(14 + \frac{5 - 3}{4} \right)}{312}} \right] \times 0,398}{1.600.000 \times 0,158}}$$

$$Q = 5,2 \text{ Unit}$$

- 3) Dengan menggunakan Q_i , hitung $\phi(k_i)$ dan tentukan k_i :

$$\Phi(k) = 1 - \frac{r_b C_b \sigma \sqrt{\left(L + \frac{\Delta_4 - \Delta_3}{4}\right) Q}}{\left(D + \frac{\Delta_2 - \Delta_1}{4,8}\right) C_s \beta \sigma \sqrt{\left(L + \frac{\Delta_4 - \Delta_3}{4}\right) Q}}$$

$$\Phi(k) = 1 - \frac{0,158 \times 1.600.000 \times 1,2 \sqrt{\frac{\left(14 + \frac{5-3}{4}\right)}{312}} \times 5,2}{\left(245 + \frac{18-10}{4,8}\right) 1.920.000 \times 0,05 \times 1,2 \sqrt{\frac{\left(14 + \frac{5-3}{4}\right)}{312}}}$$

$$\Phi(k_0) = 0,94408$$

Dengan mengecek pada tabel distribusi normal *safety factor*, diperoleh

$$k_0 = 1,59$$

$$\psi(k_0) = 0,02380$$

- 4) Ulangi langkah 2-3 hingga Q dan k tidak berubah :

4.1) Iterasi 1

Dengan k, hitung Q :

$$Q = \sqrt{\frac{2 \left(D + \frac{\Delta_2 - \Delta_1}{4,8}\right) \left[A + C_s \beta \sigma \sqrt{\frac{\left(L + \frac{\Delta_4 - \Delta_3}{4}\right)}{312}} \omega(k) \right]}{C_b r_b}}$$

$$Q = \sqrt{\frac{2 \left(245 + \frac{18-10}{4,8} \right) \left[4.000 + 1.920.000 \times 0,05 \times 1,2 \sqrt{\frac{\left(14 + \frac{6-7}{4} \right)}{312}} \times 0,02380 \right]}{1.600.000 \times 0,158}}$$

$$Q_I = 2,99 \text{ Unit}$$

Dengan menggunakan Q_i , hitung $\phi(k_i)$ dan tentukan k_i :

$$\Phi(k) = 1 - \frac{r_b C_b \sigma \sqrt{\frac{\left(L + \frac{\Delta_4 - \Delta_3}{4} \right)}{312}} Q}{\left(D + \frac{\Delta_2 - \Delta_1}{4,8} \right) C_s \beta \sigma \sqrt{\frac{\left(L + \frac{\Delta_4 - \Delta_3}{4} \right)}{312}}}$$

$$\Phi(k) = 1 - \frac{0,158 \times 1.600.000 \times 1,2 \sqrt{\frac{\left(14 + \frac{5-3}{4} \right)}{312}} \times 2,99}{\left(245 + \frac{18-10}{4,8} \right) 1.920.000 \times 0,05 \times 1,2 \sqrt{\frac{\left(14 + \frac{5-3}{4} \right)}{312}}}$$

$$\Phi(k_I) = 0,96784$$

Dengan mengecek pada tabel distribusi normal *safety factor*, diperoleh:

$$k_I = 1,85$$

$$\psi(k_I) = 0,01257$$

4.2) Iterasi 2

Dengan k , hitung Q :

$$Q = \frac{\sqrt{2 \left(D + \frac{\Delta_2 - \Delta_1}{4,8} \right) \left[A + C_s \beta \sigma \sqrt{\frac{\left(L + \frac{\Delta_4 - \Delta_3}{4} \right)}{312}} \right] \omega \left(\text{€} \right)}{C_b r_b}$$

$$Q = \frac{\sqrt{2 \left(245 + \frac{18 - 10}{4,8} \right) \left[4.000 + 1.920.000 \times 0,05 \times 1,2 \sqrt{\frac{\left(14 + \frac{5 - 3}{4} \right)}{312}} \right] \times 0,01257}{1.600.000 \times 0,158}$$

$$Q_2 = 2,9 \text{ Unit}$$

Dengan menggunakan Q_i , hitung $\phi(k_i)$ dan tentukan k_i :

$$\Phi \left(\text{€} \right) = 1 - \frac{r_b C_b \sigma \sqrt{\frac{\left(L + \frac{\Delta_4 - \Delta_3}{4} \right)}{312}} Q}{\left(D + \frac{\Delta_2 - \Delta_1}{4,8} \right) C_s \beta \sigma \sqrt{\frac{\left(L + \frac{\Delta_4 - \Delta_3}{4} \right)}{312}}}$$

$$\Phi \left(\text{€} \right) = 1 - \frac{0,158 \times 1.600.000 \times 1,2 \sqrt{\frac{\left(14 + \frac{5 - 3}{4} \right)}{312}} \times 2,9}{\left(245 + \frac{18 - 10}{4,8} \right) 1.920.000 \times 0,05 \times 1,2 \sqrt{\frac{\left(14 + \frac{5 - 3}{4} \right)}{312}}}$$

$$\Phi(k_2) = 0,96926$$

Dengan mengecek pada tabel distribusi normal *safety factor*, diperoleh:

$$k_2 = 1,87$$

$$\psi(k_2) = 0,01195$$

Karena nilai $Q_2 \approx Q_3$ dan $k_2 \approx k_3$, maka *iterasi berhenti*.

5) Hitung $TC_b(Q, k)$

$$\begin{aligned}
 TC_b(Q, k) &= \frac{A \left(D + \frac{\Delta_2 - \Delta_1}{4,8} \right)}{Q} + r_b C_b \left\{ \frac{Q}{2} + k\sigma \sqrt{\left(L + \frac{\Delta_4 - \Delta_3}{4} \right)} \right\} \\
 &\quad + \frac{\left(D + \frac{\Delta_2 - \Delta_1}{4,8} \right)}{Q} C_s \beta \sigma \sqrt{\left(L + \frac{\Delta_4 - \Delta_3}{4} \right)} \omega \text{ €} \\
 TC_b(Q, k) &= \frac{4.000 \left(245 + \frac{18-10}{4} \right)}{2,9} + 0,158 \times 1.600.000 \left\{ \frac{2,9}{2} + 1,87 \times 1,2 \sqrt{\frac{\left(14 + \frac{5-3}{4} \right)}{312}} \right\} \\
 &\quad + \frac{\left(245 + \frac{18-10}{4,8} \right)}{2,9} \times 1.920.000 \times 0,05 \times 1,2 \sqrt{\frac{\left(14 + \frac{5-3}{4} \right)}{312}} \times 0,01195
 \end{aligned}$$

$$TC_b(Q, k) = \text{Rp. } 854.317,96/\text{tahun}$$

6) Set $m = 1$

$$m = 1$$

7) Hitung $TC_v(m)$:

$$TC_v(m) = \frac{\left(D + \frac{\Delta_2 - \Delta_1}{4,8}\right) \cdot S}{Q \cdot m}$$

$$+ r_v C_v \frac{Q}{2} \left\{ m \left[1 - \frac{\left(D + \frac{\Delta_2 - \Delta_1}{4,8}\right)}{P} \right] - 1 + \frac{2 \left(D + \frac{\Delta_2 - \Delta_1}{4,8}\right)}{P} \right\}$$

$$TC_v(m) = \frac{\left(245 + \frac{18-10}{4,8}\right) 13.437,5}{2,9 \times 1}$$

$$+ 0,09 \times 1.267.226 \times \frac{2,9}{2} \left\{ 1 \left[1 - \frac{\left(245 + \frac{18-10}{4,8}\right)}{274} \right] - 1 + \frac{2 \left(245 + \frac{18-10}{4,8}\right)}{274} \right\}$$

$$TC_v(m_1) = \text{Rp. } 1.291.797,9/\text{tahun}$$

8) Set $m = m + 1$ dan ulangi langkah 7.

$$m = 2$$

Hitung $TC_v(m)$:

$$TC_v(m) = \frac{\left(D + \frac{\Delta_2 - \Delta_1}{4,8}\right) \cdot S}{Q \cdot m}$$

$$+ r_v C_v \frac{Q}{2} \left\{ m \left[1 - \frac{\left(D + \frac{\Delta_2 - \Delta_1}{4,8} \right)}{P} \right] - 1 + \frac{2 \left(D + \frac{\Delta_2 - \Delta_1}{4,8} \right)}{P} \right\}$$

$$TC_v(m) = \frac{\left(245 + \frac{18-10}{4,8} \right) 13.437,5}{2,9 \times 2}$$

$$+ 0,09 \times 1.267.226 \times \frac{2,9}{2} \left\{ 2 \left[1 - \frac{\left(245 + \frac{18-10}{4,8} \right)}{274} \right] - 1 + \frac{2 \left(245 + \frac{18-10}{4,8} \right)}{274} \right\}$$

$$TC_v(m_2) = \text{Rp. } 736.837,44/\text{tahun}$$

9) Jika $TC_v(m-1) \geq TC_v(m)$ ke langkah 8, jika tidak ke langkah 10.

Karena $TC_v(m_1) \geq TC_v(m_2)$, maka ulangi langkah 8.

9.1) Set $m = m + 1$

$$m = 3$$

Hitung $TC_v(m)$:

$$TC_v(m) = \frac{\left(245 + \frac{18-10}{4,8} \right) 13.437,5}{2,9 \times 3}$$

$$+ 0,09 \times 1.267.226 \times \frac{2,9}{2} \left\{ 3 \left[1 - \frac{\left(245 + \frac{18-10}{4,8} \right)}{274} \right] - 1 + \frac{2 \left(245 + \frac{18-10}{4,8} \right)}{274} \right\}$$

$$TC_v(m_3) = \text{Rp. } 562.849,1/\text{tahun} \rightarrow (TC_v(m_2) \geq TC_v(m_3))$$

9.2) Set $m = m + 1$

$$m = 4$$

Hitung $TC_v(m)$:

$$TC_v(m) = \frac{\left(245 + \frac{18-10}{4,8}\right) 13.437,5}{2,9 \times 4} + 0,09 \times 1.267.226 \times \frac{2,9}{2} \left\{ 4 \left[1 - \frac{\left(245 + \frac{18-10}{4,8}\right)}{274} \right] - 1 + \frac{2 \left(245 + \frac{18-10}{4,8}\right)}{274} \right\}$$

$$TC_v(m_4) = \text{Rp. } 484.103,74/\text{tahun} \rightarrow (TC_v(m_3) \geq TC_v(m_4))$$

9.3) Set $m = m + 1$

$$m = 5$$

Hitung $TC_v(m)$:

$$TC_v(m) = \frac{\left(245 + \frac{18-10}{4,8}\right) 13.437,5}{2,9 \times 5} + 0,09 \times 1.267.226 \times \frac{2,9}{2} \left\{ 5 \left[1 - \frac{\left(245 + \frac{18-10}{4,8}\right)}{274} \right] - 1 + \frac{2 \left(245 + \frac{18-10}{4,8}\right)}{274} \right\}$$

$$TC_v(m_5) = \text{Rp. } 443.455,6/\text{tahun} \rightarrow (TC_v(m_4) \geq TC_v(m_5))$$

9.4) Set $m = m + 1$

$$m = 6$$

Hitung $TC_v(m)$:

$$TC_v(m) = \frac{\left(245 + \frac{18-10}{4,8}\right) 13.437,5}{2,9 \times 6}$$

$$+ 0,09 \times 1.267.226 \times \frac{2,9}{2} \left\{ 6 \left[1 - \frac{\left(245 + \frac{18-10}{4,8}\right)}{274} \right] - 1 + \frac{2 \left(245 + \frac{18-10}{4,8}\right)}{274} \right\}$$

$$TC_v(m_6) = \text{Rp. } 421.856,1/\text{tahun} \rightarrow (TC_v(m_5) \geq TC_v(m_6))$$

9.5) Set $m = m + 1$

$$m = 7$$

Hitung $TC_v(m)$:

$$TC_v(m) = \frac{\left(245 + \frac{18-10}{4,8}\right) 13.437,5}{2,9 \times 7}$$

$$+ 0,09 \times 1.267.226 \times \frac{2,9}{2} \left\{ 7 \left[1 - \frac{\left(245 + \frac{18-10}{4,8}\right)}{274} \right] - 1 + \frac{2 \left(245 + \frac{18-10}{4,8}\right)}{274} \right\}$$

$$TC_v(m_7) = \text{Rp. } 411.141,5/\text{tahun} \rightarrow (TC_v(m_6) \geq TC_v(m_7))$$

9.6) Set $m = m + 1$

$$m = 8$$

Hitung $TC_v(m)$:

$$TC_v(m) = \frac{\left(245 + \frac{18-10}{4,8}\right) 13.437,5}{2,9 \times 8}$$

$$+0,09 \times 1.267.226 \times \frac{2,9}{2} \left\{ 8 \left[1 - \frac{\left(245 + \frac{18-10}{4,8} \right)}{274} \right] - 1 + \frac{2 \left(245 + \frac{18-10}{4,8} \right)}{274} \right\}$$

$$TC_v(m_8) = \text{Rp. } 407.229,96/\text{tahun} \rightarrow (TC_v(m_7) \geq TC_v(m_8))$$

9.7) Set $m = m + 1$

$$m = 9$$

Hitung $TC_v(m)$:

$$TC_v(m) = \frac{\left(245 + \frac{18-10}{4,8} \right) 13.437,5}{2,9 \times 9} + 0,09 \times 1.267.226 \times \frac{2,9}{2} \left\{ 9 \left[1 - \frac{\left(245 + \frac{18-10}{4,8} \right)}{274} \right] - 1 + \frac{2 \left(245 + \frac{18-10}{4,8} \right)}{274} \right\}$$

$$TC_v(m_8) = \text{Rp. } 407.853,8/\text{tahun} \rightarrow (TC_v(m_8) < TC_v(m_9))$$

Karena $TC_v(m_8) = \text{Rp. } 407.229,96 < TC_v(m_9) = \text{Rp. } 407.853,8$,

maka dilanjutkan ke langkah 10.

- 10) Set $Q^*, k^*, m^* = Q_m, k_m, m-1$. Dimana (Q^*, k^*, m^*) adalah hasil optimal.

Maka hasil optimal, yaitu :

$$Q^* = 2,9 \text{ unit}$$

$$k^* = 1,87$$

$$m^* = 8$$

$$TC_b(Q,k) = \text{Rp. } 854.317,96/\text{tahun}$$

$$TC_v(m_6) = \text{Rp. } 407.229,96/\text{tahun}$$

Maka :

$$JTC(Q,k,m) = TC_b(Q,k) + TC_v(m)$$

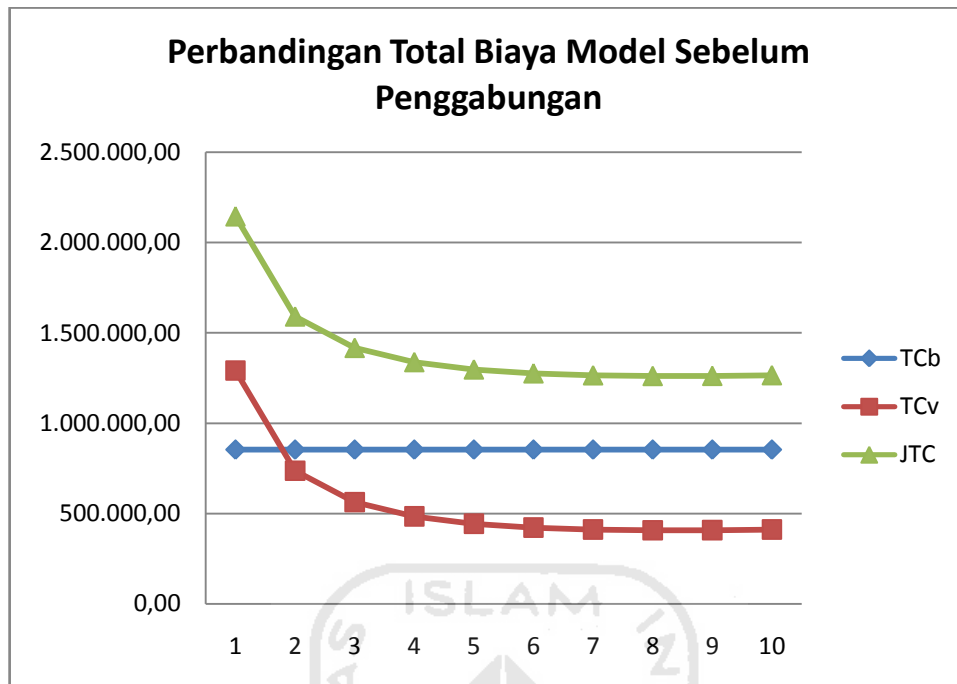
$$= \text{Rp. } 854.317,96/\text{tahun} + \text{Rp. } 407.229,96/\text{tahun}$$

$$= \text{Rp. } 1.261.547,92/\text{tahun}$$

Tabel 4.6 Rangkuman Hasil perhitungan Model Sebelum Penggabungan

m*	Q*	k*	TCb	TCv	JTC
1	2.900	1.8669	854,317.96	1,291,797.90	2,146,115.87
2	2.900	1.8669	854,317.96	736,837.44	1,591,155.40
3	2.900	1.8669	854,317.96	562,849.07	1,417,167.04
4	2.900	1.8669	854,317.96	484,103.74	1,338,421.70
5	2.900	1.8669	854,317.96	443,455.61	1,297,773.58
6	2.900	1.8669	854,317.96	421,856.09	1,276,174.05
7	2.900	1.8669	854,317.96	411,141.49	1,265,459.45
8	2.900	1.8669	854,317.96	407,229.96	1,261,547.92
9	2.900	1.8669	854,317.96	407,853.81	1,262,171.77
10	2.900	1.8669	854,317.96	411,652.43	1,265,970.39

* Warna kuning menunjukkan hasil optimal



Gambar 4.2 Grafik Perbandingan Total Biaya Sebelum Penggabungan

4.5 Model Sesudah Penggabungan

- 1) Set $m = 1$

$$m = 1$$

- 2) Mulai dari $k = 0$ (dengan $\psi(k) = 0,398$, $\varphi(k) = 0,398$ dan $\phi(k) = 0,5$)
- 3) Dengan k_m dan m , hitung Q_m .

$$Q = \frac{2 \left(D + \frac{\Delta_2 - \Delta_1}{4,8} \right) \left[A + \frac{S}{m} + C_s \beta \sigma \sqrt{\left(L + \frac{\Delta_4 - \Delta_3}{4} \right) \omega \epsilon} \right]}{\sqrt{C_b r_b - C_v r_v} \left\{ m \left[\frac{\left(D + \frac{\Delta_2 - \Delta_1}{4,8} \right)}{P} - 1 \right] - \frac{2 \left(D + \frac{\Delta_2 - \Delta_1}{4,8} \right)}{P} + 1 \right\}}$$

$$Q = \frac{2 \left(245 + \frac{18-10}{4,8} \right) \left[4.000 + \frac{13.437,5}{1} + 1.920.000 \times 0,05 \times 1,2 \sqrt{\frac{\left(14 + \frac{5-3}{4} \right)}{312}} \times 0,398 \right]}{\sqrt{1.600.000 \times 0,158 - 1.267.226 \times 0,09} \left\{ 1 \left[\frac{\left(245 + \frac{18-10}{4,8} \right)}{274} - 1 \right] - \frac{2 \left(245 + \frac{18-10}{4} \right)}{274} + 1 \right\}}$$

$$Q_0 = 6,16 \text{ Unit}$$

- 4) Dengan menggunakan Q_m dan m_i , hitung $\phi(k)$ dan tentukan k .

$$\Phi(k) = 1 - \frac{r_b C_b \sigma \sqrt{\left(L + \frac{\Delta_4 - \Delta_3}{4} \right)} Q}{\left(D + \frac{\Delta_2 - \Delta_1}{4,8} \right) C_s \beta \sigma \sqrt{\left(L + \frac{\Delta_4 - \Delta_3}{4} \right)}}$$

$$\Phi(k) = 1 - \frac{0,158 \times 1.600.000 \times 1,2 \sqrt{\frac{\left(14 + \frac{5-3}{4} \right)}{312}} \times 6,16}{\left(245 + \frac{18-10}{4,8} \right) 1.920.000 \times 0,05 \times 1,2 \sqrt{\frac{\left(14 + \frac{5-3}{4} \right)}{312}}}$$

$$\Phi(k) = 0,93448$$

Dengan mengecek distribusi normal *safety factor* diperoleh :

$$k_0 = 1,51$$

$$\psi(k_0) = 0,02865$$

5) Ulangi langkah 2-4 hingga Q dan k tidak berubah.

5.1) Iterasi 1

Dengan k_m dan m , kemudian menghitung Q_m :

$$Q_1 = 5,02 \text{ Unit}$$

Dengan menggunakan Q_m dan m_i , lalu menghitung $\phi(k)$, menentukan k :

$$\Phi(\epsilon_1) = 0.94630$$

Dengan mengecek distribusi normal *safety factor* diperoleh :

$$k_1 = 1,61$$

$$\psi(k_0) = 0,02270$$

Karena nilai $Q_0 \neq Q_1$ dan $k_0 \neq k_1$, maka lanjut iterasi ke-2.

5.2) Iterasi 2

Dengan k_m dan m , kemudian menghitung Q_m :

$$Q_2 = 5 \text{ Unit}$$

Dengan menggunakan Q_m dan m_i , lalu menghitung $\phi(k)$, menentukan k :

$$\Phi(\epsilon_2) = 0.94630$$

Dengan mengecek distribusi normal *safety factor* diperoleh :

$$k_2 = 1,61$$

$$\psi(k_2) = 0,02270$$

Karena nilai $Q_1 \approx Q_2$ dan $k_1 \approx k_2$, maka **iterasi berhenti**.

- 6) Langkah berikutnya yaitu menghitung $JTC (Q_m, k_m, m)$.

$$JTC = \frac{A \left(D + \frac{\Delta_2 - \Delta_1}{4,8} \right)}{Q} + r_b C_b \left\{ \frac{Q}{2} + k\sigma \sqrt{\left(L + \frac{\Delta_4 - \Delta_3}{4} \right)} \right\} +$$

$$\frac{\left(D + \frac{\Delta_2 - \Delta_1}{4,8} \right)}{Q} C_s \beta \sigma \sqrt{\left(L + \frac{\Delta_4 - \Delta_3}{4} \right)} \omega \left(\frac{S \left(D + \frac{\Delta_2 - \Delta_1}{4,8} \right)}{Q \cdot m} + \right.$$

$$\left. r_v C_v \frac{Q}{2} \left\{ m \left[1 - \frac{\left(D + \frac{\Delta_2 - \Delta_1}{4,8} \right)}{P} \right] - 1 + \frac{2 \left(D + \frac{\Delta_2 - \Delta_1}{4,8} \right)}{P} \right\} \right\}$$

$$JTC (Q_{m-1}, k_{m-1}, m-1) = \text{Rp. } 1.882.033,74/\text{tahun}$$

- 7) Set $m = m + 1$ dan ulangi langkah 2-6.

7.1) $m = 2$

$$Q_2 = 3,87 \text{ Unit}$$

$$k_2 = 1,74$$

$$\psi(k_2) = 0,01658$$

Maka :

$$JTC (Q_m, k_m, m) = \text{Rp. } 1.533.082,9/\text{tahun}$$

- 8) Jika $JTC (Q_{m-1}, k_{m-1}, m-1) \geq JTC (Q_m, k_m, m)$ ke langkah 7, jika tidak ke langkah 9.

Karena $JTC (Q_{m-1}, k_{m-1}, m-1) \geq JTC (Q_m, k_m, m)$ yaitu $\text{Rp. } 1.882.033,74 \geq$

$\text{Rp. } 1.533.082,9$, maka ulangi langkah ke-7.

8.1) $m = 3$

Dengan cara yang sama seperti di atas, maka diperoleh :

$$Q_2 = 3,4 \text{ Unit}$$

$$k_2 = 1,80$$

$$\psi(k_2) = 0,01428$$

$$JTC(Q_m, k_m, m) = \text{Rp. } 1.401.576,75/\text{tahun}$$

Karena $JTC(Q_{m-1}, k_{m-1}, m-1) \geq JTC(Q_m, k_m, m)$ yaitu $\text{Rp. } 1.533.082,9 \geq \text{Rp.}$

$1.401.576,75$ maka ulangi langkah ke-7, yaitu lanjut ke $m = 4$.

8.2) $m = 4$

Dengan cara yang sama seperti di atas, maka diperoleh :

$$Q_2 = 3,12 \text{ Unit}$$

$$k_2 = 1,83$$

$$\psi(k_2) = 0,01323$$

$$JTC(Q_m, k_m, m) = \text{Rp. } 1.335.272,98/\text{tahun}$$

Karena $JTC(Q_{m-1}, k_{m-1}, m-1) \geq JTC(Q_m, k_m, m)$ yaitu $\text{Rp. } 1.401.576,75 \geq \text{Rp.}$

$1.335.272,98$ maka lanjut ke $m = 5$.

8.3) $m = 5$

Dengan cara yang sama seperti di atas, maka diperoleh :

$$Q_2 = 2,93 \text{ Unit}$$

$$k_2 = 1,86$$

$$\psi(k_2) = 0,01226$$

$$JTC(Q_m, k_m, m) = \text{Rp. } 1.297.702,29/\text{tahun}$$

Karena $JTC (Q_{m-1}, k_{m-1}, m-1) \geq JTC (Q_m, k_m, m)$ yaitu Rp. 1.335.272,98 \geq Rp. 1.297.702,29 maka lanjut ke $m = 6$.

8.4) $m = 6$

Dengan cara yang sama seperti di atas, maka diperoleh :

$$Q_2 = 2,8 \text{ Unit}$$

$$k_2 = 1,88$$

$$\psi(k_2) = 0,01164$$

$$JTC (Q_m, k_m, m) = \text{Rp. } 1.275.397,06/\text{tahun}$$

Karena $JTC (Q_{m-1}, k_{m-1}, m-1) \geq JTC (Q_m, k_m, m)$ yaitu Rp. 1.297.702,29 \geq Rp. 1.275.397,06 maka lanjut ke $m = 7$.

8.5) $m = 7$

Dengan cara yang sama seperti di atas, maka diperoleh :

$$Q_2 = 2,69 \text{ Unit}$$

$$k_2 = 1,90$$

$$\psi(k_2) = 0,01105$$

$$JTC (Q_m, k_m, m) = \text{Rp. } 1.262.171,92/\text{tahun}$$

Karena $JTC (Q_{m-1}, k_{m-1}, m-1) \geq JTC (Q_m, k_m, m)$ yaitu Rp. 1.275.397,06 \geq Rp. 1.262.171,92 maka lanjut ke $m = 8$.

8.6) $m = 8$

Dengan cara yang sama seperti di atas, maka diperoleh :

$$Q_2 = 2,6 \text{ Unit}$$

$$k_2 = 1,91$$

$$\psi(k_2) = 0,01077$$

$$JTC (Q_m, k_m, m) = \text{Rp. } 1.254.774,1/\text{tahun}$$

Karena $JTC (Q_{m-1}, k_{m-1}, m-1) \geq JTC (Q_m, k_m, m)$ yaitu Rp. 1.262.171,92 \geq Rp. 1.254.774,1 maka lanjut ke $m = 9$.

8.7) $m = 9$

Dengan cara yang sama seperti di atas, maka diperoleh :

$$Q_2 = 2,52 \text{ Unit}$$

$$k_2 = 1,93$$

$$\psi(k_2) = 0,01022$$

$$JTC (Q_m, k_m, m) = \text{Rp. } 1.251.325,67/\text{tahun}$$

Karena $JTC (Q_{m-1}, k_{m-1}, m-1) \geq JTC (Q_m, k_m, m)$ yaitu Rp. 1.254.774,1 \leq Rp. 1.251.325,67. Maka dilanjutkan ke $m = 10$.

8.8) $m = 10$

Dengan cara yang sama seperti di atas, maka diperoleh :

$$Q_2 = 2,46 \text{ Unit}$$

$$k_2 = 1,94$$

$$\psi(k_2) = 0,009957$$

$$JTC (Q_m, k_m, m) = \text{Rp. } 1.250.665,64/\text{tahun}$$

Karena $JTC (Q_{m-1}, k_{m-1}, m-1) \geq JTC (Q_m, k_m, m)$ yaitu Rp. 1.251.325,67 \geq Rp. 1.250.665,64 maka lanjut ke $m = 9$.

8.9) $m = 11$

Dengan cara yang sama seperti di atas, maka diperoleh :

$$Q_2 = 2,4 \text{ Unit}$$

$$k_2 = 1,95$$

$$\psi(k_2) = 0,009698$$

$$JTC(Q_m, k_m, m) = \text{Rp. } 1.252.037,4/\text{tahun}$$

Karena $JTC(Q_{m-1}, k_{m-1}, m-1) \leq JTC(Q_m, k_m, m)$ yaitu $\text{Rp. } 1.250.665,64 \leq \text{Rp. } 1.252.037,4$. Maka dilanjutkan ke langkah 9.

- 9) Set $Q_m^*, k_m^*, m^* = Q_{m-1}, k_{m-1}, m-1$. Dimana (Q_m^*, k_m^*, m^*) adalah hasil optimal. Maka diperoleh :

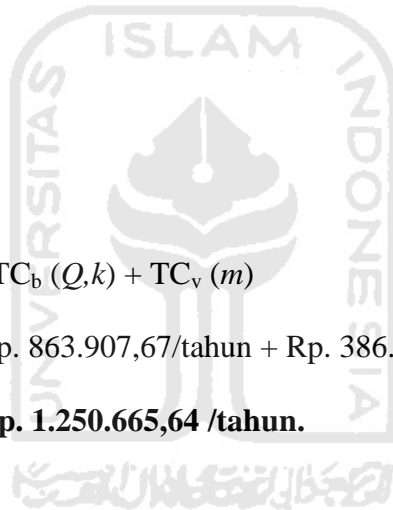
$$Q^* = 2,46 \text{ Unit}$$

$$k^* = 1,94$$

$$m^* = 10$$

Maka :

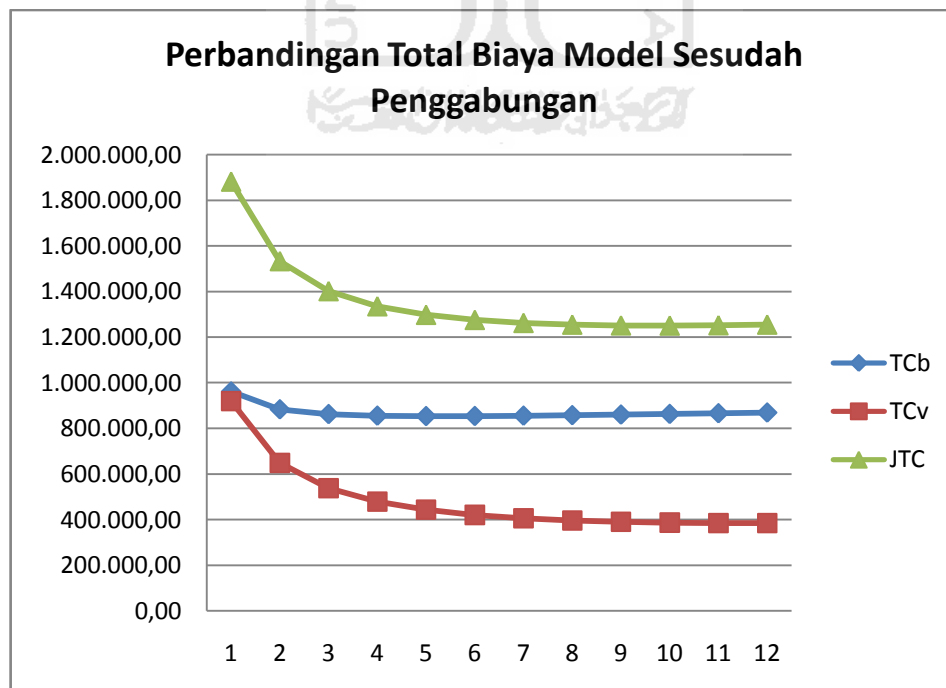
$$\begin{aligned} JTC(Q_m, k_m, m) &= TC_b(Q, k) + TC_v(m) \\ &= \text{Rp. } 863.907,67/\text{tahun} + \text{Rp. } 386.757,97/\text{tahun} \\ &= \text{Rp. } 1.250.665,64 / \text{tahun.} \end{aligned}$$



Tabel 4.7 Rangkuman Hasil Perhitungan Model Sesudah Penggabungan

m^*	Q^*	k^*	TCb	TCv	JTC
1	5.00	1.6131	962,276.13	919,757.61	1,882,033.74
2	3.87	1.7356	884,170.24	648,912.66	1,533,082.90
3	3.40	1.7959	863,256.50	538,320.25	1,401,576.75
4	3.12	1.8342	856,270.37	479,002.62	1,335,272.98
5	2.93	1.8618	854,375.00	443,327.29	1,297,702.29
6	2.80	1.8831	854,760.57	420,636.50	1,275,397.06
7	2.69	1.9006	856,307.66	405,864.26	1,262,171.92
8	2.60	1.9153	858,502.17	396,271.92	1,254,774.09
9	2.52	1.9282	861,083.13	390,242.55	1,251,325.67
10	2.46	1.9396	863,907.67	386,757.97	1,250,665.64
11	2.40	1.9499	866,892.80	385,144.60	1,252,037.40
12	2.35	1.9593	869,987.83	384,939.12	1,254,926.94

* Warna kuning menunjukkan hasil optimal

**Gambar 4.3** Grafik Perbandingan Total Biaya Sesudah Penggabungan

BAB V

PEMBAHASAN

Berdasarkan hasil pengolahan data yang telah dilakukan pada Bab IV yaitu dengan menggunakan model/ persamaan yang dicantumkan pada Bab III, ternyata dari segi biaya (*total cost*) terjadi penurunan persentase penghematan (*savings*) pada pihak pembeli. Sedangkan untuk pihak pemanufaktur terjadi peningkatan persentase penghematan (*savings*).

Ini berarti pada pengolahan data dengan menggunakan model ini lebih mengoptimalkan pihak pemanufaktur. Untuk mengantisipasi permasalahan tersebut, pihak pemanufaktur sebaiknya perlu mengadakan semacam konvensasi kepada pihak pembeli. Berikut beberapa analisa perbandingan yang dilakukan.

5.1 Analisis Perbandingan

5.1.1 Ukuran Lot Gabungan (*Joint Economic Lot Size*)

Dari hasil pengolahan data pada BAB IV, dapat ditentukan perbandingan *JELS* antara kondisi riil dengan model sebelum penggabungan. Dimana pada kondisi riil, ukuran pemesanan optimal (Q^*) selama setahun yaitu pada bulan Maret 2010 - Februari 2011 untuk pembeli (Q_b) sebesar 2,79 unit. Sedangkan untuk model sebelum penggabungan, ukuran pemesanan optimal (Q^*) untuk pembeli yaitu sebanyak 2,9 unit.

Dari hasil ukuran pemesanan optimal antara kondisi riil dengan model sebelum penggabungan untuk pembeli, diperoleh selisih 0,11 unit. Selain itu, untuk pemanufaktur pada kondisi real dihasilkan ukuran *lot* produksi (m^*Q^*) selama setahun yaitu pada bulan Maret 2010 - Februari 2011 sebesar 2,79 unit. Sedangkan pada model sebelum penggabungan, ukuran *lot* produksi yaitu sebesar 23,2 unit. Dari hasil ukuran *lot* produksi antara kondisi real dengan model sebelum penggabungan untuk pemanufaktur, diperoleh selisih 20,41 unit.

Tabel 5.1 Perbandingan Q^* Kondisi Riil Dengan Model Sebelum Penggabungan

Variabel	Kondisi Riil	Model Sebelum Penggabungan
Q_b	2,79 unit	2,9 unit
Q_v	2,79 unit	23,2 unit

Sedangkan dilihat dari hasil perbandingan antara kondisi riil dengan model sesudah penggabungan, dihasilkan ukuran pemesanan optimal pada kondisi riil untuk pembeli sebesar 2,79 unit. Sedangkan dengan model sesudah penggabungan, ukuran pemesanan optimal pembeli yaitu sebanyak 2,46 unit.

Dari hasil ukuran pemesanan optimal antara kondisi riil dengan model sesudah penggabungan untuk pembeli, diperoleh selisih 0,33 unit. Selain itu, untuk pemanufaktur (Q_v) pada kondisi real dihasilkan ukuran *lot* produksi sebesar 2,79 unit. Sedangkan model sesudah penggabungan, ukuran *lot* produksi pemanufaktur yaitu sebesar 24,6 unit. Selisih ukuran *lot* produksi antara kondisi riil dengan model sesudah penggabungan yaitu 21,81 unit.

Tabel 5.2 Perbandingan Q^* Kondisi Riil Dengan Model Sesudah Penggabungan

Variabel	Kondisi Riil	Model Sesudah Penggabungan
Q_b	2,79 unit	2,46 unit
Q_v	2,79 unit	24,6 unit

Dengan analisa yang sama dengan sebelumnya, diperoleh ukuran pemesanan optimal pada model sebelum penggabungan sebesar 2,9 unit. Sedangkan dengan model sesudah penggabungan, ukuran pemesanan optimal yaitu sebanyak 2,46 unit. Dari hasil tersebut diperoleh selisih antara model sebelum penggabungan dengan model sesudah penggabungan yaitu 0,44 unit.

Selain itu, pada model sebelum penggabungan dihasilkan ukuran lot produksi sebesar 23,2 unit. Sedangkan model sesudah penggabungan, ukuran lot produksi sebesar 24,6 unit. Dari hasil tersebut diperoleh selisih antara model sebelum penggabungan dengan model sesudah penggabungan yaitu 1,4 unit.

Tabel 5.3 Perbandingan Q^* Model Sebelum Penggabungan Dengan Model Sesudah Penggabungan

Variabel	Model Sebelum Penggabungan	Model Sesudah Penggabungan
Q_b	2,9 unit	2,46 unit
Q_v	23,2 unit	24,6 unit

5.1.2 Jumlah Pengiriman Optimal (m^*)

Dilihat dari sisi jumlah pengiriman, diperoleh jumlah pengiriman (m^*) untuk tiap pamanufaktur pada kondisi riil sebanyak 1 kali, sedangkan pada model sebelum penggabungan jumlah pengiriman untuk tiap pamanufaktur adalah 8 kali.

Tabel 5.4 Perbandingan m^* Kondisi Riil Dengan Model Sebelum Penggabungan

Variabel	Kondisi Riil	Model Sebelum Penggabungan
m^*	1 kali	8 kali

Selanjutnya, perbandingan jumlah pengiriman antara kondisi riil dengan model sesudah penggabungan, pada model sesudah penggabungan jumlah pengiriman sebanyak 10 kali.

Tabel 5.5 Perbandingan m^* Kondisi Riil Dengan Model Sesudah Penggabungan

Variabel	Kondisi Real	Model Sesudah Penggabungan
m^*	1 kali	10 kali

Kemudian yang terakhir, perbandingan jumlah pengiriman antara model sebelum penggabungan dengan model sesudah penggabungan terlihat pada tabel berikut ini.

Tabel 5.6 Perbandingan m^* Model Sebelum Penggabungan Dengan Model Sesudah Penggabungan

Variabel	Model Sebelum Penggabungan	Model Sesudah Penggabungan
m^*	8 kali	10 kali

5.1.3 Faktor Pengaman, Stok Pengaman dan Titik Pesan Ulang

Pada faktor pengaman, stok pengaman dan titik pesan ulang, perbandingan antara kondisi riil dengan model sebelum penggabungan, dimana faktor pengaman (k^*) pada kondisi riil yaitu 0,00, sedangkan pada model sebelum penggabungan yaitu

1,87. Selanjutnya hasil stok pengaman (SS) untuk kondisi riil adalah 0 unit, sedangkan pada model sebelum penggabungan yaitu 0,396 unit. Lalu untuk titik pesan ulang (ROP), pada kondisi riil sebanyak 10,99 unit, sedangkan pada model sebelum penggabungan sebanyak 11,39 unit.

Tabel 5.7 Perbandingan k^* , SS^* dan ROP^* Kondisi Riil Dengan Model Sebelum Penggabungan

Variabel	Kondisi Riil	Model Sebelum Penggabungan
k^*	0,00	1,87
SS	0 unit	0,396 unit
ROP	10,99 unit	11,39 unit

Perbandingan antara kondisi real dengan model sesudah penggabungan, dimana faktor pengaman pada kondisi riil yaitu 0,00, sedangkan pada model sesudah penggabungan yaitu 1,94. Sedangkan untuk stok pengaman untuk kondisi real adalah 0 unit, sedangkan stok pengaman pada model sesudah penggabungan yaitu 0,41 unit. Lalu untuk titik pesan ulang, pada kondisi riil sebanyak 10,99 unit, sedangkan pada model sesudah penggabungan titik pesan ulang sebanyak 11,41 unit.

Tabel 5.8 Perbandingan k^* , SS^* dan ROP^* Kondisi Riil Dengan Model Sesudah Penggabungan

Variabel	Kondisi Riil	Model Sesudah Penggabungan
k^*	0,00	1,94
SS	0 unit	0,41 unit
ROP	10,99 unit	11,41 unit

Sedangkan dengan perbandingan sebelumnya, maka berikut adalah perbandingan antara model sebelum penggabungan dengan model sesudah penggabungan.

Tabel 5.9 Perbandingan k^* , SS^* dan ROP^* Model Sebelum Penggabungan

Dengan Model Sesudah Penggabungan

Variabel	Model Sebelum Penggabungan	Model Sesudah Penggabungan
k^*	1,87	1,94
SS	0,396 unit	0,41 unit
ROP	11,39 unit	11,41 unit

5.1.4 Ekspektasi Terjadi *Backorder* Karena *Shortage*

Backorder terjadi karena *shortage*, maksudnya adalah pemesanan ulang yang terjadi akibat adanya pemesanan mendadak dari pihak pembeli diluar dari pemesanan biasanya. Dari hasil perhitungan *backorder* (B) yang telah dilakukan, dapat dihasilkan perbandingan antara kondisi riil dengan model sebelum penggabungan. Dimana pada kondisi riil, *backorder* yang dihasilkan adalah 0 unit, sedangkan pada model sebelum penggabungan, *backorder* nya sebanyak 0,0128 unit.

Tabel 5.10 Perbandingan B Kondisi Riil Dengan Model Sebelum Penggabungan

Variabel	Kondisi Riil	Sebelum Penggabungan
B	0	0,0128 Unit

Kemudian dari perbandingan antara kondisi riil dengan model sesudah penggabungan, dihasilkan *backorder* pada kondisi riil adalah sebesar 0 unit,

sedangkan pada model sesudah penggabungan *backorder* yang dihasilkan sebanyak 0,0126 unit.

Tabel 5.11 Perbandingan *B* Kondisi Riil Dengan Model Sesudah Penggabungan

Variabel	Kondisi Riil	Sesudah Penggabungan
<i>B</i>	0	0,0126

Untuk perbandingan yang sama antara model sebelum penggabungan dengan model sesudah penggabungan, dihasilkan perbandingan *backorder* (*B*) seperti pada tabel berikut ini.

Tabel 5.12 Perbandingan *B* Model Sebelum Penggabungan Dengan Model Sesudah Penggabungan

Variabel	Sebelum Penggabungan	Sesudah Penggabungan
<i>B</i>	0,0128	0,0126

5.1.5 Analisis Total Biaya Pemanufaktur dan *Savings*

Perbandingan total biaya pemanufaktur (TC_v) antara kondisi riil dengan model sebelum penggabungan, dimana TC_v kondisi riil yaitu sebesar Rp. 1.203.884,99 /tahun. Sedangkan TC_v pada model sebelum penggabungan adalah sebesar Rp. 407.229,96/tahun. Dari hasil perbandingan biaya pemanufaktur antara kondisi riil dengan model sebelum penggabungan, selisih Rp. 796.655/tahun (66,17%).

Tabel 5.13 Perbandingan TC_v Kondisi Riil Dengan Model Sebelum Penggabungan

Variabel	Kondisi Riil (Rp./tahun)	Model Sebelum Penggabungan (Rp./tahun)	Savings	
			Nilai rupiah (Rp./tahun)	%
TC_v	1.203.884,99	407.229,96	796.655,00	66,17

Kemudian, perbandingan TC_v antara kondisi riil dengan model sesudah penggabungan, dimana TC_v pada model sesudah penggabungan adalah sebesar Rp. 386.757,97/tahun. Dari hasil perbandingan biaya pemanufaktur antara kondisi real dengan model sesudah penggabungan diperoleh selisih Rp. 817.127/tahun dengan *savings* sebesar 67,87%.

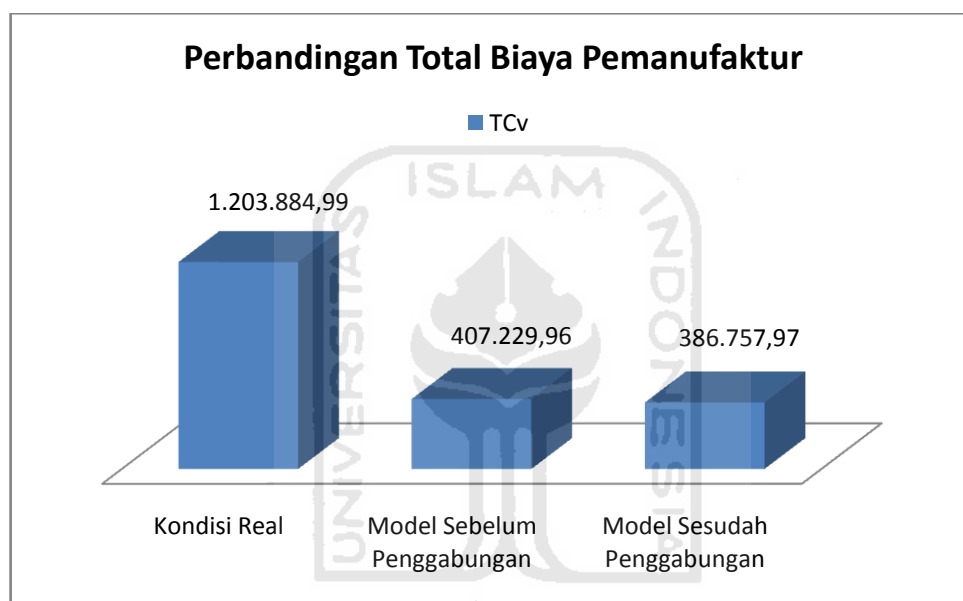
Tabel 5.14 Perbandingan TC_v Kondisi Riil Dengan Model Sesudah Penggabungan

Variabel	Kondisi Riil (Rp./tahun)	Model Sesudah Penggabungan (Rp./tahun)	Savings	
			Nilai rupiah (Rp./tahun)	%
TC_v	1.203.884,99	386.757,97	817.127	67,87

Apabila TC_v dibandingkan antara model sebelum penggabungan dengan model sesudah penggabungan diperoleh selisih Rp. 20.471,99/tahun dengan *savings* yaitu sebesar 5,03%.

Tabel 5.15 Perbandingan TC_v Model Sebelum Penggabungan Dengan Model Sesudah Penggabungan

Variabel	Model Sebelum Penggabungan (Rp./tahun)	Model Sesudah Penggabungan (Rp./tahun)	Savings	
			Nilai rupiah (Rp./tahun)	%
TC_v	407.229,96	386.757,97	20.471,99	5,03



Gambar 5.1 Grafik Total Biaya Pemanufaktur (TC_v)

5.1.6 Analisis Total Biaya Pembeli dan Savings

Perbedaan total biaya pembeli (TC_b) antara kondisi riil dengan model sebelum penggabungan, dimana total biaya pembeli pada kondisi riil yaitu sebesar Rp. 706.304,75/tahun. Sedangkan total biaya pembeli pada model sebelum penggabungan adalah sebesar -Rp. 854.317,96/tahun. Dari hasil perbandingan total biaya pembeli antara kondisi riil dengan model sebelum penggabungan diperoleh selisih Rp. 148.013,21/tahun dimana *savings* sebesar -20,96%. Dari

hasil ini memiliki *savings* negatif menunjukkan bahwa kondisi riil memiliki TC_b lebih baik dikarenakan biaya simpan TC_b lebih sedikit.

Tabel 5.16 Perbandingan TC_b Kondisi Real Dengan Model Sebelum Penggabungan

Variabel	Kondisi Riil (Rp./tahun)	Model Sebelum Penggabungan (Rp./tahun)	Savings	
			Nilai rupiah (Rp./tahun)	%
TC_b	706.304,75	854.317,96	-148.013,21	-20,96

Sedangkan dengan model sesudah penggabungan, dimana TC_b sebesar Rp. 863.907,67/tahun sehingga memberikan *savings* yang negatif juga, yaitu -Rp. 157.602,92/tahun atau -22,3%.

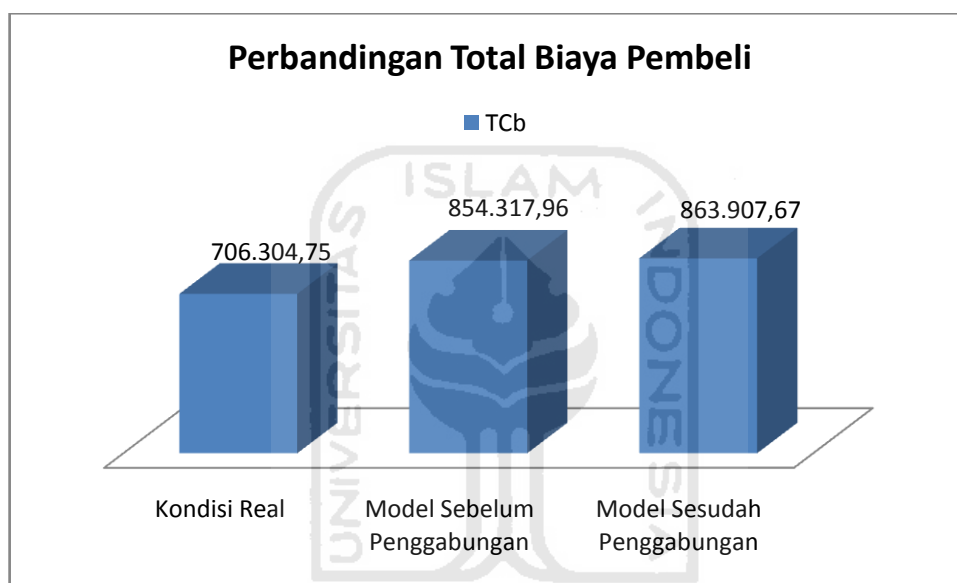
Tabel 5.17 Perbandingan TC_b Kondisi Riil Dengan Model Sesudah Penggabungan

Variabel	Kondisi Riil (Rp./tahun)	Model Sesudah Penggabungan (Rp./tahun)	Savings	
			Nilai rupiah (Rp./tahun)	%
TC_b	706.304,75	863.907,67	-157.602,92	-22,3

Hasil negatif yang sama juga diperoleh dengan membandingkan antara model sebelum penggabungan dengan model sesudah penggabungan, -Rp. 9.589,71/tahun atau -1,12%.

Tabel 5.18 Perbandingan TC_b Model Sebelum Penggabungan Dengan sesudah Penggabungan

Variabel	Model Sebelum Penggabungan (Rp./tahun)	Model Sesudah Penggabungan (Rp./tahun)	Savings	
			Nilai rupiah (Rp./tahun)	%
TC_b	854.317,96	863.907,67	-9.589,71	-1,12



Gambar 5.2 Grafik Total Biaya Pembeli (TC_b)

5.1.7 Analisis Total Biaya Gabungan dan Savings

Total biaya gabungan (JTC) merupakan total biaya keseluruhan yaitu total biaya pemanufaktur dan total biaya pembeli. Perbandingan JTC antara kondisi riil dengan model sebelum penggabungan, dimana JTC pada kondisi riil yaitu sebesar Rp. 1.910.189,74/tahun. Sedangkan JTC pada model sebelum digabung adalah sebesar Rp. 1.261.547,92/tahun. Dari hasil perbandingan JTC antara kondisi riil dengan model sebelum penggabungan diperoleh selisih Rp. 648.641,82/tahun.

Untuk tingkat penghematan (*saving*) antara kondisi riil dengan model sebelum penggabungan pada *JTC* yaitu sebesar 33,96%.

Tabel 5.19 Perbandingan *JTC* Kondisi Riil Dengan Model Sebelum Penggabungan

Variabel	Kondisi Riil (Rp./tahun)	Model Sebelum Penggabungan (Rp./tahun)	Savings	
			Nilai rupiah (Rp./tahun)	%
<i>JTC</i>	1.910.189,74	1.261.547,92	648.641,82	33,96

Sedangkan pada model sesudah penggabungan adalah sebesar Rp. 1.250.665,64/tahun. Dari hasil perbandingan total biaya gabungan antara kondisi riil dengan model sesudah digabung diperoleh selisih Rp. 659.524/tahun atau *savings* 34,53%.

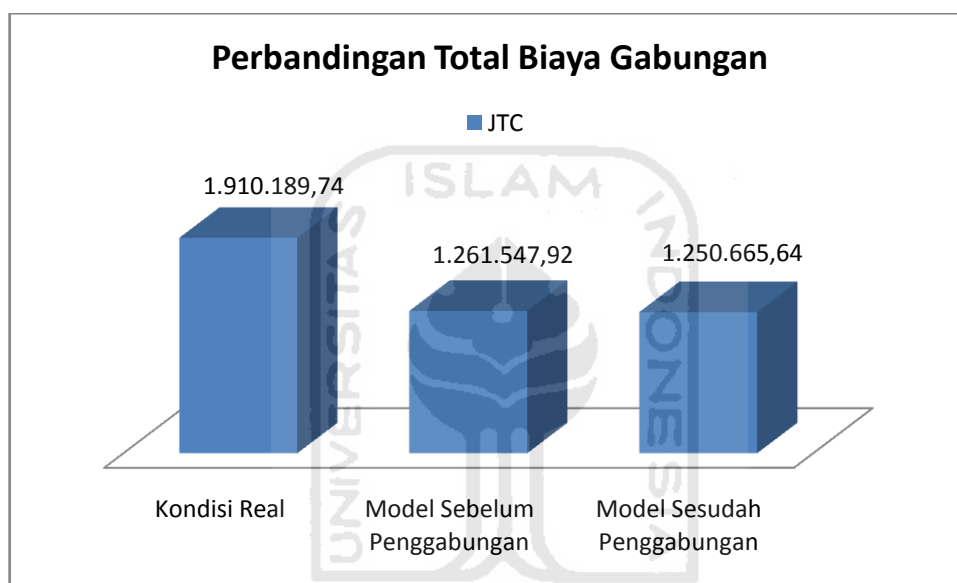
Tabel 5.20 Perbandingan *JTC* Kondisi Riil Dengan Model Sesudah Penggabungan

Variabel	Kondisi Riil (Rp./tahun)	Model Sebelum Penggabungan (Rp./tahun)	Savings	
			Nilai rupiah (Rp./tahun)	%
<i>JTC</i>	1.910.189,74	1.250.665,64	659.524,00	34,53

Sedangkan perbandingan antara model sebelum penggabungan dengan model sesudah penggabungan diperoleh selisih Rp. 10.882,3/tahun. Sedangkan tingkat penghematan (*saving*) antara model sebelum penggabungan dengan model sesudah penggabungan pada *JTC* adalah sebesar 0,86%.

Tabel 5.21 Perbandingan *JTC* Antar Model Sebelum Penggabungan Dengan Model Sesudah Penggabungan

Variabel	Model Sebelum Penggabungan (Rp./tahun)	Model Sesudah Penggabungan (Rp./tahun)	Savings	
			Nilai rupiah (Rp./tahun)	%
<i>JTC</i>	1.261.547,92	1.250.665,64	10.882,3	0,86



Gambar 5.3 Grafik Total Biaya Gabungan (*JTC*)

5.1.8 Analisa Alokasi Total Biaya Gabungan dan *Savings*

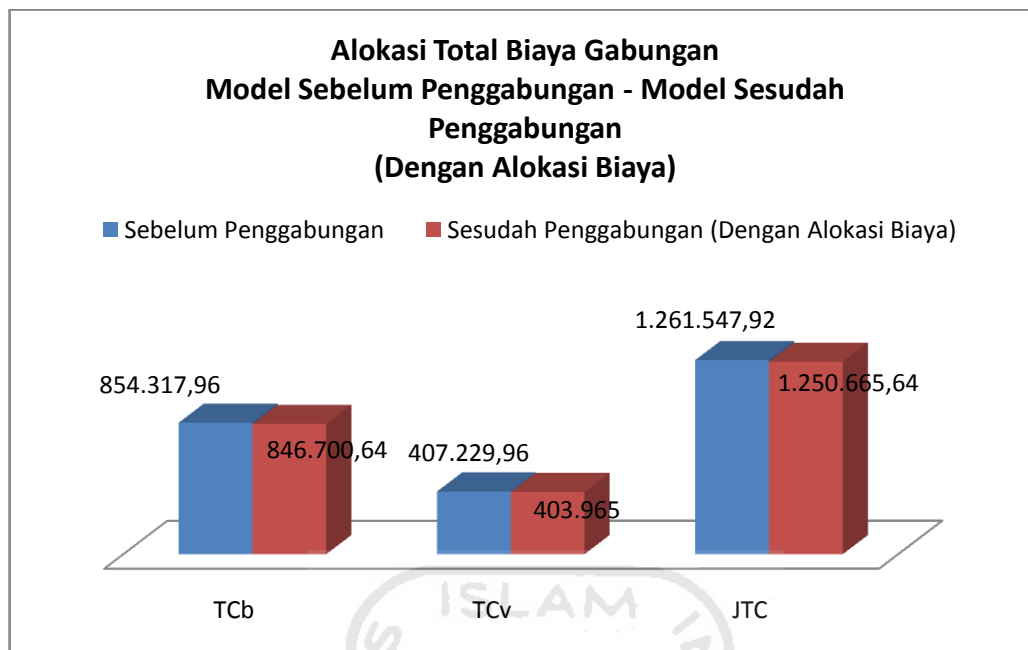
Perbandingan alokasi total biaya gabungan yaitu antara model sebelum penggabungan dengan model sesudah penggabungan (dengan alokasi biaya). Dimana dengan menggunakan rumus yang terdapat pada **Bab. II**, maka diperoleh nilai $\beta = 0,677$. Sehingga dengan diperoleh nilai β menghasilkan alokasi total biaya gabungan pada model sesudah penggabungan menjadi, total biaya pembeli (TC_b) sebesar Rp. 846.700,64, total biaya pemanufaktur (TC_v) sebesar Rp.

403.965 dengan total biaya gabungan (*JTC*) sebesar Rp. 1.250.665,64. Sehingga *savings* teralokasi menjadi 0,86%.

Tabel 5.22 Perbandingan *JTC* Model Sebelum Penggabungan, Model Sesudah Penggabungan dan Model Sesudah Penggabungan [Alokasi Biaya]

Variabel	Model Sebelum Penggabungan (Rp./tahun)	Model Sesudah Penggabungan (Rp./tahun)	Savings	
			Nilai rupiah (Rp./tahun)	%
TC_v	407.229,96	386.757,97	20.471,99	5,03
TC_b	854.317,96	863.907,67	-9.589,71	-1,12
<i>JTC</i>	1.261.547,92	1.250.665,64	10.882,3	0,86
Variabel	Model Sebelum Penggabungan (Rp./tahun)	Model Sesudah Penggabungan (Dengan Alokasi) (Rp./tahun)	Savings	
			Nilai rupiah (Rp./tahun)	%
TC_v	407.229,96	403.965	3.264,96	0,80
TC_b	854.317,96	846.700,64	7.617,32	0,89
<i>JTC</i>	1.261.547,92	1.250.665,64	10.882,28	0,86

Dari tabel diatas menunjukkan bahwa nilai savings pada TC_b tidak negatif lagi (dari Rp. 863.907,67/tahun menjadi Rp. 846.700,64/tahun). Artinya seluruh biaya telah dialokasikan dengan merata (*win-win solutions*) agar tidak ada salah satu pihak yang dirugikan. Hanya saja dari teknik ini memiliki konsekuensi yaitu meningkatnya TC_v dari Rp. 386.757,97/tahun menjadi Rp. 403.965/tahun, tetapi model setelah penggabungan dengan alokasi tetap lebih baik daripada model sebelum penggabungan.



Gambar 5.4 Grafik Alokasi Total Biaya Gabungan Antara Model Sebelum Penggabungan Dengan Model Sesudah Penggabungan (Dengan Alokasi Biaya)

5.2 Analisis Sensitivitas

Analisis sensitivitas ini digunakan untuk melihat seberapa besar perubahan-perubahan biaya, sehingga dapat dilihat seberapa jauh (%) perubahan pada *JTC* (Q, k, m) dengan beberapa parameter. Perubahan pada parameter ini terdiri dari +50%, +25%, -25% dan -50%. Berikut adalah analisis sensitivitas yang dilakukan.

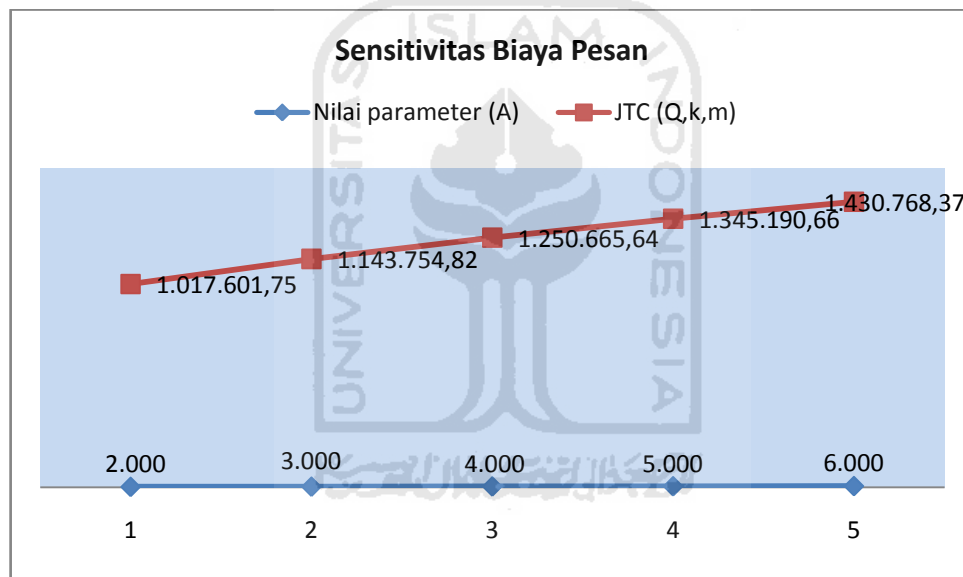
5.2.1 Perubahan Biaya Pesan

Tabel 5.22 menunjukkan sensitivitas biaya pesan, bila dilakukan perubahan penurunan 50% pada biaya pesan menghasilkan penurunan biaya gabungan (*JTC*) sebesar 22,9%. Sedangkan bila diturunkan 25%, maka menghasilkan penurunan 9,35%. Apabila biaya pesan dinaikan 25% maka menghasilkan kenaikan *JTC*

sebesar 7,03% sedangkan bila dinaikkan 50%, maka menghasilkan kenaikan JTC sebesar 12,59%. Untuk grafik sensitivitas pada biaya pesan pada Gambar 5.4.

Tabel 5.23 Sensitivitas Biaya Pesan

Δ Nilai Parameter (%)	Nilai parameter	m^*	Q^*	k^*	JTC (Q,k,m)	Δ JTC (%)
-50	2.000	14	1,75	2,08	1.017.601,75	-22,9
-25	3.000	11	2,16	1,99	1.143.754,82	-9,35
0	4.000	10	2,46	1,94	1.250.665,64	0,00
25	5.000	9	2,74	1,89	1.345.190,66	7,03
50	6.000	8	3,01	1,85	1.430.768,37	12,59



Gambar 5.5 Sensitivitas Pada Biaya Pesan

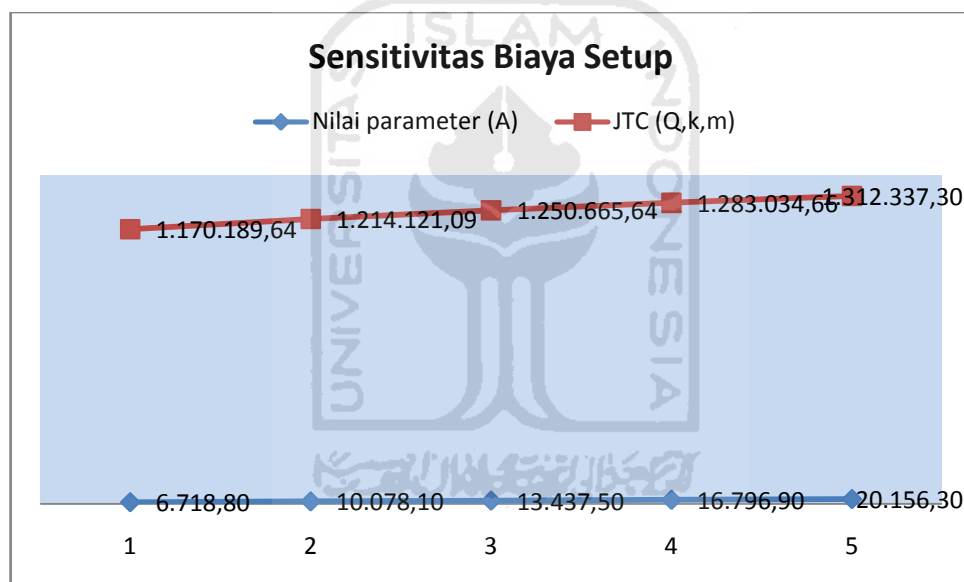
5.2.2 Perubahan Biaya Setup

Tabel 5.23 menunjukkan sensitivitas biaya setup, bila dilakukan perubahan penurunan 50% pada biaya setup menghasilkan penurunan biaya gabungan (JTC) sebesar 6,88%. Sedangkan bila diturunkan 25%, maka menghasilkan penurunan 3,01%. Apabila biaya setup dinaikkan 25% maka menghasilkan kenaikan JTC

sebesar 2,52% sedangkan bila dinaikkan 50%, maka menghasilkan kenaikan JTC sebesar 4,7%. Untuk grafik sensitivitas pada biaya setup pada Gambar 5.5.

Tabel 5.24 Sensitivitas Biaya Setup

Δ Nilai Parameter (%)	Nilai parameter	m^*	Q^*	k^*	JTC (Q,k,m)	Δ JTC (%)
-50	6.718,8	7	2,46	1,94	1.170.189,64	-6,88
-25	10.078,1	8	2.50	1.93	1.214.121,09	-3,01
0	13.437,5	10	2,46	1,94	1.250.665,64	0,00
25	16.796,9	11	2,47	1,94	1.283.034,66	2,52
50	20.156,3	12	2,47	1,94	1.312.337,30	4,7



Gambar 5.6 Sensitivitas Pada Biaya Setup

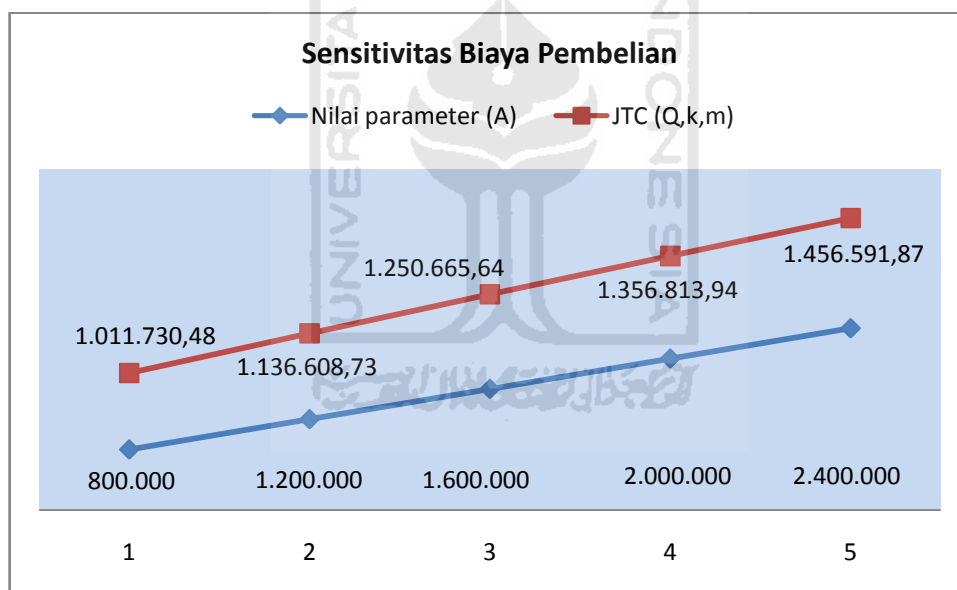
5.2.3 Perubahan Biaya Pembelian

Tabel 5.24 menunjukkan sensitivitas biaya pembelian, bila dilakukan perubahan penurunan 50% pada biaya pembelian menghasilkan penurunan biaya gabungan (JTC) sebesar 23,62%. Sedangkan bila diturunkan 25%, maka menghasilkan penurunan 10,03%. Apabila biaya pembelian dinaikkan 25% maka menghasilkan

kenaikan JTC sebesar 7,82% sedangkan bila dinaikkan 50%, maka menghasilkan kenaikan JTC sebesar 14,14%. Untuk grafik sensitivitas pada biaya pembelian pada Gambar 5.6.

Tabel 5.25 Sensitivitas Biaya Pembelian

Δ Nilai Parameter (%)	Nilai parameter	m^*	Q^*	k^*	JTC (Q,k,m)	Δ JTC (%)
-50	800.000	8	3,05	2,14	1.011.730,48	-23,62
-25	1.200.000	9	2,71	2,02	1.136.608,73	-10,03
0	1.600.000	10	2,46	1,94	1.250.665,64	0,00
25	2.000.000	11	2,26	1,88	1.356.813,94	7,82
50	2.400.000	11	2,15	1,82	1.456.591,87	14,14



Gambar 5.7 Sensitivitas Pada Biaya Pembelian

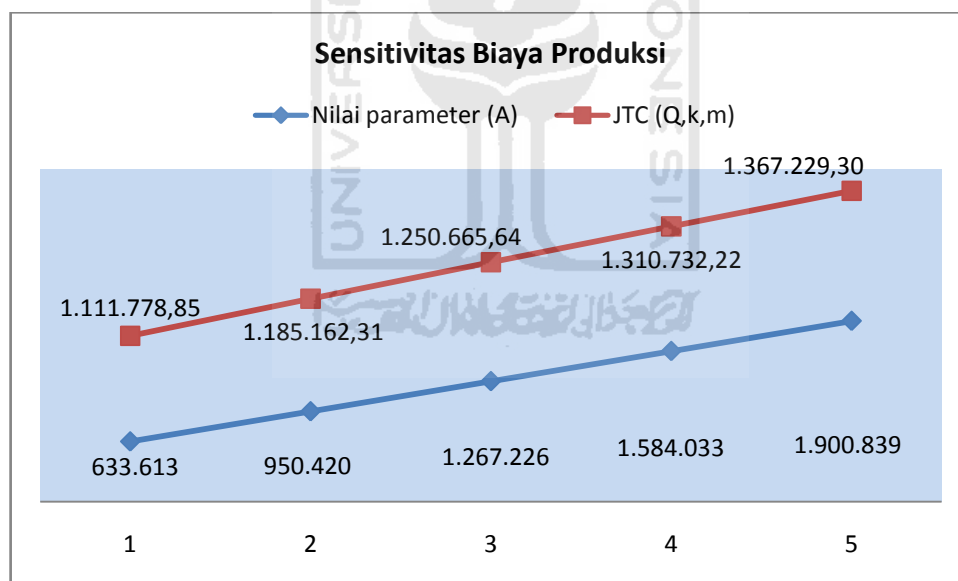
5.2.4 Perubahan Biaya Produksi

Tabel 5.25 menunjukkan sensitivitas biaya produksi, bila dilakukan perubahan penurunan 50% pada biaya produksi menghasilkan penurunan biaya gabungan (JTC) sebesar 12,5%. Sedangkan bila diturunkan 25%, maka menghasilkan

penurunan 5,53%. Apabila biaya produksi dinaikan 25% maka menghasilkan kenaikan JTC sebesar 4,58% sedangkan bila dinaikkan 50%, maka menghasilkan kenaikan JTC sebesar 8,53%. Untuk grafik sensitivitas pada biaya produksi pada Gambar 5.7.

Tabel 5.26 Sensitivitas Biaya Produksi

Δ Nilai Parameter (%)	Nilai parameter	m^*	Q^*	k^*	JTC (Q,k,m)	Δ JTC (%)
-50	633.613	13	2,65	1,91	1.111.778,85	-12,5
-25	950.420	11	2,55	1,92	1.185.162,31	-5,53
0	1.267.226	10	2,46	1,94	1.250.665,64	0,00
25	1.584.033	9	2,39	1,95	1.310.732,22	4,58
50	1.900.839	9	2,28	1,97	1.367.229,30	8,53



Gambar 5.8 Sensitivitas Pada Biaya Produksi

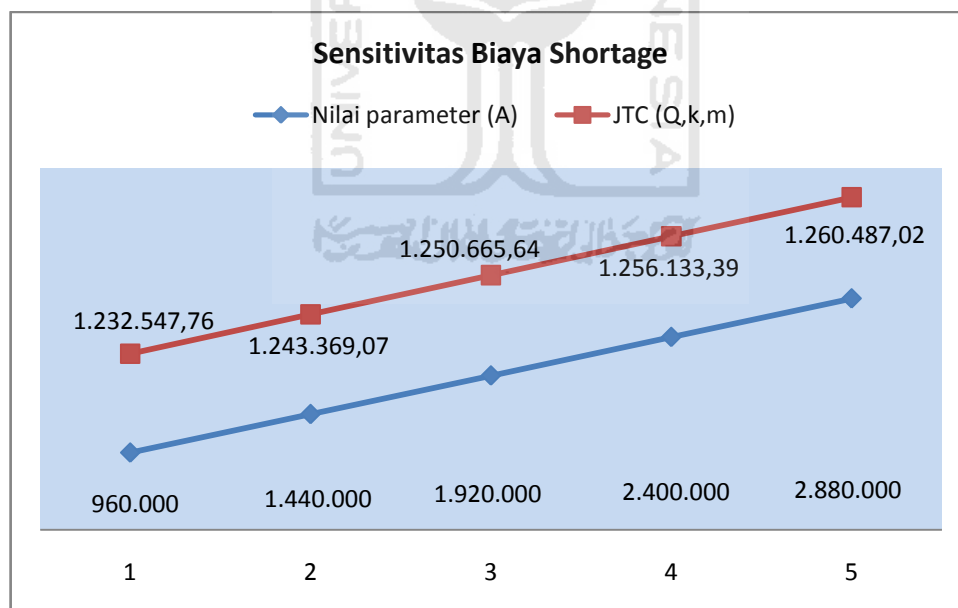
5.2.5 Perubahan Biaya *Shortage*

Tabel 5.26 menunjukkan sensitivitas biaya *shortage*, bila dilakukan perubahan penurunan 50% pada biaya *shortage* menghasilkan penurunan biaya gabungan

(JTC) sebesar 1,47%. Sedangkan bila diturunkan 25%, maka menghasilkan penurunan 0,59%. Apabila biaya shortage dinaikan 25% maka menghasilkan kenaikan JTC sebesar 0,44% sedangkan bila dinaikkan 50%, maka menghasilkan kenaikan JTC sebesar 0,78%. Untuk grafik sensitivitas pada biaya shortage pada Gambar 5.8.

Tabel 5.27 Sensitivitas Biaya *Shortage*

Δ Nilai Parameter (%)	Nilai parameter	m^*	Q^*	k^*	JTC (Q,k,m)	Δ JTC (%)
-50	960.000	10	2,46	1,62	1.232.547,76	-1,47
-25	1.440.000	10	2,46	1,81	1.243.369,07	-0,59
0	1.920.000	10	2,46	1,94	1.250.665,64	0,00
25	2.400.000	10	2,45	2,03	1.256.133,39	0,44
50	2.880.000	10	2,45	2,11	1.260.487,02	0,78



Gambar 5.9 Sensitivitas Pada Biaya *Shortage*

BAB VI

KESIMPULAN DAN SARAN

6.1 Kesimpulan

Berdasarkan hasil pengolahan data yang telah dilakukan sehingga diperoleh kesimpulan dari Tugas Akhir ini adalah sebagai berikut:

1. Untuk ukuran lot pemesanan optimal (Q^*) selama setahun yaitu pada bulan Maret 2010 - Februari 2011, yaitu:
 - a. Kondisi Real sebesar 2,79 unit.
 - b. Model Sebelum Penggabungan sebesar 2,9 unit.
 - c. Model Sesudah Penggabungan sebesar 2,46 unit.

2. Untuk jumlah pengiriman optimal (m^*) selama setahun yaitu pada bulan Maret 2010 - Februari 2011, yaitu:
 - a. Kondisi Real sebanyak 1 kali.
 - b. Model Sebelum Penggabungan sebanyak 8 kali.
 - c. Model Sesudah Penggabungan sebanyak 10 kali.

3. Untuk faktor pengaman optimal (k^*) selama setahun yaitu pada bulan Maret 2010 - Februari 2011, yaitu:
 - a. Kondisi Real sebesar 0.
 - b. Model Sebelum Penggabungan sebesar 1,87.

- c. Model Sesudah Penggabungan sebesar 1,94.
4. Untuk total ongkos gabungan (*JTC*) selama setahun yaitu pada bulan Maret 2010 - Februari 2011, yaitu:
 - a. Kondisi Real sebesar Rp. 1.910.189,74/tahun.
 - b. Model Sebelum Penggabungan sebesar Rp. 1.261.547,92/tahun.
 - c. Model Sesudah Penggabungan sebesar Rp. 1.250.665,64 /tahun.
5. Untuk alokasi total biaya gabungan (*AJTC*) antara model sebelum penggabungan dengan model sesudah penggabungan (dengan alokasi biaya), yaitu selama setahun (Maret 2010 - Februari 2011). Untuk model sebelum penggabungan, total biaya pembeli (TC_b) sebesar Rp. 854.317,96, total biaya pemanufaktur (TC_v) sebesar Rp. 407.229,96 dan total biaya gabungan (*JTC*) sebesar Rp. 1.261.547,92. Sedangkan untuk model sesudah penggabungan (dengan alokasi biaya) total biaya pembeli (TC_b) sebesar Rp. 846.700,64, total biaya pemanufaktur (TC_v) sebesar Rp. 403.965 dan total biaya gabungan (*JTC*) sebesar Rp. 1.250.665,64.
6. Untuk besar persentase penghematan (*Saving*) selama setahun (Maret 2010 - Februari 2011) antara Model Sebelum Penggabungan dengan Model Sesudah Penggabungan (Dengan Alokasi Biaya), yaitu : untuk total biaya pembeli (TC_b) sebesar 0,89% dan untuk penghematan untuk total biaya pemanufaktur

(TC_v) sebesar 0,80%. Sedangkan penghematan untuk total biaya gabungan (JTC) sebesar 0,86%.

6.2 Saran

Untuk penelitian selanjutnya, dapat dilakukan sebagai berikut :

1. Pemasok (*supplier*) menawarkan *quantity discount* atau *price break* kepada pembeli untuk menarik minat pembeli agar mau membeli dalam jumlah besar.
2. Biaya transportasi pengiriman dari pemasok ke pembeli dipertimbangkan secara eksplisit dan dibebankan pada semua pihak. Pada hampir semua literatur dan penelitian ini, biaya transportasi tidak diperhitungkan, seharusnya merupakan tanggung jawab semua pihak sesuai prinsip *partnership*. Namun, bukan berarti biaya transportasi dibagi secara merata antara pemasok dan pembeli.
3. Dapat dikembangkan menjadi: (i) multi pembeli, (ii) multi produk, (iii) multi pemanufaktur, (iv) multi pembeli-multi pemanufaktur, (v) multi pembeli-multi produk, (vi) multi pemanufaktur-multi produk dan (vii) multi pembeli-multi pemanufaktur-multi produk.
4. Pembeli dapat mempercepat *lead time* dengan tambahan biaya tertentu.
5. Produk dijual dengan garansi.
6. Dengan hasil penelitian yang telah dilakukan kali ini diharapkan dapat dijadikan alat bantu bagi perusahaan (CV. Batik Indah Rara Djonggrang) dalam menentukan kebijakan.

DAFTAR PUSTAKA

- 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.
- Banerjee, A., (1986). "A joint economic-lot-size model for purchaser and vendor." *Decision Science*, 17, 292–311.
- Hadley, G., & Whitin, T. (1963). *Analysis of inventory systems*. Englewood Cliffs, New Jersey: Prentice Hall.
- Monika., (2010). An Integrated Inventory Model Involving Probabilistic Demand And Lead Time. Tugas Akhir, Universitas Islam Indonesia, Yogyakarta, (tidak diterbitkan).
- Prima, Restinia R., (2008). Integrated vendor buyer cooperative inventory models with stochastic demand using ouyang algorithm. Tugas Akhir, Universitas Islam Indonesia, Yogyakarta, (tidak diterbitkan).
- Yuristama, I. P., (2010). Pengembangan Model Joint Economic Lot Size Dalam System Supplay Chain Management Dengan Mempertimbangkan Jumlah Produk Cacat. Tugas Akhir, Universitas Islam Indonesia, Yogyakarta, (tidak diterbitkan).
- Purwaningrum, N., (2010). Efisiensi Biaya Supply Chain Management Dengan Sistem Integrasi Multi Supplier Single Buyer. Tugas Akhir, Universitas Islam Indonesia, Yogyakarta, (tidak diterbitkan).

- Rizky, M., (2009). Aplikasi Data Mining Untuk Prediksi Status Kredit Menggunakan Metode Klasifikasi Fuzzy. Tugas Akhir, Universitas Islam Indonesia, Yogyakarta, (tidak diterbitkan).
- Listyaningsih, (2008). Optimasi Lingkungan Kerja Terhadap Respon Fisiologis Dengan Menggunakan Logika Fuzzy. Tugas Akhir, Universitas Islam Indonesia, Yogyakarta, (tidak diterbitkan).
- Nasution, A. H., dan Prasetyawan, Y., (2008). *Perencanaan dan Pengendalian Produksi*. Yogyakarta, Penerbit: Graha Ilmu.
- Bahagia, Senator Nur, (2006). *Pengantar Teknik Industri*, Diktat Kuliah: Teknik Manajemen Industri, Institut Teknologi Bandung, Bandung, 2007.
- Tersine, R. J., (1994). *Principles of Inventory and Materials Management*. Fourth Edition. Prentice-Hall, Inc. New Jersey.
- Ouyang, L. Y., Wu, K. S., & Ho, C. H., (2007). "An integrated vendor-buyer inventory model with quality improvement and lead time reduction". *International Journal of Production Economics*, 108(1-2), 349-358.
- Pan, J.C.H. dan Yang, J.S., (2004). "Just-in-time purchasing: an integrated inventory model involving deterministic variable lead time and quality improvement investment". *International Journal of Production Research*, vol. 42, No. 5, 853-863.
- Sucky, E., (2002). A Single Buyer-Single Supplier Bargaining Problem With Asymmetric Information- Theoretical Approach and Software Implementation. *Proceeding of the 36 th Hawaii Internasional Conference on System Sciences*, Hawaii.

Pujawan, N., (2005). *supply chain management*. Surabaya, Penerbit: Guna Widya.

Watanabe, R., (2001). *Supply Chain Management Konsep dan Teknologi*.

Usahawan no. 02 th XXX, Indonesia.

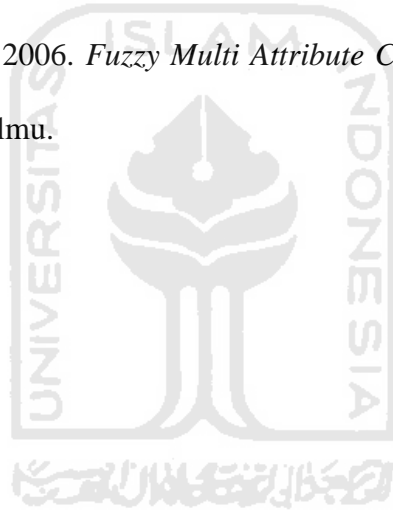
Yamit, Z., 1999. *Manajemen Persediaan*. Ekonisia Fakultas Ekonomi UII,
Yogyakarta.

Zabidi, Y., 2001. *Supply chain Management : Teknik terbaru dalam mengelola aliran material/ produk dan informasi dalam memenangkan persaingan*.

Usahawan no.02 th XXX, Indonesia.

Dewi, Sri Kusuma.,et. al. 2006. *Fuzzy Multi Attribute Criteria Decision Making*.

Yogyakarta: Graha ilmu.



LAMPIRAN

1 Lampiran Faktor Pengaman Berdistribusi Normal

k	$\phi(k)$	$\varphi(k)$	$\psi(k)$
0,00	0,5000	0,3989	0,3989
0,01	0,5040	0,3989	0,3940
0,02	0,5080	0,3989	0,3890
0,03	0,5120	0,3988	0,3841
0,04	0,5160	0,3986	0,3793
0,05	0,5199	0,3984	0,3744
0,06	0,5239	0,3982	0,3697
0,07	0,5279	0,3980	0,3649
0,08	0,5319	0,3977	0,3602
0,09	0,5359	0,3973	0,3556
0,10	0,5398	0,3970	0,3509
0,11	0,5438	0,3965	0,3464
0,12	0,5478	0,3961	0,3418
0,13	0,5517	0,3956	0,3373
0,14	0,5557	0,3951	0,3328
0,15	0,5596	0,3945	0,3284
0,16	0,5636	0,3939	0,3240
0,17	0,5675	0,3932	0,3197
0,18	0,5714	0,3925	0,3154
0,19	0,5753	0,3918	0,3111
0,20	0,5793	0,3910	0,3069
0,21	0,5832	0,3902	0,3027
0,22	0,5871	0,3894	0,2986
0,23	0,5910	0,3885	0,2944
0,24	0,5948	0,3876	0,2904
0,25	0,5987	0,3867	0,2863
0,26	0,6026	0,3857	0,2824
0,27	0,6064	0,3847	0,2784
0,28	0,6103	0,3836	0,2745
0,29	0,6141	0,3825	0,2706
0,30	0,6179	0,3814	0,2668

k	$\phi(k)$	$\varphi(k)$	$\psi(k)$
1,00	0,84134	0,2420	0,08332
1,01	0,84375	0,2396	0,08174
1,02	0,84614	0,2371	0,08019
1,03	0,84849	0,2347	0,07866
1,04	0,85083	0,2323	0,07716
1,05	0,85314	0,2299	0,07568
1,06	0,85543	0,2275	0,07422
1,07	0,85769	0,2251	0,07279
1,08	0,85993	0,2227	0,07138
1,09	0,86214	0,2203	0,06999
1,10	0,86433	0,2179	0,06862
1,11	0,86650	0,2155	0,06727
1,12	0,86864	0,2131	0,06595
1,13	0,87076	0,2107	0,06465
1,14	0,87286	0,2083	0,06336
1,15	0,87493	0,2059	0,06210
1,16	0,87698	0,2036	0,06086
1,17	0,87900	0,2012	0,05964
1,18	0,88100	0,1989	0,05844
1,19	0,88298	0,1965	0,05726
1,20	0,88493	0,1942	0,05610
1,21	0,88686	0,1919	0,05496
1,22	0,88877	0,1895	0,05384
1,23	0,89065	0,1872	0,05274
1,24	0,89251	0,1849	0,05165
1,25	0,89435	0,1826	0,05059
1,26	0,89617	0,1804	0,04954
1,27	0,89796	0,1781	0,04851
1,28	0,89973	0,1758	0,04750
1,29	0,90147	0,1736	0,04650
1,30	0,90320	0,1714	0,04553

k	$\phi(k)$	$\varphi(k)$	$\psi(k)$
0,31	0,6217	0,3802	0,2630
0,32	0,6255	0,3790	0,2592
0,33	0,6293	0,3778	0,2555
0,34	0,6331	0,3765	0,2518
0,35	0,6368	0,3752	0,2481
0,36	0,6406	0,3739	0,2445
0,37	0,6443	0,3725	0,2409
0,38	0,6480	0,3712	0,2374
0,39	0,6517	0,3697	0,2339
0,40	0,6554	0,3683	0,2304
0,41	0,6591	0,3668	0,2270
0,42	0,6628	0,3653	0,2236
0,43	0,6664	0,3637	0,2203
0,44	0,6700	0,3621	0,2169
0,45	0,6736	0,3605	0,2137
0,46	0,6772	0,3589	0,2104
0,47	0,6808	0,3572	0,2072
0,48	0,6844	0,3555	0,2040
0,49	0,6879	0,3538	0,2009
0,50	0,6915	0,3521	0,1978
0,51	0,6950	0,3503	0,1947
0,52	0,6985	0,3485	0,1917
0,53	0,7019	0,3467	0,1887
0,54	0,7054	0,3448	0,1857
0,55	0,7088	0,3429	0,1828
0,56	0,7123	0,3410	0,1799
0,57	0,7157	0,3391	0,1771
0,58	0,7190	0,3372	0,1742
0,59	0,7224	0,3352	0,1714
0,60	0,7257	0,3332	0,1687
0,61	0,7291	0,3312	0,1659
0,62	0,7324	0,3292	0,1633
0,63	0,7357	0,3271	0,1606
0,64	0,7389	0,3251	0,1580
0,65	0,7422	0,3230	0,1554
0,66	0,7454	0,3209	0,1528
0,67	0,7486	0,3187	0,1503
0,68	0,7517	0,3166	0,1478

k	$\phi(k)$	$\varphi(k)$	$\psi(k)$
1,31	0,90490	0,1691	0,04457
1,32	0,90658	0,1669	0,04363
1,33	0,90824	0,1647	0,04270
1,34	0,90988	0,1626	0,04179
1,35	0,91149	0,1604	0,04090
1,36	0,91309	0,1582	0,04002
1,37	0,91466	0,1561	0,03916
1,38	0,91621	0,1539	0,03831
1,39	0,91774	0,1518	0,03748
1,40	0,91924	0,1497	0,03667
1,41	0,92073	0,1476	0,03587
1,42	0,92220	0,1456	0,03508
1,43	0,92364	0,1435	0,03431
1,44	0,92507	0,1415	0,03356
1,45	0,92647	0,1394	0,03281
1,46	0,92785	0,1374	0,03208
1,47	0,92922	0,1354	0,03137
1,48	0,93056	0,1334	0,03067
1,49	0,93189	0,1315	0,02998
1,50	0,93319	0,1295	0,02931
1,51	0,93448	0,1276	0,02865
1,52	0,93574	0,1257	0,02800
1,53	0,93699	0,1238	0,02736
1,54	0,93822	0,1219	0,02674
1,55	0,93943	0,1200	0,02612
1,56	0,94062	0,1182	0,02552
1,57	0,94179	0,1163	0,02494
1,58	0,94295	0,1145	0,02436
1,59	0,94408	0,1127	0,02380
1,60	0,94520	0,1109	0,02324
1,61	0,94630	0,1092	0,02270
1,62	0,94738	0,1074	0,02217
1,63	0,94845	0,1057	0,02165
1,64	0,94950	0,1040	0,02114
1,65	0,95053	0,1023	0,02064
1,66	0,95154	0,1006	0,02015
1,67	0,95254	0,09893	0,01967
1,68	0,95352	0,09728	0,01920

k	$\phi(k)$	$\varphi(k)$	$\psi(k)$
0,69	0,7549	0,3144	0,1453
0,70	0,7580	0,3123	0,1429
0,71	0,7611	0,3101	0,1405
0,72	0,7642	0,3079	0,1381
0,73	0,7673	0,3056	0,1358
0,74	0,7704	0,3034	0,1334
0,75	0,7734	0,3011	0,1312
0,76	0,7764	0,2989	0,1289
0,77	0,7794	0,2966	0,1267
0,78	0,7823	0,2943	0,1245
0,79	0,7852	0,2920	0,1223
0,80	0,7881	0,2897	0,1202
0,81	0,7910	0,2874	0,1181
0,82	0,7939	0,2850	0,1160
0,83	0,7967	0,2827	0,1140
0,84	0,7995	0,2803	0,1120
0,85	0,8023	0,2780	0,1100
0,86	0,8051	0,2756	0,1080
0,87	0,8078	0,2732	0,1061
0,88	0,8106	0,2709	0,1042
0,89	0,8133	0,2685	0,1023
0,90	0,8159	0,2661	0,1004
0,91	0,8186	0,2637	0,0986
0,92	0,8212	0,2613	0,0968
0,93	0,8238	0,2589	0,0950
0,94	0,8264	0,2565	0,0933
0,95	0,8289	0,2541	0,0916
0,96	0,8315	0,2516	0,0899
0,97	0,8340	0,2492	0,0882
0,98	0,8365	0,2468	0,0865
0,99	0,8389	0,2444	0,0849

k	$\phi(k)$	$\varphi(k)$	$\psi(k)$
1,69	0,95449	0,09566	0,01874
1,70	0,95543	0,09405	0,01829
1,71	0,95637	0,09246	0,01785
1,72	0,95728	0,09089	0,01742
1,73	0,95818	0,08933	0,01699
1,74	0,95907	0,08780	0,01658
1,75	0,95994	0,08628	0,01617
1,76	0,96080	0,08478	0,01578
1,77	0,96164	0,08329	0,01539
1,78	0,96246	0,08183	0,01501
1,79	0,96327	0,08038	0,01464
1,80	0,96407	0,07895	0,01428
1,81	0,96485	0,07754	0,01392
1,82	0,96562	0,07614	0,01357
1,83	0,96638	0,07477	0,01323
1,84	0,96712	0,07341	0,01290
1,85	0,96784	0,07206	0,01257
1,86	0,96856	0,07074	0,01226
1,87	0,96926	0,06943	0,01195
1,88	0,96995	0,06814	0,01164
1,89	0,97062	0,06687	0,01134
1,90	0,97128	0,06562	0,01105
1,91	0,97193	0,06438	0,01077
1,92	0,97257	0,06316	0,01049
1,93	0,97320	0,06195	0,01022
1,94	0,97381	0,06077	0,009957
1,95	0,97441	0,05959	0,009698
1,96	0,97500	0,05844	0,009445
1,97	0,97558	0,05730	0,009198
1,98	0,97615	0,05618	0,008957
1,99	0,97670	0,05508	0,008721

k	$\phi(k)$	$\varphi(k)$	$\psi(k)$
2,00	0,97725	0,05399	0,008491
2,01	0,97778	0,05292	0,008266
2,02	0,97831	0,05186	0,008046
2,03	0,97882	0,05082	0,007832

k	$\phi(k)$	$\varphi(k)$	$\psi(k)$
3,00	0,998650	0,00443185	0,00038215
3,01	0,998694	0,00430065	0,00036887
3,02	0,998736	0,00417292	0,00035603
3,03	0,998777	0,00404858	0,00034359

k	$\phi(k)$	$\varphi(k)$	$\psi(k)$
2,04	0,97932	0,04980	0,007623
2,05	0,97982	0,04879	0,007418
2,06	0,98030	0,04780	0,007219
2,07	0,98077	0,04682	0,007024
2,08	0,98124	0,04586	0,006835
2,09	0,98169	0,04491	0,006649
2,10	0,98214	0,04398	0,006468
2,11	0,98257	0,04307	0,006292
2,12	0,98300	0,04217	0,006120
2,13	0,98341	0,04128	0,005952
2,14	0,98382	0,04041	0,005788
2,15	0,98422	0,03955	0,005628
2,16	0,98461	0,03871	0,005472
2,17	0,98500	0,03788	0,005320
2,18	0,98537	0,03706	0,005172
2,19	0,98574	0,03626	0,005028
2,20	0,98610	0,03547	0,004887
2,21	0,98645	0,03470	0,004750
2,22	0,98679	0,03394	0,004616
2,23	0,98713	0,03319	0,004486
2,24	0,98745	0,03246	0,004358
2,25	0,98778	0,03174	0,004235
2,26	0,98809	0,03103	0,004114
2,27	0,98840	0,03034	0,003996
2,28	0,98870	0,02965	0,003882
2,29	0,98899	0,02898	0,003770
2,30	0,98928	0,02833	0,003662
2,31	0,98956	0,02768	0,003556
2,32	0,98983	0,02705	0,003453
2,33	0,99010	0,02643	0,003352
2,34	0,99036	0,02582	0,003255
2,35	0,99061	0,02522	0,003159
2,36	0,99086	0,02463	0,003067
2,37	0,99111	0,02406	0,002977
2,38	0,99134	0,02349	0,002889
2,39	0,99158	0,02294	0,002804
2,40	0,99180	0,02239	0,002720
2,41	0,99202	0,02186	0,002640

k	$\phi(k)$	$\varphi(k)$	$\psi(k)$
3,04	0,998817	0,00392755	0,00033157
3,05	0,998856	0,00380976	0,00031993
3,06	0,998893	0,00369513	0,00030868
3,07	0,998930	0,00358360	0,00029779
3,08	0,998965	0,00347508	0,00028727
3,09	0,998999	0,00336951	0,00027709
3,10	0,999032	0,00326682	0,00026725
3,11	0,999065	0,00316694	0,00025773
3,12	0,999096	0,00306981	0,00024854
3,13	0,999126	0,00297537	0,00023965
3,14	0,999155	0,00288353	0,00023105
3,15	0,999184	0,00279426	0,00022275
3,16	0,999211	0,00270748	0,00021472
3,17	0,999238	0,00262313	0,00020697
3,18	0,999264	0,00254115	0,00019948
3,19	0,999289	0,00246149	0,00019224
3,20	0,999313	0,00238409	0,00018525
3,21	0,999336	0,00230889	0,00017849
3,22	0,999359	0,00223584	0,00017197
3,23	0,999381	0,00216488	0,00016567
3,24	0,999402	0,00209597	0,00015959
3,25	0,999423	0,00202905	0,00015372
3,26	0,999443	0,00196407	0,00014805
3,27	0,999462	0,00190097	0,00014257
3,28	0,999481	0,00183973	0,00013729
3,29	0,999499	0,00178027	0,00013219
3,30	0,999517	0,00172257	0,00012727
3,31	0,999534	0,00166657	0,00012252
3,32	0,999550	0,00161223	0,00011794
3,33	0,999566	0,00155950	0,00011352
3,34	0,999581	0,00150835	0,00010925
3,35	0,999596	0,00145873	0,00010514
3,36	0,999610	0,00141060	0,00010117
3,37	0,999624	0,00136393	0,00009734
3,38	0,999638	0,00131866	0,00009365
3,39	0,999651	0,00127477	0,00009009
3,40	0,999663	0,00123222	0,00008666
3,41	0,999675	0,00119097	0,00008335

k	$\phi(k)$	$\varphi(k)$	$\psi(k)$
2,42	0,99224	0,02134	0,002561
2,43	0,99245	0,02083	0,002484
2,44	0,99266	0,02033	0,002410
2,45	0,99286	0,01984	0,002337
2,46	0,99305	0,01936	0,002267
2,47	0,99324	0,01888	0,002199
2,48	0,99343	0,01842	0,002132
2,49	0,99361	0,01797	0,002067
2,50	0,99379	0,01753	0,002004
2,51	0,99396	0,01709	0,001943
2,52	0,99413	0,01667	0,001883
2,53	0,99430	0,01625	0,001826
2,54	0,99446	0,01585	0,001769
2,55	0,99461	0,01545	0,001715
2,56	0,99477	0,01506	0,001662
2,57	0,99492	0,01468	0,001610
2,58	0,99506	0,01431	0,001560
2,59	0,99520	0,01394	0,001511
2,60	0,99534	0,01358	0,001464
2,61	0,99547	0,01323	0,001418
2,62	0,99560	0,01289	0,001373
2,63	0,99573	0,01256	0,001330
2,64	0,99585	0,01223	0,001288
2,65	0,99598	0,01191	0,001247
2,66	0,99609	0,01160	0,001207
2,67	0,99621	0,01130	0,001169
2,68	0,99632	0,01100	0,001132
2,69	0,99643	0,01071	0,001095
2,70	0,99653	0,01042	0,001060
2,71	0,99664	0,01014	0,001026
2,72	0,99674	0,009871	0,000993
2,73	0,99683	0,009606	0,000961
2,74	0,99693	0,009347	0,000929
2,75	0,99702	0,009094	0,000899
2,76	0,99711	0,008846	0,000870
2,77	0,99720	0,008605	0,000841
2,78	0,99728	0,008370	0,000814
2,79	0,99736	0,008140	0,000787

k	$\phi(k)$	$\varphi(k)$	$\psi(k)$
3,42	0,999687	0,00115098	0,00008016
3,43	0,999698	0,00111223	0,00007709
3,44	0,999709	0,00107467	0,00007412
3,45	0,999720	0,00103828	0,00007127
3,46	0,999730	0,00100302	0,00006852
3,47	0,999740	0,00096886	0,00006587
3,48	0,999749	0,00093577	0,00006331
3,49	0,999758	0,00090372	0,00006085
3,50	0,999767	0,00087268	0,00005848
3,51	0,999776	0,00084263	0,00005620
3,52	0,999784	0,00081352	0,00005400
3,53	0,999792	0,00078534	0,00005188
3,54	0,999800	0,00075807	0,00004984
3,55	0,999807	0,00073166	0,00004788
3,56	0,999815	0,00070611	0,00004599
3,57	0,999822	0,00068138	0,00004417
3,58	0,999828	0,00065745	0,00004242
3,59	0,999835	0,00063430	0,00004073
3,60	0,999841	0,00061190	0,00003911
3,61	0,999847	0,00059024	0,00003755
3,62	0,999853	0,00056928	0,00003605
3,63	0,999858	0,00054901	0,00003460
3,64	0,999864	0,00052941	0,00003321
3,65	0,999869	0,00051046	0,00003188
3,66	0,999874	0,00049214	0,00003059
3,67	0,999879	0,00047443	0,00002935
3,68	0,999883	0,00045731	0,00002816
3,69	0,999888	0,00044077	0,00002702
3,70	0,999892	0,00042478	0,00002592
3,71	0,999896	0,00040933	0,00002486
3,72	0,999900	0,00039440	0,00002385
3,73	0,999904	0,00037998	0,00002287
3,74	0,999908	0,00036605	0,00002193
3,75	0,999912	0,00035260	0,00002103
3,76	0,999915	0,00033960	0,00002016
3,77	0,999918	0,00032705	0,00001933
3,78	0,999922	0,00031494	0,00001853
3,79	0,999925	0,00030324	0,00001776

k	$\Phi(k)$	$\phi(k)$	$\Psi(k)$
2,80	0,99744	0,007915	0,000761
2,81	0,99752	0,007697	0,000736
2,82	0,99760	0,007483	0,000712
2,83	0,99767	0,007274	0,000688
2,84	0,99774	0,007071	0,000665
2,85	0,99781	0,006873	0,000643
2,86	0,99788	0,006679	0,000621
2,87	0,99795	0,006491	0,000600
2,88	0,99801	0,006307	0,000580
2,89	0,99807	0,006127	0,000561
2,90	0,99813	0,005953	0,000542
2,91	0,99819	0,005782	0,000523
2,92	0,99825	0,005616	0,000506
2,93	0,99831	0,005454	0,000488
2,94	0,99836	0,005296	0,000472
2,95	0,99841	0,005143	0,000455
2,96	0,99846	0,004993	0,000440
2,97	0,99851	0,004847	0,000425
2,98	0,99856	0,004705	0,000410
2,99	0,99861	0,004567	0,000396

k	$\Phi(k)$	$\phi(k)$	$\Psi(k)$
3,80	0,999928	0,00029195	0,00001702
3,81	0,999931	0,00028105	0,00001632
3,82	0,999933	0,00027053	0,00001563
3,83	0,999936	0,00026037	0,00001498
3,84	0,999938	0,00025058	0,00001435
3,85	0,999941	0,00024113	0,00001375
3,86	0,999943	0,00023201	0,00001317
3,87	0,999946	0,00022321	0,00001262
3,88	0,999948	0,00021473	0,00001208
3,89	0,999950	0,00020655	0,00001157
3,90	0,999952	0,00019866	0,00001108
3,91	0,999954	0,00019105	0,00001061
3,92	0,999956	0,00018371	0,00001016
3,93	0,999958	0,00017664	0,000009723
3,94	0,999959	0,00016983	0,000009307
3,95	0,999961	0,00016326	0,000008908
3,96	0,999963	0,00015693	0,000008525
3,97	0,999964	0,00015083	0,000008158
3,98	0,999966	0,00014495	0,000007806
3,99	0,999967	0,00013928	0,000007469

2. Perhitungan Lengkap Model Sebelum Penggabungan

Parameter	Nilai
Permintaan (D)	246,66667
Biaya pesan (A)	4.000
Biaya pembelian (C_b)	1.600.000
Fraksi biaya simpan (r_b)	0,158
Fraksi kekurangan stok (β)	0,05
Biaya kekurangan stok (C_s)	1.920.000
Panjang waktu tenggang (L)	14,5
Std. deviasi σ_L	1,2
Tingkat Produksi (P)	274
Biaya produksi (C_v)	1.267.226
Biaya <i>setup</i> (S)	13.438
Fraksi biaya simpan (r_v)	0,09

D	245
$\Delta 1$	10
$\Delta 2$	18
L	14
$\Delta 3$	3
$\Delta 4$	5

	Q^*	$1 - \phi(k)$	k^*	$\phi(k)$	$\psi(k)$
Iterasi 1	5,205	0,0556	1,593093021	0,112150762	0,02362312
Iterasi 2	2,992	0,0319	1,853025623	0,071662297	0,01247788
Iterasi 2	2,900	0,031	1,866859053	0,069841989	0,01204284

Biaya pembeli

Pesan	Simpan	Shortage	Total
189.551,87	762.130,03	27.801,26	979.483,16
329.791,80	499.346,15	25.549,34	854.687,28
340.216,95	488.662,94	25.438,07	854.317,96

Service level

Total
99,455402
99,499515
99,501694

Biaya pemanufaktur

m = 1		
Setup	Simpan	Total
636.775,81	267.219,95	903.995,76
1.107.894,32	153.587,93	1.261.482,25
1.142.916,31	148.881,59	1.291.797,90

Total biaya

Total
1.883.478,92
2.116.169,53
2.146.115,87

m = 2		
Setup	Simpan	Total
318.387,90	296.830,81	615.218,71
553.947,16	170.607,14	724.554,30
571.458,16	165.379,28	736.837,44

Total biaya

Total
1.594.701,88
1.579.241,58
1.591.155,40

m = 3		
Setup	Simpan	Total
212.258,60	326.441,67	538.700,27
369.298,11	187.626,34	556.924,45
380.972,10	181.876,97	562.849,07

Total biaya

Total
1.518.183,43
1.411.611,73
1.417.167,04

m = 4		
Setup	Simpan	Total
159.193,95	356.052,53	515.246,48
276.973,58	204.645,54	481.619,12
285.729,08	198.374,66	484.103,74

Total
1.494.729,64
1.336.306,41
1.338.421,70

m = 5			
Setup	Simpan	Total	Total
127.355,16	385.663,39	513.018,55	1.492.501,71
221.578,86	221.664,75	443.243,61	1.297.930,89
228.583,26	214.872,35	443.455,61	1.297.773,58

m = 6			
Setup	Simpan	Total	Total
106.129,30	415.274,25	521.403,55	1.500.886,71
184.649,05	238.683,95	423.333,00	1.278.020,29
190.486,05	231.370,04	421.856,09	1.276.174,05

m = 7			
Setup	Simpan	Total	Total
90.967,97	444.885,10	535.853,08	1.515.336,24
158.270,62	255.703,16	413.973,77	1.268.661,06
163.273,76	247.867,73	411.141,49	1.265.459,45

m = 8			
Setup	Simpan	Total	Total
79.596,98	474.495,96	554.092,94	1.533.576,10
138.486,79	272.722,36	411.209,15	1.265.896,43
142.864,54	264.365,42	407.229,96	1.261.547,92

m = 9			
Setup	Simpan	Total	Total
70.752,87	504.106,82	574.859,69	1.554.342,85
123.099,37	289.741,56	412.840,93	1.267.528,21
126.990,70	280.863,11	407.853,81	1.262.171,77

m = 10			
Setup	Simpan	Total	Total
63.677,58	533.717,68	597.395,26	1.576.878,43
110.789,43	306.760,77	417.550,20	1.272.237,48
114.291,63	297.360,80	411.652,43	1.265.970,39

m = 11		
Setup	Simpan	Total
57.888,71	563.328,54	621.217,25
100.717,67	323.779,97	424.497,63
103.901,48	313.858,49	417.759,97

Total
1.600.700,42
1.279.184,92
1.272.077,93

m = 12		
Setup	Simpan	Total
53.064,65	592.939,40	646.004,05
92.324,53	340.799,17	433.123,70
95.243,03	330.356,18	425.599,21

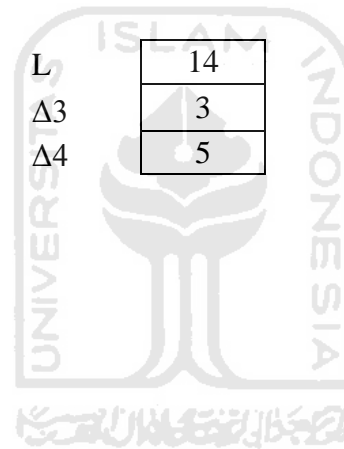
Total
1.625.487,22
1.287.810,98
1.279.917,17

Rekapitulasi					
m*	Q*	k*	TCb	TCv	JTC
1	2,900	1,8669	854.317,96	1.291.797,90	2.146.115,87
2	2,900	1,8669	854.317,96	736.837,44	1.591.155,40
3	2,900	1,8669	854.317,96	562.849,07	1.417.167,04
4	2,900	1,8669	854.317,96	484.103,74	1.338.421,70
5	2,900	1,8669	854.317,96	443.455,61	1.297.773,58
6	2,900	1,8669	854.317,96	421.856,09	1.276.174,05
7	2,900	1,8669	854.317,96	411.141,49	1.265.459,45
8	2,900	1,8669	854.317,96	407.229,96	1.261.547,92
9	2,900	1,8669	854.317,96	407.853,81	1.262.171,77
10	2,900	1,8669	854.317,96	411.652,43	1.265.970,39
11	2,900	1,8669	854.317,96	417.759,97	1.272.077,93
12	2,900	1,8669	854.317,96	425.599,21	1.279.917,17

3. Perhitungan Lengkap Model Sesudah Penggabungan

Parameter	Nilai
Permintaan (D)	246,666667
Biaya pesan (A)	4.000
Biaya pembelian (C_b)	1.600.000
Fraksi biaya simpan (r_b)	0,158
Fraksi kekurangan stok (β)	0,05
Biaya kekurangan stok (C_s)	1.920.000
Panjang waktu tenggang (L)	14,5
Std. deviasi σ_L	1,2
Tingkat Produksi (P)	274
Biaya produksi (C_v)	1.267.226
Biaya <i>setup</i> (S)	13.437,5
Fraksi biaya simpan (r_v)	0,09

D	245
$\Delta 1$	10
$\Delta 2$	18



L	14
$\Delta 3$	3
$\Delta 4$	5

m = 1					
Q*	1 - $\phi(k)$	k*	$\phi(k)$	$\psi(k)$	
6,16	0,0657	1,5083	0,127909308	0,02875627	
Iterasi 1	5,02	0,0536	1,6111	0,108966734	0,02264207
Iterasi 2	5,00	0,0534	1,6131	0,108604678	0,02253168

Biaya pembeli

Pesan	Simpan	Shortage	Total
160.232,12	876.977,89	28.607,59	1.065.817,60
196.582,78	739.773,90	27.635,08	963.991,76
197.410,21	737.249,81	27.616,10	962.276,13

Biaya pemanufaktur

Setup	Simpan	Total
538.279,78	316.116,65	854.396,43
660.395,28	257.662,65	918.057,93
663.174,93	256.582,68	919.757,61

Total biaya

Total
1.920.214,03
1.882.049,69
1.882.033,74

m = 2

Q*	1 - $\phi(k)$	k*	$\phi(k)$	$\psi(k)$
5,26	0,0562	1,5876	0,113142851	0,02393259
3,90	0,0416	1,732	0,089029697	0,01691055
3,87	0,0413	1,7356	0,0884711	0,01675997

Biaya pembeli

Pesan	Simpan	Shortage	Total
187.447,57	769.154,00	27.852,79	984.454,36
252.961,08	606.286,21	26.558,94	885.806,22
254.933,59	602.708,95	26.527,70	884.170,24

Biaya pemanufaktur

Setup	Simpan	Total
314.853,34	300.163,05	615.016,39
424.895,56	222.424,87	647.320,43
428.208,77	220.703,88	648.912,66

Total biaya

Total
1.599.470,75
1.533.126,65
1.533.082,90

m = 3

Q*	1 - $\phi(k)$	k*	$\phi(k)$	$\psi(k)$
4,89	0,0522	1,6234	0,106808211	0,02198746
3,43	0,0366	1,7912	0,08020362	0,01459383
3,40	0,0363	1,7959	0,079531896	0,01442295

Biaya pembeli

Pesan	Simpan	Shortage	Total
201.604,63	724.780,13	27.521,67	953.906,43
287.572,91	550.823,01	26.056,53	864.452,45
290.543,66	546.695,38	26.017,46	863.256,50

Biaya pemanufaktur

Setup	Simpan	Total
225.755,18	306.925,63	532.680,82
322.021,75	215.171,96	537.193,71
325.348,37	212.971,87	538.320,25

Total biaya

Total
1.486.587,24
1.401.646,17
1.401.576,75

m = 4

Q*	1 - $\Phi(k)$	k*	$\phi(k)$	$\psi(k)$
4,67	0,0499	1,646	0,102945904	0,02083707
3,16	0,0337	1,8288	0,074931919	0,0132733
3,12	0,0333	1,8342	0,074191184	0,01309152

Biaya pembeli

Pesan	Simpan	Shortage	Total
211.153,64	698.278,16	27.317,09	936.748,89
312.417,92	518.791,16	25.746,26	856.955,34
316.211,11	514.357,30	25.701,96	856.270,37

Biaya pemanufaktur

Setup	Simpan	Total
177.336,06	319.627,08	496.963,15
262.382,24	216.026,09	478.408,33
265.567,92	213.434,70	479.002,62

Total biaya

Total
1.433.712,04
1.335.363,66
1.335.272,98

m = 5

Q*	1 - $\Phi(k)$	k*	$\phi(k)$	$\psi(k)$
4,52	0,0482	1,6625	0,100166382	0,02002564
2,97	0,0317	1,8558	0,071293231	0,01238922
2,93	0,0313	1,8618	0,070509375	0,01220169

Biaya pembeli

Pesan	Simpan	Shortage	Total
218.513,88	679.465,79	27.168,44	925.148,11
331.859,68	497.171,84	25.526,88	854.558,40
336.328,16	492.567,83	25.479,01	854.375,00

Biaya pemanufaktur

Setup	Simpan	Total
146.814,01	334.547,25	481.361,26
222.968,22	220.283,51	443.251,73
225.970,48	217.356,81	443.327,29

Total biaya

Total
1.406.509,37
1.297.810,13
1.297.702,29

m = 6

Q*	1 - $\phi(k)$	k*	$\phi(k)$	$\psi(k)$
4,39	0,0469	1,6758	0,097969033	0,01939385
2,84	0,0303	1,8768	0,068554382	0,01173849
2,80	0,0298	1,8831	0,067743701	0,0115483

Biaya pembeli

Pesan	Simpan	Shortage	Total
224.649,01	664.748,01	27.050,02	916.447,04
347.947,75	481.168,43	25.358,61	854.474,79
352.975,75	476.476,56	25.308,25	854.760,57

Biaya pemanufaktur

Setup	Simpan	Total
125.780,05	350.395,53	476.175,57
194.814,50	226.229,40	421.043,89
197.629,65	223.006,85	420.636,50

Total biaya

Total
1.392.622,62
1.275.518,68
1.275.397,06

m = 7

Q*	1 - $\phi(k)$	k*	$\phi(k)$	$\psi(k)$
4,29	0,0458	1,6871	0,096127941	0,01887102
2,73	0,0291	1,894	0,066370803	0,01122874
2,69	0,0287	1,9006	0,065544066	0,01103783

Biaya pembeli

Pesan	Simpan	Shortage	Total
230.020,59	652.521,60	26.950,15	909.492,35
361.789,26	468.578,28	25.222,36	855.589,90
367.286,37	463.851,04	25.170,26	856.307,66

Biaya pemanufaktur

Setup	Simpan	Total
110.389,35	366.614,14	477.003,49
173.626,54	233.088,18	406.714,73
176.264,66	229.599,60	405.864,26

Total biaya

Total
1.386.495,84
1.262.304,63
1.262.171,92

m = 8

Q*	1 - $\Phi(k)$	k*	$\phi(k)$	$\psi(k)$
4,20	0,0448	1,697	0,094525505	0,01842079
2,64	0,0282	1,9085	0,06455786	0,0108116
2,60	0,0277	1,9153	0,063722444	0,01062125

Biaya pembeli

Pesan	Simpan	Shortage	Total
234.878,09	641.958,35	26.862,71	903.699,15
374.039,93	458.240,67	25.107,72	857.388,32
379.935,03	453.512,73	25.054,41	858.502,17

Biaya pemanufaktur

Setup	Simpan	Total
98.630,45	382.928,85	481.559,30
157.067,55	240.459,88	397.527,43
159.543,03	236.728,89	396.271,92

Total biaya

Total
1.385.258,45
1.254.915,75
1.254.774,09

m = 9

Q*	1 - $\Phi(k)$	k*	$\phi(k)$	$\psi(k)$
4,12	0,044	1,706	0,093094047	0,01802238
2,56	0,0274	1,9212	0,063007135	0,0104592
2,52	0,0269	1,9282	0,062168225	0,01027024

Biaya pembeli

Pesan	Simpan	Shortage	Total
239.368,55	632.583,94	26.784,19	898.736,68
385.114,85	449.482,58	25.008,51	859.605,93
391.351,36	444.777,39	24.954,37	861.083,13

Biaya pemanufaktur

Setup	Simpan	Total
89.347,64	399.193,59	488.541,22
143.749,47	248.119,21	391.868,67
146.077,33	244.165,22	390.242,55

Total biaya

Total
1.387.277,90
1.251.474,60
1.251.325,67

m = 10

Q*	1 - $\Phi(k)$	k*	$\phi(k)$	$\psi(k)$
4,05	0,0432	1,7142	0,09179157	0,01766297
2,50	0,0266	1,9325	0,061650467	0,01015421
2,46	0,0262	1,9396	0,060811778	0,00996723

Biaya pembeli

Pesan	Simpan	Shortage	Total
243.584,53	624.104,99	26.712,38	894.401,90
395.290,54	441.885,02	24.920,80	862.096,36
401.822,86	437.218,68	24.866,13	863.907,67

Biaya pemanufaktur

Setup	Simpan	Total
81.829,18	415.326,80	497.155,98
132.792,92	255.931,21	388.724,12
134.987,37	251.770,60	386.757,97

Total biaya

Total
1.391.557,88
1.250.820,48
1.250.665,64

m = 11

Q*	1 - $\Phi(k)$	k*	$\phi(k)$	$\psi(k)$
3,99	0,0425	1,7219	0,090590429	0,01733412
2,44	0,026	1,9427	0,060442669	0,00988531
2,40	0,0256	1,9499	0,059606898	0,00970067

Biaya pembeli

Pesan	Simpan	Shortage	Total
247.587,38	616.328,71	26.645,85	890.561,94
404.758,86	435.172,45	24.841,96	864.773,27
411.549,77	430.556,06	24.786,97	866.892,80

Biaya pemanufaktur

Setup	Simpan	Total
75.612,62	431.282,00	506.894,62
123.612,44	263.811,34	387.423,78
125.686,37	259.458,23	385.144,60

Total biaya

Total
1.397.456,55
1.252.197,04
1.252.037,40

Rekapitulasi

m*	Q*	k*	TCb	TCv	JTC
1	5,00	1,6131	962.276,13	919.757,61	1.882.033,74
2	3,87	1,7356	884.170,24	648.912,66	1.533.082,90
3	3,40	1,7959	863.256,50	538.320,25	1.401.576,75
4	3,12	1,8342	856.270,37	479.002,62	1.335.272,98
5	2,93	1,8618	854.375,00	443.327,29	1.297.702,29
6	2,80	1,8831	854.760,57	420.636,50	1.275.397,06
7	2,69	1,9006	856.307,66	405.864,26	1.262.171,92
8	2,60	1,9153	858.502,17	396.271,92	1.254.774,09
9	2,52	1,9282	861.083,13	390.242,55	1.251.325,67
10	2,46	1,9396	863.907,67	386.757,97	1.250.665,64
11	2,40	1,9499	866.892,80	385.144,60	1.252.037,40