

**SISTEM PENGENDALIAN PERSEDIAAN
MODEL PROBABILISTIK DENGAN
“BACK ORDER POLICY”
(Studi Kasus CV. Reza Abadi Mojoagung)**

SKRIPSI

Oleh:
**ANITA RAHMANIA TMS
NIM 0710940014-94**



**PROGRAM STUDI MATEMATIKA
JURUSAN MATEMATIKA
FAKULTAS MATEMATIKA DAN ILMU PENGETAHUAN ALAM
UNIVERSITAS BRAWIJAYA
MALANG
2011**

**SISTEM PENGENDALIAN PERSEDIAAN
MODEL PROBABILISTIK DENGAN
“BACK ORDER POLICY”
(Studi Kasus CV. Reza Abadi Mojoagung)**

SKRIPSI

Sebagai salah satu syarat untuk memperoleh gelar
Sarjana Sains dalam bidang Matematika

Oleh:

**ANITA RAHMANIA TMS
NIM 0710940014-94**



**PROGRAM STUDI MATEMATIKA
JURUSAN MATEMATIKA
FAKULTAS MATEMATIKA DAN ILMU PENGETAHUAN ALAM
UNIVERSITAS BRAWIJAYA
MALANG
2011**

UNIVERSITAS BRAWIJAYA



LEMBAR PENGESAHAN SKRIPSI

**SISTEM PENGENDALIAN PERSEDIAAN
MODEL PROBABILISTIK DENGAN
“BACK ORDER POLICY”
(Studi Kasus CV. Reza Abadi Mojoagung)**

Oleh:
ANITA RAHMANIA TMS
0710940014-94

Setelah dipertahankan di depan majelis penguji
pada tanggal 10 Januari 2011
dan dinyatakan memenuhi syarat untuk memperoleh gelar
Sarjana Sains dalam Bidang Matematika

Dosen Pembimbing I

Dosen Pembimbing II

Drs. Marsudi, MS.
NIP. 196101171988021002

Prof. Dr. Agus Widodo, M.Kes.
NIP. 195305231983031002

Mengetahui,
Ketua Jurusan Matematika
Fakultas MIPA Universitas Brawijaya

Dr. Agus Suryanto, M. Sc
NIP. 196908071994121001

LEMBAR PERNYATAAN

Saya yang bertanda tangan di bawah ini :

Nama : Anita Rahmania TMS
NIM : 0710940014-94
Jurusan : Matematika
Penulis Skripsi berjudul : Sistem Pengendalian Persediaan Model Probabilistik dengan “*Back Order Policy*”
(Studi Kasus CV. Reza Abadi Mojoagung)

Dengan ini menyatakan bahwa :

1. Isi skripsi yang saya buat benar-benar karya sendiri dan tidak menjiplak karya orang lain, selain nama-nama yang termaktub diisi dan tertulis di daftar pustaka skripsi ini.
2. Apabila di kemudian hari ternyata skripsi yang saya tulis terbukti hasil jiplakan, maka saya bersedia menanggung segala resiko yang akan saya terima.

Demikian pernyataan ini dibuat dengan segala kesadaran.

Malang, 10 Januari 2011
Yang menyatakan,

(Anita Rahmania TMS)
NIM. 0710940014-94

**SISTEM PENGENDALIAN PERSEDIAAN
MODEL PROBABILISTIK DENGAN
“BACK ORDER POLICY”
(Studi Kasus CV. Reza Abadi Mojoagung)**

ABSTRAK

Pengendalian persediaan merupakan usaha memonitor dan menentukan jumlah bahan yang optimal dalam menunjang kelancaran dan efektifitas serta efisiensi dalam kegiatan perusahaan. Jika permintaan tidak pasti maka dapat terjadi kekurangan atau kelebihan persediaan. Model persediaan probabilistik tanpa kendala dan berkendala keterbatasan anggaran pembelian dan kapasitas area akan diaplikasikan pada kasus *back order policy*. Metode *Lagrange Multipliers* dengan kondisi Kuhn-Tucker akan digunakan untuk menyelesaikan permasalahan model persediaan probabilistik berkendala. Perusahaan dapat menentukan pemesanan (Q), *reorder point* (r), dan *Safety Stock* (SS) yang optimal dengan menggunakan model persediaan probabilistik. Hasil dari perbandingan antara model persediaan probabilistik dengan kebijakan persediaan perusahaan menunjukkan bahwa model ini dapat memberikan solusi optimal. Total penghematan yang diperoleh dengan menggunakan model ini adalah sebesar 3,13 % per enam bulan, sehingga model optimasi ini dapat digunakan sebagai bahan pertimbangan bagi manajemen perusahaan dalam pengadaan persediaan.

Kata Kunci : *Back Order Policy*, Model Probabilistik, Pengendalian Persediaan.

**THE SYSTEM OF INVENTORY CONTROL
PROBABILISTIC MODEL WITH
“BACK ORDER POLICY”
(Case Study CV. Reza Abadi Mojoagung)**

ABSTRACT

Inventory control is an effort to monitor and determine the optimal quantity of material and effectiveness in supporting the smooth running and efficiency in corporate activities. If demand is uncertain, it can be any shortage or excess supply. Probability inventory model without constraint and have budget constraint and storage capacity constraint will be applied on a case of back order policy. Lagrange Multipliers method with Kuhn-Tucker condition will be used to solve the model probability inventory with constraint. The company can determine the optimal order quantity (Q), reorder point (r) and safety stock (SS) by using probability inventory model. The result of comparison study between probability inventory model with the inventory policy by company shows that this model is able to gives an optimal solution. The total savings obtained by using this model amounted to 3,13 % every six months, so this optimization model can be used as consideration for the stockpile management company.

Keywords : Back Order Policy, Inventory Control, Probabilistic Model.

KATA PENGANTAR

Segala puji dan syukur kehadirat Allah SWT. yang telah memberikan bimbingan dan petunjuk-Nya, sehingga penulis dapat menyelesaikan skripsi ini dengan baik dan lancar. Shalawat serta salam selalu tercurahkan kepada Nabi Muhammad SAW. sebagai suri tauladan bagi penulis.

Skripsi ini tidak dapat diselesaikan dengan baik tanpa bantuan, bimbingan serta motivasi dari berbagai pihak. Oleh karena itu, penulis ingin menyampaikan terima kasih kepada:

1. Drs. Marsudi, MS selaku pembimbing I dan Prof. Dr. Agus Widodo, M.Kes selaku pembimbing II atas segala bimbingan, nasihat, motivasi serta kesabaran yang telah diberikan selama penulisan skripsi ini.
2. Dr. Abdul Rouf Alghofari, M.Sc, Dra. Endang Wahyu H., M.Si, dan Dr. Sobri Abusini, MT selaku dosen penguji atas segala saran yang diberikan untuk perbaikan skripsi ini.
3. Dr. Agus Suryanto, M.Sc selaku ketua Jurusan Matematika dan Dr. Wuryansari Muharini K., MSi selaku ketua Program Studi Matematika atas dorongan dan nasihat selama proses penyelesaian skripsi.
4. Seluruh bapak/ibu dosen Jurusan Matematika yang telah memberikan ilmunya kepada penulis, serta segenap staf dan karyawan TU Jurusan Matematika atas segala bantuannya.
5. Alm. Ayah, Ibunda, Mbak Ririn, Mas Ony dan Rena tersayang atas segala doa, kasih sayang, dukungan, dan nasihat yang telah diberikan.
6. CV. Reza Abadi Mojoagung atas bantuannya dalam penulisan skripsi ini.
7. Teman-teman Matematika 2007 dan teman-teman kos 242 yang tercinta atas bantuan yang telah diberikan.

Penulis menyadari bahwa dalam penulisan skripsi ini masih terdapat banyak kekurangan. Untuk itu penulis sangat mengharapkan kritik dan saran. Akhir kata, semoga skripsi ini dapat bermanfaat bagi semua pihak.

Malang, 10 Januari 2011

Penulis

DAFTAR ISI

	Halaman
HALAMAN JUDUL	i
LEMBAR PENGESAHAN	iii
LEMBAR PERNYATAAN	iv
ABSTRAK	v
ABSTRACT	vi
KATA PENGANTAR	vii
DAFTAR ISI	viii
DAFTAR TABEL	x
DAFTAR GAMBAR	xi
DAFTAR LAMPIRAN	xii
BAB I PENDAHULUAN	1
1.1 Latar Belakang	1
1.2 Rumusan Masalah	2
1.3 Batasan Masalah	3
1.4 Tujuan Penulisan	3
BAB II TINJAUAN PUSTAKA	4
2.1 Persediaan	4
2.2 Jenis Persediaan	4
2.3 Biaya Persediaan.....	6
2.4 Model Pengendalian Persediaan.....	7
2.5 Kebijakan Persediaan	9
2.6 Model Pengendalian Persediaan dengan <i>Back Order</i>	10
2.7 Metode Perencanaan Persediaan	12
2.8 Pengali Lagrange	17
2.9 Kuhn Tucker	18
2.10 Distribusi	19
2.11 Distribusi Normal.....	20
2.12 Menguji Normalitas Data.....	21
BAB III METODE PENELITIAN	
3.1 Jenis Penelitian.....	22

3.2 Tempat dan Waktu Penelitian.....	22
3.3 Sumber Data	22
3.4 Metode Pengumpulan Data.....	22
3.5 Analisis Data.....	23
BAB 1V HASIL DAN PEMBAHASAN	25
4.1 Model Persediaan Probabilistik Tanpa Kendala (Model (Q,r)) dengan “Back Order Policy”.....	25
4.2 Model Persediaan Probabilistik Berkendala (Model (Q,r,λ)) dengan “Back Order Policy”	35
4.3 Simulasi Model.....	42
4.3.1 Menguji Normalitas Data	42
4.3.2 Mencari Nilai Mean dan Standar Deviasi selama <i>Lead Time</i>	43
4.3.3 Hasil Penghitungan Model Persediaan Probabilistik Tanpa Kendala (Model (Q,r))	44
4.3.4 Hasil Penghitungan Model Persediaan Probabilistik Berkendala (Model (Q,r,λ)).....	45
4.3.5 Hasil Penghitungan Model Persediaan Probabilistik Menurut Kebijakan Perusahaan	47
BAB V KESIMPULAN DAN SARAN	49
5.1 Kesimpulan	49
5.2 Saran	50
DAFTAR PUSTAKA	51
LAMPIRAN	53

DAFTAR TABEL

	Halaman
Tabel 4.1 <i>Mean</i> dan Standar Deviasi selama <i>Lead Time</i>	43
Tabel 4.2 Kapasitas Area Penyimpanan dan Anggaran Pembelian (1).....	44
Tabel 4.3 Kapasitas Area Penyimpanan dan Anggaran Pembelian (2).....	45
Tabel 4.4 Tabel Jumlah Pemesanan, <i>Reorder Point</i> , dan <i>Safety Stock</i> untuk Masing-Masing Barang	46
Tabel 4.5 Total Biaya Persediaan	46
Tabel 4.5 Total Biaya Persediaan Perusahaan	47



DAFTAR GAMBAR

Halaman

Gambar 2.1. Variasi Permintaan dan <i>Lead Time</i> dalam Sistem Persediaan	8
Gambar 2.2. Model Persediaan <i>Back Order</i>	11
Gambar 2.3. Diagram dari <i>Inventory level</i>	14
Gambar 2.4. Kurva Distribusi Normal	20
Gambar 4.1 Grafik Kurva dengan 20% <i>stock out</i>	28
Gambar 4.2 Kurva Normal vs Persediaan Pengaman	28
Gambar 4.3 <i>Reorder point</i> vs Persediaan Pengaman	29



DAFTAR LAMPIRAN

	Halaman
Lampiran 1. Data Jenis Bahan Baku Perusahaan	53
Lampiran 2. Hasil pengujian data dengan $\alpha : 5\%$	54
Lampiran 3. Flowchart Model Persediaan Probabilistik Tanpa Kendala (Model (Q,r)) dengan “ <i>Back Order</i> <i>Policy</i> ”	57
Lampiran 4. Flowchart Model Persediaan Probabilistik Berkendala (Model (Q,r)) dengan “ <i>Back Order</i> <i>Policy</i> ”	58
Lampiran 5. Listing Program Model Persediaan Probabilistik Tanpa Kendala (Model (Q,r)) dengan “ <i>Back Order</i> <i>Policy</i> ”	62
Lampiran 6. Listing Program Model Persediaan Probabilistik Berkendala (Model (Q,r)) dengan “ <i>Back Order</i> <i>Policy</i> ”	65
Lampiran 7. Hasil Perhitungan Nilai Q dan r Model Persediaan Probabilistik Tanpa Kendala (Model (Q,r)) dengan “ <i>Back Order Policy</i> ”	66
Lampiran 8. Hasil Perhitungan Nilai Q dan r Model Persediaan Probabilistik Berkendala (Model (Q,r)) dengan “ <i>Back</i> <i>Order Policy</i> ”	62

BAB I

PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Pengendalian persediaan merupakan masalah utama yang sering dihadapi oleh perusahaan, di mana sejumlah bahan baku dan produk diharapkan dapat diperoleh pada tempat dan waktu yang tepat, serta ongkos yang rendah. Sebaliknya, jumlah persediaan bahan baku yang tidak mencukupi kebutuhan akan menyebabkan terganggunya kontinuitas proses produksi dan operasi perusahaan. Hal ini menyebabkan perusahaan harus mengeluarkan biaya pemesanan yang lebih mahal. Selain itu juga mengakibatkan mutu pelayanan perusahaan kepada konsumen berkurang dan dapat membuat konsumen kecewa, serta beralih kepada merek atau perusahaan lain. Oleh sebab itu, pengendalian persediaan bahan baku mutlak harus dilakukan perusahaan mengingat konsekuensi yang dihadapi perusahaan atas kekurangan dan kelebihan persediaan bahan baku.

Pada kondisi umum di mana permintaan (*demand*) yang ada bersifat probabilistik dan pada kondisi lain sering dijumpai barang yang dipesan akan dikirim oleh pemasok (*supplier*) tidak secara serentak tetapi bertahap. Hal ini mungkin disebabkan oleh terbatasnya kemampuan produksi, distribusi atau transportasi dari pihak *supplier*. Di pihak pemilik sistem persediaanpun tak jarang ditemui beberapa kendala. Salah satunya adalah terbatasnya anggaran pembelian barang.

Terkait dengan uraian di atas, pada umumnya setiap perusahaan selalu mempunyai persediaan bahan baku dalam keadaan dan jumlah yang berbeda-beda untuk mendukung kelancaran proses produksinya. Hal-hal yang mempengaruhi dalam pengadaan persediaan yaitu ketersediaan modal atau anggaran pembelian, kapasitas area, pola permintaan dari konsumen, serta kebijakan dari perusahaan. Penentuan jumlah persediaan, persediaan pengaman (*Safety Stock*), dan menentukan kapan pemesanan harus dilakukan kembali untuk mengantisipasi timbulnya lonjakan jumlah permintaan ditentukan dengan biaya pembelian, biaya penyimpanan, biaya kekurangan persediaan, dan biaya pemesanan. Hal tersebut akan

berpengaruh terhadap total biaya yang dikeluarkan untuk pengadaan persediaan.

Pada Tugas Akhir ini akan dibahas tentang pembentukan model pengendalian persediaan pada CV. Reza Abadi di mana perusahaan ini bergerak di bidang *furniture*, yaitu model pengendalian persediaan probabilistik. Permintaan yang ada tidak diketahui secara pasti tetapi mengikuti suatu fungsi distribusi yang ditentukan. Oleh sebab itu, dalam pembentukan model ini diperlukan perhitungan ekspektasi dari setiap komponen yang membentuk model, yang terdiri dari biaya pembelian, biaya penyimpanan, biaya kekurangan persediaan, dan biaya pemesanan. Model ini memakai kebijakan *back order* untuk menghindari terjadinya kerugian penjualan dan peninjauan jumlah persediaan dilakukan secara *continuous review*. Model ini mempunyai variabel keputusan Q dan r , di mana Q adalah nilai pemesanan optimal dan r adalah titik pemesanan kembali (*reorder point*) yaitu ambang batas persediaan dan fungsi tujuan yaitu biaya total $E(Tc)$. Pada model persediaan probabilistik berkendala akan digunakan metode *Lagrange Multipliers* dengan kondisi Kuhn-Tucker untuk menyelesaikan permasalahan. Model ini dapat membantu untuk menentukan jumlah bahan baku dan *safety stock* yang harus disiapkan setiap dilakukan pemesanan kepada *supplier* serta menentukan kapan pemesanan harus dilakukan kembali secara lebih optimal dengan meminimalkan total biaya pembelian. Kondisi *back order* digunakan dengan alasan model ini dapat diterapkan pada kondisi nyata di dalam perusahaan *furniture* Reza Abadi.

1.2 Rumusan Masalah

Berdasarkan latar belakang di atas maka rumusan masalah pada skripsi ini adalah sebagai berikut:

1. Bagaimana model persediaan probabilistik berkendala dan tanpa kendala dengan "*back order policy*"?
2. Bagaimana simulasi model persediaan probabilistik berkendala dan tanpa kendala dengan "*back order policy*" di CV Reza Abadi?

1.3 Batasan Masalah

Keadaan nyata dari masing-masing perusahaan berbeda sehingga kondisi ini tidak diterapkan pada setiap keadaan. Adapun batasan masalah :

1. Besarnya pemesanan selalu tetap untuk setiap kali pemesanan dilakukan.
2. Saat pemesanan dilakukan apabila jumlah persediaan yang dimiliki telah mencapai titik pemesanan kembali (*reorder point*).
3. Kendala yang digunakan anggaran pembelian dan kapasitas penyimpanan yang terbatas.
4. Barang yang dipesan datang serentak pada satu waktu.
5. Harga barang konstan.
6. *Lead time* tetap.
7. Hari dianggap normal (hari lebaran, bencana atau hal lain tidak mengganggu permintaan).

1.4 Tujuan

Tujuan yang ingin dicapai dalam penulisan skripsi ini adalah sebagai berikut :

1. Menentukan model persediaan probabilistik berkendala dan tanpa kendala dengan “*Back Order Policy*” .
2. Menentukan simulasi model persediaan probabilistik berkendala dan tanpa kendala dengan “*Back Order Policy*” di CV Reza Abadi.

BAB II TINJAUAN PUSTAKA

2.1 Persediaan

Beberapa pengertian persediaan menurut para ahli adalah sebagai berikut:

1. Suatu kegiatan untuk menentukan tingkat dan komposisi dari *part* atau bagian, bahan baku, dan barang hasil produksi, sehingga perusahaan dapat melindungi kelancaran produksi dan penjualan serta kebutuhan pembelanjaan perusahaan dengan efektif dan efisien.
2. Serangkaian kebijakan dengan sistem pengendalian yang memonitor tingkat persediaan yang harus dijaga kapan persediaan harus diisi dan berapa pesanan yang harus dilakukan.

Berdasarkan pada kedua pengertian di atas, maka dapat diambil kesimpulan bahwa pengertian pengendalian persediaan merupakan usaha memonitor dan menentukan tingkat komposisi bahan yang optimal dalam menunjang kelancaran dan efektifitas serta efisiensi dalam kegiatan perusahaan (Ristono, 2009).

Model persediaan biasanya menggambarkan biaya yang berhubungan dengan pengoperasian sistem persediaan. Dua variabel yang sering ada pada model persediaan adalah jumlah pesanan (*order quantity*) dan *reorder point* yaitu ambang batas persediaan bersih. Masalah yang sering dihadapi adalah menentukan aturan keputusan yang spesifik yang akan dipakai untuk meminimumkan biaya (Plane dan Kochen, 1972).

2.2 Jenis Persediaan

Pembagian jenis persediaan berdasarkan tujuannya, terdiri dari:

1. Persediaan pengaman (*Safety Stock*)
Persediaan pengaman (*SS*) adalah persediaan yang dilakukan untuk mengantisipasi unsur ketidakpastian permintaan dan penyediaan. Apabila persediaan pengaman tidak mampu mengantisipasi ketidakpastian tersebut, akan terjadi kekurangan persediaan (*stockout*).

Safety Stock (SS) merupakan persediaan minimal yang harus ada dalam perusahaan untuk mengantisipasi kehabisan bahan baku baik karena keterlambatan pengiriman barang ataupun karena kecepatan penggunaan mesin karena penggunaan yang lebih dari biasanya. Besarnya *safety stock* dapat diketahui dengan :

$$SS = Z \sigma \quad (2.1)$$

di mana :

Z : Standar normal

σ : Standar deviasi

(Priyanto, 2007).

Faktor-faktor yang menentukan besarnya *safety stock* :

a. Penggunaan bahan baku rata-rata

Salah satu dasar untuk menentukan penggunaan bahan baku selama periode tertentu, khususnya selama periode pemesanan adalah rata-rata penggunaan bahan baku pada masa sebelumnya. Hal ini perlu diperhatikan karena peramalan permintaan langganan memiliki resiko yang tidak dapat dihindarkan bahwa persediaan yang telah ditetapkan sebelumnya atas dasar taksiran tersebut habis sama sekali sebelum penggantian bahan/barang dari pesanan datang.

b. Faktor waktu atau *lead time* (*procurement time*)

Lead time (*L*) adalah lamanya waktu antara mulai dilakukannya pemesanan bahan-bahan sampai dengan kedatangan bahan-bahan yang dipesan tersebut dan diterima di gudang persediaan. Lamanya waktu tersebut tidaklah sama antara satu pesanan dengan pesanan yang lain, tetapi bervariasi. Perkiraan atau penaksiran *lead time* dari suatu pemesanan, biasanya dengan menggunakan rata-rata hitung dari *lead time* dari beberapa kali pemesanan sebelumnya. Sedangkan resiko kesalahan dari perkiraan ini diatasi dengan menetapkan persediaan pengamat dapat didasarkan atas deviasi standar dari *lead time* dari beberapa kali pemesanan sebelumnya tersebut atau dengan melihat kemungkinan dari adanya keterlambatan kedatangan bahan dari beberapa pesanan yang lalu.

2. Persediaan antisipasi (*stabilization stock*)
Persediaan antisipasi merupakan persediaan yang dilakukan untuk menghadapi fluktuasi permintaan yang sudah dapat diperkirakan sebelumnya.
3. Persediaan dalam pengiriman (*transit stock*)
Persediaan dalam pengiriman disebut *work-in process* adalah persediaan yang masih dalam pengiriman, yaitu
 - a. *Eksternal transit stock* adalah persediaan yang masih berada dalam transportasi.
 - b. *Internal transit stock* adalah persediaan yang masih menunggu untuk diproses atau menunggu sebelum dipindahkan.(Ristono, 2009).

2.3 Biaya Persediaan

Biaya Persediaan dapat dibedakan atas:

1. Biaya Pembelian (*Purchase Cost*)
Biaya pembelian (C_p) 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 ketika harga barang yang dibeli tergantung pada ukuran pembelian.
2. Biaya Pemesanan (*Order Cost*)
Biaya pemesanan (C_o) adalah semua pengeluaran yang timbul untuk mendatangkan barang dari luar. Biaya ini meliputi biaya untuk menentukan pemasok (*supplier*), pengetikan pesanan, pengiriman pesanan, biaya pengangkutan, biaya penerimaan dan seterusnya. Biaya ini diasumsikan konstan untuk setiap kali pesan.
3. Biaya Penyimpanan (*Carrying Cost/Holding Cost*)
Biaya penyimpanan (C_h) adalah semua pengeluaran yang timbul akibat menyimpan barang. Biaya ini meliputi: biaya upah dan gaji pengawas, biaya gudang, biaya kerusakan dan penyusutan, biaya kadaluwarsa, biaya asuransi, biaya administrasi dan pemindahan.
4. Biaya Kekurangan Persediaan (*Stockout Cost*)
Bila 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/pelanggan karena kecewa sehingga beralih ke tempat lain. Biaya kekurangan persediaan dapat diukur dari: kuantitas yang tidak dapat dipenuhi, waktu pemenuhan, dan biaya pengadaan darurat.

(Hidayanto, 2007).

2.4 Model Pengendalian Persediaan

Secara umum model-model pengendalian persediaan adalah:

a. Model pengendalian deterministik

Model pengendalian deterministik adalah model yang menganggap semua parameter telah diketahui dengan pasti. Untuk menghitung pengendalian persediaan digunakan metode EOQ (*Economic Order Quantity*), yang merupakan model persediaan yang sederhana. Model ini bertujuan untuk menentukan ukuran pemesanan yang paling ekonomis yang dapat meminimasi biaya-biaya dalam persediaan.

b. Model pengendalian probabilistik

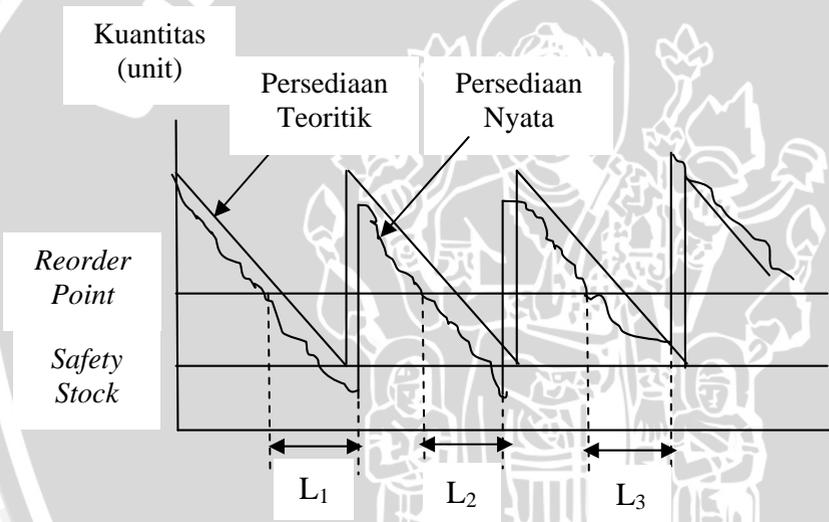
Model pengendalian probabilistik digunakan apabila salah satu dari permintaan, *lead time* atau keduanya tidak dapat diketahui dengan pasti tetapi polanya dapat dinyatakan dengan distribusi probabilitas. Suatu hal yang harus diperhatikan dalam model ini adalah adanya kemungkinan *stockout* yang timbul karena pemakaian persediaan bahan baku yang tidak diharapkan atau karena waktu penerimaan yang lebih lama dari *lead time* yang diharapkan. Untuk menghindari *stockout* perlu diadakan suatu fungsi persediaan pengaman yaitu suatu persediaan tambahan untuk melindungi atau menjaga kemungkinan terjadinya *stockout*.

Pada model-model persediaan deterministik, diasumsikan bahwasanya semua parameter persediaan selalu konstan dan diketahui secara pasti. Pada kenyataan, sering terjadi parameter-parameter yang ada merupakan nilai-nilai yang tidak pasti, dan sifatnya hanya estimasi atau perkiraan saja.

Parameter-parameter seperti permintaan, *lead time*, biaya penyimpanan, biaya pemesanan, biaya kekurangan persediaan dan harga, kenyataannya sering bervariasi. Model-

model deterministik tidak peka terhadap perubahan-perubahan parameter tersebut. Untuk menghadapi variasi yang ada, terutama variasi permintaan dan *lead time*, model probabilistik biasanya dicirikan dengan adanya persediaan pengaman (*safety stock*). Variasi permintaan dan *lead time* dalam sistem persediaan dapat dilihat pada Gambar 2.1.

Pada Gambar 2.1, dapat dilihat grafik tingkat persediaan teoritik dan persediaan nyata dari waktu ke waktu. Adanya perbedaan *lead time* dan permintaan dari waktu ke waktu menyebabkan berbedanya tingkat persediaan teoritik dan tingkat persediaan nyata. Sehingga, bila tidak ada persediaan pengaman maka perusahaan akan mengalami kekurangan persediaan.



Gambar 2.1. Variasi Permintaan dan *Lead Time* dalam Sistem Persediaan

Dalam model probabilistik yang menjadi hal pokok adalah analisis perilaku persediaan selama *lead time*. Karena pada kondisi ini, *lead time* dan *demand* bersifat probabilistik, maka akan ada tiga kemungkinan yang dapat terjadi :

- a) Tingkat *demand* konstan, namun periode waktu datangnya pesanan (*lead time*) berubah.
- b) *Lead time* tetap sementara *demand* berubah.
- c) *Demand* dan *lead time* berubah.

2.5 Kebijakan Persediaan

Kebijakan Persediaan yang dibutuhkan sering disebut dengan Standar Kuantitas, antara lain:

1. Persediaan minimum (*Minimum point*)
Persediaan minimum adalah batas jumlah persediaan yang paling rendah/kecil yang harus ada untuk suatu jenis bahan atau barang.
2. Besarnya pesanan standar (*Standard order*)
Pesanan standar adalah banyaknya bahan yang dipesan dengan jumlah yang tetap untuk suatu periode tertentu yang telah ditetapkan, misalnya satu tahun.
3. Persediaan maksimum (*Maximum order*)
Persediaan maksimum (R) adalah batas jumlah persediaan yang paling besar (tertinggi) yang sebaiknya dapat diadakan perusahaan.
4. Titik pemesanan kembali (*Reorder point*)
Titik pemesanan kembali (r) adalah suatu titik atau batas dari jumlah persediaan yang ada pada suatu saat dimana pesanan harus diadakan kembali. Titik ini menunjukkan kepada bagian pembelian untuk mengadakan pesanan kembali bahan-bahan persediaan untuk menggantikan persediaan yang telah digunakan. Dalam menentukan titik ini, besarnya penggunaan bahan selama bahan-bahan yang dipesan belum datang dan persediaan minimum perlu diperhatikan. Besarnya bahan-bahan yang dipesan belum diterima ditentukan oleh dua faktor yaitu *lead time* dan tingkat penggunaan rata-rata (Assauri, 1980).

Perhitungan akan sangat menguntungkan jika disertai dengan perhitungan penggunaan bahan selama *lead time* dan *safety stock*. Sehingga perusahaan dapat melakukan pemesanan kembali (r), yaitu besarnya penggunaan bahan baku selama *lead time* ditambah dengan *safety stock*. Secara matematik *reorder point* dapat dirumuskan sebagai berikut :

$$r = (d \times L) + SS \quad (2.2)$$

di mana :

- r : titik pemesanan ulang
- d : tingkat kebutuhan per unit waktu
- SS : Persediaan pengaman
- L : *Lead time* untuk pemesanan baru

(Priyanto, 2007).

2.6 Model Pengendalian Persediaan dengan *Back Order*

Back order adalah permintaan yang tidak dapat dipenuhi pada saat sekarang, tetapi kemudian dipenuhi pada periode yang akan datang. Selama menunggu, pelanggan diberi kompensasi yang besarnya bergantung pada jumlah kekurangan barang dan lamanya menunggu (Sukmana, 2005).

Backordering membutuhkan penanganan khusus yang membutuhkan biaya yang lebih besar bila dibandingkan dengan proses pemesanan reguler/rutin.

Di dalam situasi yang bersifat *back order*, suatu perusahaan tidak kehilangan penjualan (pelanggan yang tidak terpenuhi) ketika inventornya habis. Sebagai ganti, karena kesetiaan pelanggan akan produk tertentu mau berada dalam masa penantian pelanggan untuk terpenuhi permintaan mereka ketika perusahaan menerima *order*/pesanan yang berikutnya. Dengan kata lain, situasi dikatakan *back order*, jika :

1. Pelanggan melakukan suatu pemesanan.
2. Penyuplai kekurangan persediaan barang tertentu di dalam persediaan.
3. Pelanggan tidak membatalkan pesanan.
4. Pelanggan menunggu sampai pengiriman berikutnya tiba.
5. Penyuplai memenuhi pesanan pelanggan ketika pengiriman berikutnya tiba.

(Levin, 1982).

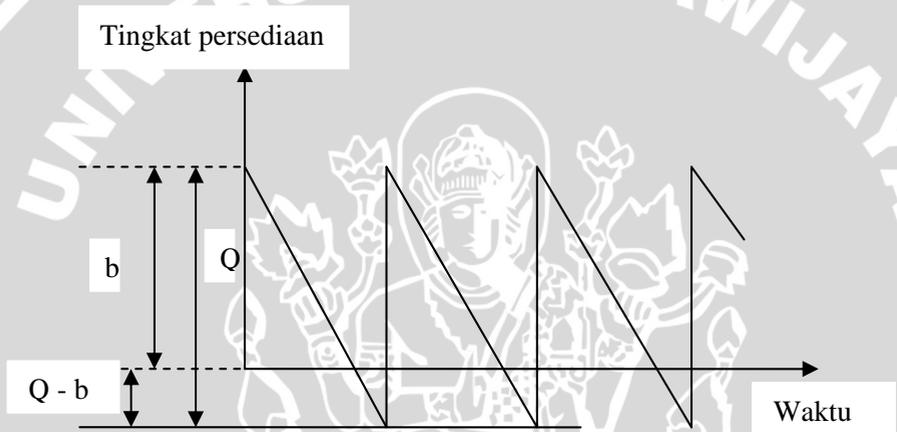
Anggapan-anggapan dan istilah-istilah model *back order* adalah sebagai berikut :

1. Terdapat waktu di mana ada surplus persediaan.
2. Terdapat waktu di mana ada kekurangan persediaan.
3. Setiap siklus memerlukan waktu yang sama.

4. Biaya “*backordering*” per unit per tahun adalah konstan.
5. *Back order* dan persediaan dipenuhi secara bersamaan.

(Priyanto, 2007).

Dalam model ini, diasumsikan bahwa *stockout* dan *backordering* diperbolehkan. Selain asumsi sebelumnya, kita berasumsi bahwa penjualan tidak akan hilang karena *stockout*. Karena, dilakukan pemesanan kembali untuk setiap permintaan yang dapat tidak dipenuhi.



Gambar 2.2. Model Persediaan *Back Order*.

Keterangan :

Q = Jumlah setiap pemesanan.

b = *On hand inventory*, yang menunjukkan jumlah persediaan pada setiap awal siklus persediaan.

$(Q - b)$ = Pesanan tertunda, yaitu jumlah barang yang dipesan tetapi belum dipenuhi (*back order*).

Asumsi : jika perusahaan tidak bisa melayani permintaan karena tidak ada persediaan, maka perusahaan akan menanggung beban biaya kekurangan.

Pengisian persediaan seketika dan permintaan diketahui konstan, sehingga setiap siklus digambarkan dalam bentuk segitiga dengan tinggi Q dan alas t . Karena permintaan diketahui konstan maka makin sedikit jumlah barang pesanan berakibat makin sering

pesanan dilakukan atau frekuensi pemesanan tinggi. Sebaliknya makin banyak jumlah pesanan berakibat makin jarang pemesanan dilakukan.

Dalam model persediaan dengan *back order* terdapat biaya penyimpanan dan biaya pemesanan seperti pada model EOQ. Tetapi ada tambahan dua biaya, terdapat biaya tambahan dari backordering. Biaya backordering terdiri dari dua biaya yang berbeda yaitu biaya pemeliharaan *back order* (khususnya pemeliharaan, pemesanan berikutnya, tenaga kerja) dan kehilangan kepuasan dari pelanggan terjadi karena *back order*. Umumnya, model *back order* menyatakan biaya *back order* sebagai banyaknya biaya untuk satu unit pada *back order* untuk suatu periode waktu yang diberikan. Tentu saja, dalam memperhitungkan biaya ini tidak mungkin tepat, terutama ketika kita mencoba menghitung kehilangan kepuasan tetapi karena model ini tidak terlalu berpengaruh untuk mengubah input, kesalahan dalam perkiraan tidak mencegah untuk membuat keputusan persediaan barang yang layak (Levin, 1982).

2.7 Metode Perencanaan Persediaan

G.Hadley dan T.M. Whitin dalam Amran (2006) mengelompokkan dua jenis model pengendalian persediaan dengan permintaan berubah-ubah, yaitu:

1. *Continuous Review (Q, r)* atau *Reorder Point Model*

Model ini secara umum dikenal dengan sistem pengendalian persediaan model Q, yaitu sistem pengendalian persediaan dengan ukuran tetap. Ciri-ciri pengendalian persediaan model Q adalah:

- Jumlah barang yang dipesan untuk setiap pemesanan adalah sama.
- Pemesanan kembali dilakukan, apabila persediaan telah mencapai titik pemesanan kembali.
- Besarnya *reorder point* sama dengan jumlah pemakaian selama waktu ancap-ancang ditambah dengan persediaan pengaman.
- Interval waktu antara pemesanan tidak sama, tergantung pada jumlah barang persediaan.

Model *Continuous Review* yang akan dibahas adalah model *Continuous Review* dengan penundaan pengiriman tetap dan penyimpanan. Pada model ini, permintaan untuk setiap item adalah probabilistik dan *lead time* pengiriman tetap sebelum pemesanan diterima. Ketika *Inventory level* menurun ke tingkat r , pemesanan dilakukan untuk membawa tingkat tertinggi persediaan ke R (jumlah yang dipesan $Q = R - r$). Model ini sering disebut model *lot size reorder point*, jumlah Q dipesan kapanpun tingkat persediaan mencapai tingkat *reorder* r . Permintaan yang tidak terpenuhi diasumsikan akan segera dipenuhi pada penambahan persediaan dan permintaan yang tidak terpenuhi disimpan.

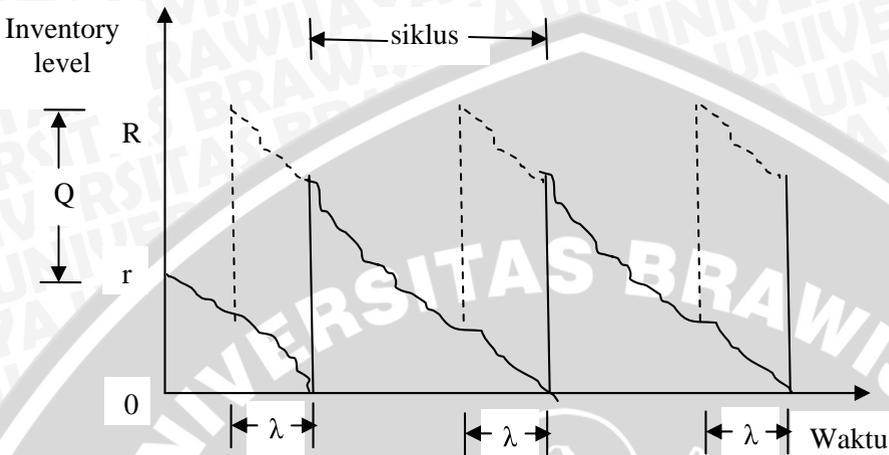
Untuk mendiskripsikan model, diperlukan tiga cara untuk mengukur jumlah persediaan, antara lain :

- 1) *Inventory on hand* adalah jumlah barang yang sebenarnya ada pada saat i atau persediaan yang sebenarnya ada di gudang dan nilainya tidak negatif.
- 2) *Inventory level* adalah *Inventory on hand* dikurangi jumlah dari permintaan yang tidak terpenuhi. Permintaan tidak terpenuhi hanya terjadi setelah *Inventory on hand* turun ke nol, jadi permintaan tidak terpenuhi menyebabkan tingkat persediaan menjadi negatif.
- 3) *Inventory position* adalah *Inventory level* ditambah jumlah pesanan tetapi belum diterima. *Inventory position* akan dibuat nonnegatif.

Ketika *Inventory position* mencapai r , pemesanan dilakukan sebesar Q unit untuk membawa *Inventory position* ke tingkat R dengan *lead time* pengiriman tetap (sering disebut penundaan pengiriman) dari panjang λ sebelum pesanan diterima. Permintaan untuk unit dari persediaan selama waktu λ diasumsikan menjadi variabel acak kontinu X mempunyai fungsi kepadatan peluang yang dinotasikan $f(x)$ dan berarti

$$\mu = D\lambda$$

dengan D adalah nilai ekspektasi dari permintaan item per unit waktu.



Gambar 2.3. Diagram dari *Inventory Level*.

Diagram dari *Inventory level* yang dimaksud di atas merupakan diagram *Inventory level* sebagai fungsi dari waktu untuk model probabilistik *review continuous*. Ketika *Inventory position* berbeda dengan *Inventory level* ditunjukkan oleh kurva garis. Gambar 2.3 mengilustrasikan bagaimana *Inventory level* dan *Inventory position* berubah-ubah melebihi waktu. Gambar ini dapat dipandang sebagai rangkaian siklus waktu dengan siklus didefinisikan sebagai waktu antara penerimaan dari pesanan berurutan. Gambar 2.3 memasukkan siklus di mana permintaan selama periode λ relatif besar yang menyebabkan *Inventory level* menuju negatif (di mana permintaan yang tidak terpenuhi disimpan sampai pesanan tiba). *Inventory position* berbeda dengan *Inventory level* selama periode dari waktu penundaan pengiriman, jadi *Inventory position* selama periode ini ditunjukkan oleh kurva garis.

Biaya-biaya yang ada adalah

B = biaya untuk penempatan pemesanan,

p = biaya pembelian per unit,

h = biaya penyimpanan per unit dari *Inventory on hand* per unit waktu,

S_o = biaya kekurangan per unit pendek (sampai pesanan berikutnya tiba).

Kebijakan persediaan adalah untuk menyelamatkan persediaan sehingga ketika *Inventory position* mencapai r , dilakukan pemesanan sebesar Q . Pesanan ini akan dikirim setelah periode dari panjang λ . Menentukan pemesanan (menemukan *order point* r) dan jumlah yang tepat (menemukan jumlah pesanan Q) di dalam pemesanan untuk meminimumkan biaya ekspektasi total per unit waktu, $E[Tc]$

$$E[Tc] = E[Cp] + E[Co] + E[Ch] + E[Cs]. \quad (2.3)$$

Ekspektasi biaya pemesanan per unit waktu $E\{Co\}$ didapatkan dari biaya pemesanan per siklus waktu dikali nilai ekspektasi dari siklus per unit waktu, di mana biaya pemesanan per siklus waktu adalah

$$Co = B + pQ. \quad (2.4)$$

Karena D adalah ekspektasi permintaan per unit maka nilai ekspektasi dari siklus per unit adalah D/Q . Sehingga ekspektasi biaya pemesanan adalah

$$E[Co] = \frac{D}{Q} (B + pQ). \quad (2.5)$$

Ekspektasi biaya penyimpanan per unit adalah

$$E[Ch] = hE \text{ (rata – rata Inventory on hand selama satu siklus).}$$

Nilai ekspektasi dari rata-rata *Inventory on hand* selama satu siklus dapat diperoleh dari rata-rata ekspektasi *Inventory on hand* pada awal dan akhir siklus. Dari gambar 2.3, ekspektasi *Inventory on hand* pada awal siklus diberikan oleh $R - D\lambda$ dan ekspektasi *Inventory on hand* pada akhir siklus kurang lebih $r - D\lambda$. (jumlah terakhir masih perkiraan karena mengabaikan kemungkinan *Inventory level* negatif). Jadi, jumlah rata-rata ekspektasi dari *Inventory on hand* selama satu siklus,

$$\text{Jumlah rata – rata ekspektasi} = \frac{(R - D\lambda) + (r - D\lambda)}{2}$$

Karena $R = Q + r$, maka

$$\frac{(R - D\lambda) + (r - D\lambda)}{2} = \frac{Q + r - D\lambda + r - D\lambda}{2} = \frac{Q}{2} + r - D\lambda \quad (2.6)$$

sehingga

$$E[Ch] = h \left(\frac{Q}{2} + r - D\lambda \right) = h \left(\frac{Q}{2} + r - \mu \right). \quad (2.7)$$

Biaya kekurangan dinyatakan dengan :

$$M(x) = \begin{cases} 0, & \text{untuk } x \leq r \\ x - r, & \text{untuk } x > r. \end{cases}$$

Ekspektasi biaya kekurangan persediaan per unit $E(Cs)$ adalah ekspektasi biaya kekurangan yang terjadi per siklus waktu dikali nilai ekspektasi dari siklus per unit waktu (berlaku D/Q). Karena kekurangan hanya dapat terjadi ketika permintaan melewati waktu keterlambatan pengiriman r , ekspektasi biaya kekurangan per siklus adalah

$$So \int_r^{\infty} (x - r) f(x) dx \quad (2.8)$$

sehingga

$$E[Cs] = \frac{D}{Q} So \int_r^{\infty} (x - r) f(x) dx = \left[\frac{SoD}{Q} \right] M. \quad (2.9)$$

(Hiller dan Lieberman, 1995).

2. *Periodic Review Model (R, T)*

Model ini secara umum dikenal dengan sistem pengendalian persediaan dengan pemesanan tetap, sedangkan jumlah bahan yang dipesan selalu berubah. Dengan demikian pemesanan dilakukan pada waktu tertentu dimana jarak waktu antara dua pesanan selalu tetap. Persediaan pengaman lebih besar dari sistem Q karena persediaan tersebut juga diperlukan untuk seluruh konsumsi persediaan (Panggabean, 2009).

2.8 Pengali Lagrange

Syarat perlu bagi sebuah fungsi $f(x)$ dengan kendala $g_j(x) = 0$, untuk $j = 1, 2, \dots, m$ agar mempunyai minimum relatif pada titik x^* adalah turunan parsial pertama dari fungsi Lagrangennya yang didefinisikan sebagai $L(x, \lambda) = (x_1, \dots, x_n, \lambda_1, \dots, \lambda_m)$ terhadap setiap argumennya mempunyai nilai nol. Dengan kata lain, $f(x)$ bersifat *differentiable* atau dapat diturunkan.

Syarat harus bagi sebuah fungsi $f(x)$ agar mempunyai minimum (atau maximum) relatif pada titik x^* adalah jika fungsi kuadrat Q , yang didefinisikan sebagai

$$Q = \sum_{i=1}^n \sum_{j=1}^m \frac{\partial^2 L}{\partial x_i} dx_i dx_j$$

Dievaluasi pada $x = x^*$ harus definit positif (atau negatif) untuk semua nilai dx yang memenuhi semua kendala.

Bentuk persamaan *Non linier programming* (NLP) dengan kendala :

$$\max (\min) \quad z = f(x_1, \dots, x_n)$$

$$\text{kendala } g_1(x_1, \dots, x_n) = b_1$$

$$g_2(x_1, \dots, x_n) = b_2$$

⋮

$$g_m(x_1, \dots, x_n) = b_m$$

Langkah-langkah untuk mencari solusi persamaan *Non linier programming* di atas :

1. Digunakan pengali Lagrange λ_i untuk kendala ke- i yang didefinisikan:

$$L(x_1, \dots, x_n, \lambda_1, \dots, \lambda_m) = f(x_1, \dots, x_n) + \sum_{i=1}^m \lambda_i (b_i - g_i(x_1, \dots, x_n))$$

2. Dicari $(\bar{x}_1, \dots, \bar{x}_n, \bar{\lambda}_1, \dots, \bar{\lambda}_m)$ yang memaksimumkan atau meminimumkan $L(x_1, \dots, x_n, \lambda_1, \dots, \lambda_m)$ solusi dari :

$$\frac{\partial L}{\partial x_1} = \dots = \frac{\partial L}{\partial x_n} = \frac{\partial L}{\partial \lambda_1} = \dots = \frac{\partial L}{\partial \lambda_m} = 0$$

$(\bar{x}_1, \dots, \bar{x}_n)$ adalah solusi optimal dari NLP.

2.9 Kuhn Tucker

Sebagai syarat agar $\bar{x} = (\bar{x}_1, \dots, \bar{x}_n)$ menjadi solusi optimal bagi NLP, dengan kendala pertidaksamaan :

$$\max (\min) \quad z = f(x_1, \dots, x_n)$$

$$\text{kendala } g_1(x_1, \dots, x_n) \leq b_1$$

$$g_2(x_1, \dots, x_n) \leq b_2$$

⋮

$$g_m(x_1, \dots, x_n) \leq b_m.$$

Jika kendala \geq diubah menjadi negatif dari \leq .

Untuk masalah maksimum, $\bar{x} = (\bar{x}_1, \dots, \bar{x}_n)$ solusi optimal, maka titik tersebut harus :

1. Memenuhi kendala-kendala.
2. Terdapat $\bar{\lambda}_1, \dots, \bar{\lambda}_m$ yang memenuhi :

$$\frac{\partial f(\bar{x})}{\partial x_j} - \sum_{i=1}^m \bar{\lambda}_i \frac{\partial g_i(\bar{x})}{\partial x_j} = 0, \quad j = 1, 2, \dots, n$$

$$\bar{\lambda}_i [b_i - g_i(\bar{x})] = 0 \quad i = 1, \dots, m$$

$$\bar{\lambda}_i \geq 0 \quad i = 1, \dots, m$$

$\bar{\lambda}_i$ adalah nilai bayangan bagi kendala ke- i :

- a. Jika ruas kanan kendala ke- i : $b_i \rightarrow b_i + \Delta$ maka z naik sebesar $\Delta \bar{\lambda}_i$.
- b. Kendala-kendala : penggunaan sumber daya.

Untuk masalah minimum, $\bar{x} = (\bar{x}_1, \dots, \bar{x}_n)$ solusi optimal, maka titik tersebut harus :

1. Memenuhi kendala-kendala.
2. Terdapat $\bar{\lambda}_1, \dots, \bar{\lambda}_m$ yang memenuhi :

$$\frac{\partial f(\bar{x})}{\partial x_j} + \sum_{i=1}^m \bar{\lambda}_i \frac{\partial g_i(\bar{x})}{\partial x_j} = 0, \quad j = 1, 2, \dots, n$$

$$\bar{\lambda}_i [b_i - g_i(\bar{x})] = 0 \quad i = 1, \dots, m$$

$$\bar{\lambda}_i \geq 0 \quad i = 1, \dots, m$$

$\bar{\lambda}_i$ adalah nilai bayangan bagi kendala ke- i :

a. Jika ruas kanan kendala ke- i : $b_i \rightarrow b_i + \Delta$ maka z turun sebesar $\Delta \bar{\lambda}_i$.

b. Kendala-kendala : penggunaan sumber daya.

(Sumarningsih, 2009).

2.10 Distribusi

Bila data yang ada banyak jumlahnya, maka untuk memudahkan dalam analisis data perlu disusun distribusi frekuensi. Distribusi frekuensi kuantitatif yaitu penyusunan data menurut besarnya (kuantitatifnya).

Cara menyusun distribusi kuantitatif yaitu :

1. Menentukan banyak dan lebar kelas interval kelas. Banyak interval kelas yang efisien biasanya antara 5 dan 15. Rumus banyak interval kelas adalah $k = 1 + 3,32 \log n$ dan

$$\text{lebar interval} = \frac{\text{jangkauan}(\text{range})}{k}$$

dengan n adalah jumlah data.

2. Interval-interval tersebut diletakkan dalam suatu kolom, diurutkan dari interval kelas terendah pada kolom paling atas dan seterusnya.

3. Data diperiksa dan dimasukkan ke dalam interval kelas yang sesuai. Frekuensi interval kelas yaitu banyak data dalam suatu interval kelas.

Di samping data disajikan dalam bentuk tabel frekuensi dapat juga disajikan dalam bentuk grafik histogram. Cara menggambarkan grafik histogram distribusi frekuensi yaitu dengan meletakkan interval kelas pada sumbu x dan frekuensi pada sumbu y.

(Soepraptini, 2008).

2.11 Distribusi Normal

Distribusi normal terjadi pada kasus di mana jumlah data n cukup besar dan peluang p kecil (selang 0 sampai dengan 1) dilakukan pendekatan memakai distribusi Normal (Gauss). Rumus eksposensial untuk distribusi normal :

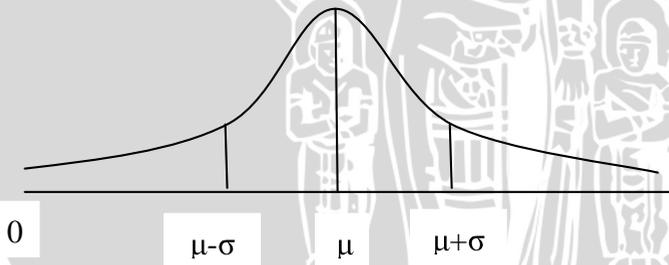
$$f(x) = \frac{1}{\sqrt{2\pi\sigma^2}} e^{-\frac{(x-\mu)^2}{2\sigma^2}}, -\infty < x < \infty. \quad (2.10)$$

Di mana $\mu = np$ dan $\sigma = \sqrt{npq}$. Pada formula di atas x dapat bernilai $-\infty$ sampai dengan $+\infty$, dengan demikian nilai distribusi normal tidak terbatas. Dalam distribusi normal berlaku :

$$1. \int_{-\infty}^{\infty} \frac{1}{\sqrt{2\pi\sigma^2}} e^{-\frac{(x-\mu)^2}{2\sigma^2}} dx = 1$$

$$2. P(a < X < b) = \int_a^b \frac{1}{\sqrt{2\pi\sigma^2}} e^{-\frac{(x-\mu)^2}{2\sigma^2}} dx$$

Agar lebih praktis, telah ada tabel kurva normal standar di mana tabel ini menunjukkan kurva normal dari suatu nilai yang dibatasi nilai tertentu.



Gambar 2.4. Kurva Distribusi Normal.

Ciri khas distribusi normal :

- Simetris
- Seperti lonceng
- Titik belok $\mu \pm \sigma$
- Luas di bawah kurva = probabilitas = 1

Untuk dapat menentukan probabilitas di dalam kurva normal umum (untuk suatu sampel yang cukup besar, terutama untuk gejala alam seperti berat badan dan tinggi badan), nilai yang akan dicari ditransformasikan dulu ke nilai kurva normal standar melalui transformasi Z (deviasi relatif). Dua parameter yang menentukan suatu bentuk kurva normal adalah rata-rata (*mean*) dan standar deviasi. Di mana rumus untuk mencari Z adalah :

$$z = \frac{x - \mu}{\sigma}$$

- a. Kurva normal standar $N(\mu = 0, \sigma = 1)$
- b. Kurva normal umum $N(\mu, \sigma^2)$

(Endista, 2010).

2.12 Menguji Normalitas Data

Data interval/rasio harus diuji normalitas sebelum dianalisis untuk menentukan jenis uji parametrik atau non parametrik. Hal ini bertujuan untuk melihat apakah distribusi data mengikuti pola seperti kurva normal dengan cara membandingkan data empirik dengan data ideal. Taraf kepercayaan (signifikansi) yang akan dipakai dalam proses pengambilan keputusan $\alpha = 5\%$ atau 1% sehingga nilai probabilitas (P) batasannya : $P = 0,05$, di mana selang kepercayaannya 95% . Ada dua hipotesis, yaitu:

1. H_0 : tidak terdapat perbedaan antara data empirik dan data teoritik.
2. H_a : terdapat perbedaan antara data empirik dan data teoritik
 - a. $P > 0,05$ maka H_a ditolak (normal)
 - b. $P \leq 0,05$ maka H_a diterima (tidak normal)

Prinsipnya membandingkan antara distribusi data yang didapat (data hasil penelitian) dengan data normal (data yang diharapkan). Jika hasil uji menunjukkan tidak ada perbedaan antara kedua distribusi data tersebut ($P > 0,05$) di mana nilai P didapat dari tabel kurva normal dikatakan distribusi data yang didapat adalah normal.

(Suyatno, 2009).

BAB III

METODE PENELITIAN

3.1 Jenis Penelitian

Jenis penelitian ini bersifat penelitian diskriptif dan studi analisis. Yang dimaksud penelitian diskriptif adalah suatu metode penelitian yang menggambarkan kejadian-kejadian yang telah berlangsung pada saat diadakan penelitian dan menguraikan karakteristik dari suatu peristiwa yang telah terjadi. Sedangkan yang dimaksud studi analisis adalah suatu tinjauan untuk menyelesaikan permasalahan-permasalahan yang ada selama penelitian yang digunakan untuk mengolah data didapatkan dari perusahaan.

3.2 Tempat dan Waktu Penelitian

Penelitian dilaksanakan di perusahaan *furniture* CV Reza Abadi di Janti Mojoagung. Penelitian berdasarkan data historis dari bulan Januari 2010 sampai dengan Juni 2010.

3.3 Sumber Data

Data yang digunakan berupa data sekunder yang diperoleh dari bagian produksi yang khusus menangani submasalah persediaan bahan baku setiap produksi. Adapun data-data yang diperlukan dalam penelitian ini, yaitu :

1. Nama barang
2. Harga masing-masing barang
3. Biaya penyimpanan
4. Biaya *stockout*
5. Biaya pemesanan
6. Jumlah permintaan
7. Kebutuhan area

3.3 Metode Pengumpulan Data

Untuk memperoleh data-data pendukung penelitian ini, maka dilakukan pengumpulan data melalui dua tahapan, yaitu :

1. Penelitian langsung ke lapangan atau perusahaan (*Field research*).

Metode ini bertujuan untuk memperoleh data-data pendukung penelitian yang langsung didapatkan di lapangan dan mencari permasalahan yang ada di perusahaan. Adapun untuk mendapatkannya dengan menggunakan cara-cara berikut :

- a. Wawancara

Merupakan suatu metode pengumpulan data dengan melakukan komunikasi atau wawancara mengenai hal-hal yang berhubungan dengan obyek penelitian, yang dalam hal ini dilakukan melalui kunjungan ke perusahaan dan bertemu pemilik perusahaan.

- b. Dokumentasi

Merupakan suatu metode pengumpulan data dengan melihat dan menggunakan data-data berupa arsip-arsip atau catatan yang berhubungan dengan obyek penelitian yang terdapat di perusahaan. Data-data ini merupakan data sekunder.

2. Studi literatur.

Metode ini dilakukan dengan tujuan untuk memecahkan permasalahan-permasalahan yang ada dengan menggunakan teori yang telah didapat di perkuliahan.

3.4 Analisis Data

Dari data-data yang terkumpul, data tersebut diolah dengan *back order* untuk menentukan jumlah barang yang dipesan dan waktu pemesanan ulang yang menjadikan biaya total persediaan minimum. Langkah-langkah yang dilakukan adalah sebagai berikut :

1. Menentukan distribusi pada setiap permintaan barang dengan menguji normalitas data.
2. Mencari nilai *Mean* dan Standar Deviasi selama *Lead Time*.
3. Menentukan jumlah pemesanan yang minimal dari masing-masing barang pada setiap tingkat harga dan setiap jumlah pemesanan.
4. Menentukan apakah jumlah pemesanan yang minimal yang telah dihitung untuk masing-masing barang pada setiap tingkat harga dan jumlah pemesanan dapat diterima atau valid. Di mana

dikatakan valid apabila berada pada interval jumlah pembelian dan jumlah pemesanan yang ditetapkan.

5. Menghitung biaya total untuk setiap Q yang diterima berdasarkan jumlah pemesanan dan jadwal pemesanan ulang.

Untuk membantu menganalisis dan menghitung nilai Q dan r digunakan pemrograman Delphi.

UNIVERSITAS BRAWIJAYA



BAB IV HASIL DAN PEMBAHASAN

4.4 Model Persediaan Probabilistik Tanpa Kendala (Model (Q,r)) dengan “Back Order Policy”

Dalam mencari jumlah pemesanan (Q) optimal dan *reorder point* (r), fungsi tujuan dari model (Q,r) adalah meminimumkan biaya total persediaan (Tc). Jika permintaan bersifat probabilistik, maka komponennya berupa nilai ekspektasi (nilai yang diharapkan). Ekspektasi biaya total persediaan yang dimaksud di sini terdiri dari empat elemen yaitu ekspektasi biaya pembelian $E[Cp]$, ekspektasi biaya pemesanan $E[Co]$, ekspektasi biaya penyimpanan $E[Ch]$, dan ekspektasi biaya kekurangan persediaan atau *stockout* $E[Cs]$, sehingga untuk kasus *multi item* dapat dinyatakan sebagai berikut :

$$E\{Tc\} = \sum_{i=1}^n (E[Cp_i] + E[Co_i] + E[Ch_i] + E[Cs_i]) \quad (4.1)$$

$$E\{Tc\} = \sum_{i=1}^n \left(D_i p_i + \frac{B_i D_i}{Q_i} + h_i \left[\frac{1}{2} Q_i + r_i - \mu_i \right] + \left[\frac{So_i D_i}{Q_i} \right] M_i \right) \quad (4.2)$$

atau dapat ditulis :

$$E\{Tc\} = \sum_{i=1}^n \left(D_i p_i + \frac{B_i D_i}{Q_i} + h_i \left[\frac{1}{2} Q_i + r_i - \mu_i \right] + \left[\frac{So_i D_i}{Q_i} \right] \int_r^{\infty} (x - r) f(x) dx \right) \quad (4.3)$$

di mana:

- i : item ke- i , $i = 1, 2, \dots, n$
- p : Biaya pembelian tiap bahan baku per unit
- h : Biaya penyimpanan bahan baku per 6 bulan
- B : Biaya setiap kali melakukan pemesanan
- So : Biaya kekurangan persediaan
- D : Jumlah permintaan selama 6 bulan

- μ_L : Rata-rata permintaan selama *lead time*
 σ_L : Standar deviasi permintaan selama *lead time*
 M : Probabilitas *stockout*

Untuk meminimumkan nilai dari Q , maka persamaan (4.2) diturunkan terhadap Q_i kemudian disamakan dengan nol dengan $f(x)$ merupakan distribusi permintaan yang diasumsikan berdistribusi normal maka :

$$\begin{aligned}
 \frac{\partial E[Tc]}{\partial Q_i} &= 0 \\
 \Leftrightarrow -\frac{B_i D_i}{Q_i^2} + \frac{1}{2} h_i - \frac{S_o_i D_i M_i}{Q_i^2} &= 0 \\
 \Leftrightarrow \frac{1}{2} h_i - \frac{D_i}{Q_i^2} (B_i + S_o_i M_i) &= 0 \\
 \Leftrightarrow \frac{1}{2} h_i &= \frac{D_i}{Q_i^2} (B_i + S_o_i M_i) \\
 \Leftrightarrow h_i Q_i^2 &= 2 D_i (B_i + S_o_i M_i) \\
 \Leftrightarrow Q_i^2 &= \frac{2 D_i (B_i + S_o_i M_i)}{h_i} \\
 \Leftrightarrow Q_i^* &= \pm \sqrt{\frac{2 D_i (B_i + S_o_i M_i)}{h_i}}
 \end{aligned}$$

Dalam hal ini, nilai Q yang digunakan bernilai positif karena jumlah pemesanan yang dilakukan selalu bernilai positif, sehingga :

$$Q_i^* = \sqrt{\frac{2 D_i (B_i + S_o_i M_i)}{h_i}} \quad (4.4)$$

Untuk meminimumkan nilai dari r , persamaan (4.3) diturunkan terhadap r_i kemudian disamakan dengan nol maka :

$$\frac{\partial E[Tc]}{\partial r_i} = 0$$

$$\Leftrightarrow h_i - \frac{S_o i D_i \int_r^\infty f(x) dx}{Q_i} = 0$$

$$\Leftrightarrow h_i = \frac{S_o i D_i \int_r^\infty f(x) dx}{Q_i}$$

$$\Leftrightarrow h_i Q_i = S_o i D_i \int_r^\infty f(x) dx$$

$$\Leftrightarrow \int_r^\infty f(x) dx = \frac{h_i Q_i}{S_o i D_i}$$

Misal $\alpha_i = \int_r^\infty f(x) dx$, maka

$$\alpha_i = \frac{h_i Q_i}{S_o i D_i}$$

dengan α_i merupakan nilai *critical ratio* yaitu titik kritis yang dapat dilihat pada tabel distribusi normal standar.

Karena $r = SS_i + \mu_{L_i}$ dan $SS_i = Z_\alpha \sigma_{L_i}$ maka

$$r_i = Z_\alpha \sigma_{L_i} + \mu_{L_i}$$

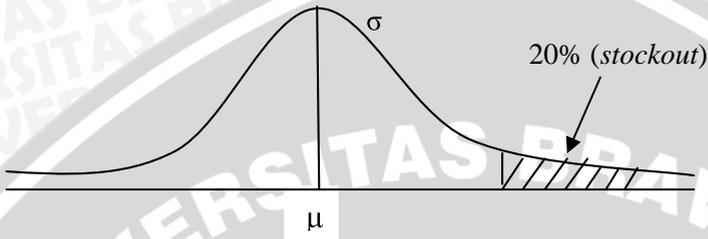
dengan nilai Z_α dapat dilihat pada tabel distribusi normal standar.

Hal yang perlu diperhatikan dalam persediaan barang dengan jumlah permintaan yang tidak tetap adalah terjadinya kekurangan persediaan barang (*stockout*) atau sebaliknya terjadinya kelebihan barang (*over stock*) pada saat *lead time*.

Kekurangan persediaan dapat diatasi dengan persediaan pengaman atau *safety stock*. Akan tetapi adanya *safety stock* akan menimbulkan jenis biaya lain, yaitu biaya simpan persediaan pengaman.

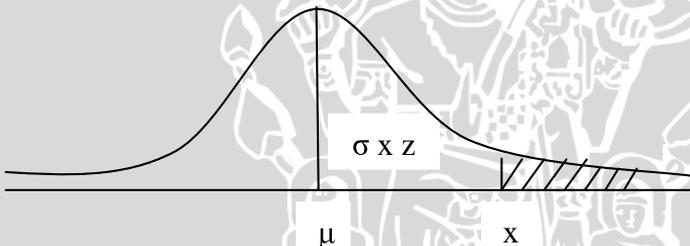
Hubungan antara *safety stock* dan *stock out* serta hubungan keduanya dengan kurva normal adalah semakin besar *safety stock* maka kemungkinan terpenuhinya permintaan semakin besar, dan itu berarti kemungkinan terjadinya kehabisan persediaan atau *stockout*

akan semakin kecil atau hubungannya terlihat pada contoh Gambar 4.1, luas yang diarsir dalam Gambar 4.1 akan semakin kecil.



Gambar 4.1 Grafik Kurva dengan 20% *stockout*

Beberapa nilai faktor keamanan dengan berbagai tingkat kemungkinan terjadi kekurangan barang. Dalam penentuan *safety stock*, nilai Z adalah faktor keamanan atau *safety factor*.

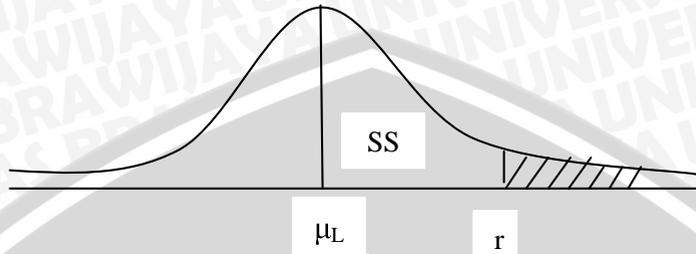


Gambar 4.2 Kurva Normal vs Persediaan Pengaman

Jika disatukan Gambar 4.2 dan 4.3 maka *reorder point* adalah X , SS (*safety stock*) adalah $Z\sigma$ dan μ_L (rata-rata permintaan selama *lead time*) adalah μ sehingga :

$$X = \mu + Z\sigma \Rightarrow r = SS + \mu_L$$

Di mana *reorder point* dapat dicari dengan menambahkan *safety stock* dengan rata-rata permintaan selama *lead time*



Gambar 4.3 *Reorder point* vs Persediaan Pengaman

Hubungan antara *reorder point* dengan *safety stock* adalah $r = SS + \mu_L$, di mana μ_L adalah rata-rata permintaan selama *lead time* dan μ_L dapat dicari dengan mengalikan rata-rata permintaan μ dengan *lead time*.

Penentuan *service level* (Z_α) bertujuan untuk mendapatkan nilai *safety stock* yang optimal sehingga dapat mempengaruhi model dalam meminimalkan total biaya. Nilai variabel keputusan yang optimum didapat dari hasil turunan pertama terhadap masing-masing variabel.

Dalam skripsi ini kekurangan produk (*stockout*) diperbolehkan, dan *demand* produk diasumsikan mengikuti distribusi normal setelah diuji normalitasnya dengan standar deviasi pada saat *lead time* adalah σ dan *reorder point* dituliskan sebagai $r_i = Z_\alpha \sigma_{L_i} + \mu_{L_i}$, di mana Z_α adalah *safety factor*. *Density function* ($f(Z_\alpha)$) untuk distribusi normal dituliskan sebagai

$$f(x) = \frac{1}{\sqrt{2\pi}} e^{-\frac{1}{2}x^2}, \quad -\infty < x < \infty$$

Sehingga

$$\phi(z_\alpha) = \frac{1}{\sqrt{2\pi}} e^{-\frac{1}{2}z_\alpha^2}, \quad -\infty < z_\alpha < \infty$$

Ekspektasi dari kekurangan produk (*stockout*) dihitung berdasarkan *stockout* per siklus dan *stockout* per unit. Kekurangan persediaan terjadi ketika jumlah permintaan selama *lead time* (X) lebih besar dari tingkat persediaan pada saat pemesanan dilakukan (r), pada

batas $X = r$ sampai $x = \infty$. Sehingga ekspektasi kekurangan per siklus dinyatakan dengan

$$M = E(X - r) = \int_r^{\infty} (x - r)f(x)dx \quad (4.5)$$

Dengan mensubstitusikan $r = Z_{\alpha}\sigma_L + \mu_L$, ke dalam persamaan (4.5) didapat

$$\begin{aligned} E(X - r) &= \int_r^{\infty} (x - (Z_{\alpha}\sigma_{L_i} + \mu_{L_i}))f(x)dx \\ &= \frac{\sigma_{L_i}}{\sigma_{L_i}} \int_{Z_{\alpha}\sigma_{L_i} + \mu_{L_i}}^{\infty} (x - (Z_{\alpha}\sigma_{L_i} + \mu_{L_i}))f(x)dx \\ &= \sigma_{L_i} \int_{Z_{\alpha}\sigma_{L_i} + \mu_{L_i}}^{\infty} \frac{(x - (Z_{\alpha}\sigma_{L_i} + \mu_{L_i}))}{\sigma_{L_i}} f(x)dx \\ &= \sigma_{L_i} \int_{Z_{\alpha}\sigma_{L_i} + \mu_{L_i}}^{\infty} \frac{(x - \mu_{L_i} - Z_{\alpha}\sigma_{L_i})}{\sigma_{L_i}} f(x)dx \\ &= \sigma_{L_i} \int_{Z_{\alpha}\sigma_{L_i} + \mu_{L_i}}^{\infty} \left(\frac{x - \mu_{L_i}}{\sigma_{L_i}} - Z_{\alpha} \right) f(x)dx \end{aligned} \quad (4.6)$$

Diasumsikan sebuah peubah acak X berdistribusi normal

$$X \sim N(\mu_L, \sigma_L^2)$$

dan

$$f(x) = \frac{1}{\sqrt{2\pi\sigma_L^2}} e^{-\frac{(x-\mu_L)^2}{2\sigma_L^2}}, \quad -\infty < x < \infty$$

sehingga

$$f(z) = \frac{1}{\sqrt{2\pi\sigma^2}} e^{-\frac{1}{2}z^2} \quad (4.7)$$

dengan

$$z = \frac{x - \mu_L}{\sigma_L}, dz = \frac{dx}{\sigma_L}, dx = \sigma_L dz$$

Maka persamaan (4.6) dapat ditulis sebagai berikut :

$$E(X - r) = \sigma_{L_i} \int_{z_\alpha}^{\infty} (z - z_\alpha) f(z) \sigma_{L_i} dz$$
$$E(X - r) = \sigma_{L_i}^2 \int_{z_\alpha}^{\infty} (z - z_\alpha) f(z) dz \quad (4.8)$$

Pada distribusi normal luas di bawah kurva sama dengan 1 atau dengan kata lain :

$$\int_{-\infty}^{\infty} f(z) dz = 1$$
$$\int_{-\infty}^{z_\alpha} f(z) dz + \int_{z_\alpha}^{\infty} f(z) dz = 1$$
$$\int_{z_\alpha}^{\infty} f(z) dz = 1 - \int_{-\infty}^{z_\alpha} f(z) dz$$

Misal

$$\int_{-\infty}^{z_\alpha} f(z) dz = \Phi(z_\alpha) \quad (4.9)$$

Dengan mensubstitusikan persamaan (4.7) dan (4.9) ke persamaan (4.8), didapatkan:

$$\begin{aligned}
E(X - r) &= \sigma_{L_i}^2 \int_{z_\alpha}^{\infty} (z - z_\alpha) f(z) dz \\
&= \sigma_{L_i}^2 \int_{z_\alpha}^{\infty} (zf(z) - z_\alpha f(z)) dz \\
&= \sigma_{L_i}^2 \left(\int_{z_\alpha}^{\infty} zf(z) dz - \int_{z_\alpha}^{\infty} z_\alpha f(z) dz \right) \\
&= \sigma_{L_i}^2 \left(\int_{z_\alpha}^{\infty} zf(z) dz - z_\alpha \left(1 - \int_{-\infty}^{z_\alpha} f(z) dz \right) \right) \\
&= \sigma_{L_i}^2 \left(\int_{z_\alpha}^{\infty} zf(z) dz - z_\alpha (1 - \Phi(z_\alpha)) \right) \\
&= \sigma_{L_i}^2 \left(\int_{z_\alpha}^{\infty} z \frac{1}{\sqrt{2\pi\sigma_{L_i}^2}} e^{-\frac{1}{2}z^2} dz - z_\alpha (1 - \Phi(z_\alpha)) \right) \\
&= \sigma_{L_i}^2 \left(\lim_{a \rightarrow \infty} \int_{z_\alpha}^a z \frac{1}{\sqrt{2\pi\sigma_{L_i}^2}} e^{-\frac{1}{2}z^2} dz - z_\alpha (1 - \Phi(z_\alpha)) \right) \\
&= \sigma_{L_i}^2 \left(\lim_{a \rightarrow \infty} \left. \frac{1}{\sqrt{2\pi\sigma_{L_i}^2}} e^{-\frac{1}{2}z^2} \right|_{z_\alpha}^a - z_\alpha (1 - \Phi(z_\alpha)) \right)
\end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
&= \sigma_{L_i}^2 \left(\left(0 + \frac{1}{\sqrt{2\pi\sigma_{L_i}^2}} e^{-\frac{1}{2}z_\alpha^2} \right) - z_\alpha(1 - \Phi(z_\alpha)) \right) \\
&= \sigma_{L_i}^2 \left(\frac{1}{\sqrt{2\pi\sigma_{L_i}^2}} e^{-\frac{1}{2}z_\alpha^2} - z_\alpha(1 - \Phi(z_\alpha)) \right) \\
&= \sigma_{L_i} [\phi(z_\alpha) - z_\alpha(1 - \Phi(z_\alpha))] \tag{4.10}
\end{aligned}$$

ϕ adalah *standard normal density* dan Φ adalah *cumulative normal density*. Ekspektasi biaya kekurangan tahunan $E\{C_{S_i}\}$ untuk i item dapat dituliskan sebagai berikut:

$$E[C_{S_i}] = \left[\frac{S_{O_i} D_i}{Q_i} \right] [\sigma_{L_i} (\phi(z_\alpha) - z_\alpha(1 - \Phi(z_\alpha)))]$$

Dari persamaan di atas diketahui :

$$\begin{aligned}
M_i &= \sigma_{L_i} [\phi(z_\alpha) - z_\alpha(1 - \Phi(z_\alpha))] \\
&= \sigma_{L_i} \phi(z_\alpha) - (\sigma_{L_i} z_\alpha (1 - \Phi(z_\alpha)))
\end{aligned}$$

Karena $r_i = Z_\alpha \sigma_{L_i} + \mu_{L_i}$, maka

$$\begin{aligned}
M_i &= \sigma_{L_i} \phi(z_\alpha) - \left(\sigma_{L_i} \frac{\mu_{L_i} - r_i}{\sigma_{L_i}} (1 - \Phi(z_\alpha)) \right) \\
&= \sigma_{L_i} \phi(z_\alpha) - ((\mu_{L_i} - r_i)(1 - \Phi(z_\alpha))) \\
&= \sigma_{L_i} \phi(z_\alpha) - ((\mu_{L_i} - r_i)G(z_\alpha)) \\
&= \\
&\sigma_{L_i} \left[\left(\frac{r_i - \mu_{L_i}}{\sigma_{L_i}} \right) + \sigma_{L_i} \left(\frac{\mu_{L_i} - r_i}{\sigma_{L_i}} \right) G \left(\frac{r_i - \mu_{L_i}}{\sigma_{L_i}} \right) \right] \tag{4.11}
\end{aligned}$$

dengan

$$G(z_\alpha) = 1 - \Phi(z_\alpha) = 1 - \int_{-\infty}^{z_\alpha} f(z) dz = \int_{z_\alpha}^{\infty} f(z) dz$$

Langkah-langkah untuk mencari Q_i^* dan r_i^* optimal secara simultan dihitung dengan melalui beberapa iterasi dengan prosedur perhitungan sebagai berikut :

- 1) Mula-mula dihitung Q_1 dengan rumus :

$$Q_1 = \sqrt{\frac{2DB}{h}}$$

- 2) Dihitung nilai dari r_1 , tetapi sbelumnya dimasukkan nilai Q_1 pada persamaan :

$$\alpha = \frac{hQ_1}{SoD}$$

Kemudian dimasukkan nilai α pada persamaan :

$$r = Z_\alpha \sigma_L + \mu_L$$

- 3) Dihitung nilai $M(r_i)$, dimasukkan nilai r_1 ke persamaan :

$$M(r_i) = \sigma_L \square \left(\frac{r - \mu_L}{\sigma_L} \right) + \sigma_L \left(\frac{\mu_L - r}{\sigma_L} \right) G \left(\frac{r - \mu_L}{\sigma_L} \right)$$

$M(r_i)$ digunakan untuk mendapatkan Q_2 dalam persamaan :

$$Q_i^* = \sqrt{\frac{2D_i(B_i + So_i M_i)}{h_i}}$$

- 4) Dihitung nilai r_2 seperti pada langkah ke dua.
- 5) Cara ini dilanjutkan sampai nilai Q_i^* dan r_i^* menuju satu harga tertentu yang tidak berubah, artinya konvergen menuju harga tertentu sehingga didapat Q_i^* dan r_i^* optimal.

4.5 Model Persediaan Probabilistik Berkendala (Model (Q,r)) dengan “Back Order Policy”

Dalam mencari jumlah pemesanan (Q) optimal dan *reorder point* (r), fungsi tujuan dari model (Q,r) adalah meminimumkan biaya total persediaan (Tc). Model persediaan probabilistik dengan kendala secara garis besar terdiri dari dua fungsi yaitu fungsi tujuan dan fungsi kendala. Dalam kasus ini fungsi tujuannya adalah meminimalkan total biaya persediaan sedangkan fungsi kendalanya adalah fungsi anggaran pembelian yang terbatas dan kapasitas penyimpanan yang terbatas. Dalam sistem persediaan *multi item*, biaya persediaan total per tahun diestimasikan dari penjumlahan biaya total pertahun dari masing- masing item yang ada dalam sistem. Bila terdapat n item dalam sistem maka model penyelesaian biaya total permasalahan ini akan diuraikan sebagai berikut :

Fungsi tujuan :

$$E\{Tc_i\} = \sum_{i=1}^n \left(D_i p_i + \frac{B_i D_i}{Q_i} + h_i \left[\frac{1}{2} Q_i + r_i - \mu_i \right] + \left[\frac{S_{o_i} D_i}{Q_i} \right] M_i \right) \quad (4.12)$$

1. Bila terdapat keterbatasan modal yang tersedia , di mana jumlah item yang dibeli tidak boleh melebihi kapasitas area penyimpanan yang tersedia (K), maka berlaku persamaan berikut:

Fungsi kendala :

$$f = \sum_{i=1}^n k_i Q_i \leq K \quad (4.13)$$

dengan :

k_i : Kebutuhan area penyimpanan untuk setiap unit bahan baku item i

K : Kapasitas area penyimpanan yang tersedia

Q_i : Jumlah pemesanan item i

2. Bila terdapat keterbatasan modal yang tersedia , dimana jumlah item yang dibeli tidak boleh melebihi anggaran pembelian yang tersedia (A), maka berlaku persamaan berikut:

Fungsi kendala :

$$f = \sum_{i=1}^n p_i Q_i \leq A \quad (4.14)$$

dengan :

- p_i : Biaya pembelian untuk setiap unit bahan baku item i
- A : Anggaran pembelian yang tersedia
- Q_i : Jumlah pemesanan item i

Misalkan Pengali Lagrange adalah λ maka persamaan (4.13), (4.14), dan (4.15) di atas jika diselesaikan dengan metode Pengali Lagrange akan menjadi :

$$L(Q_i, r_i, \lambda_1, \lambda_2) = \sum_{i=1}^n \left[D_i p_i + \frac{B_i D_i}{Q_i} + h_i \left[\frac{1}{2} Q_i + r_i - \mu_i \right] + \left[\frac{S_o_i D_i}{Q_i} \right] M_i \right] + \lambda_1 [(k_i Q_i) - K] + \lambda_2 [(p_i Q_i) - A] \quad (4.15)$$

atau dapat ditulis :

$$L(Q_i, r_i, \lambda_1, \lambda_2) = \sum_{i=1}^n \left[D_i p_i + \frac{B_i D_i}{Q_i} + h_i \left[\frac{1}{2} Q_i + r_i - \mu_i \right] + \left[\frac{S_o_i D_i}{Q_i} \right] \int_r^{\infty} (x - r) f(x) dx \right] + \lambda_1 [(k_i Q_i) - K] + \lambda_2 [(p_i Q_i) - A] \quad (4.16)$$

Dengan menggunakan syarat Kuhn-Tucker diperoleh :

- a. $\lambda \geq 0$
- b. Jika persamaan (4.15) diturunkan terhadap Q_i kemudian disamadengankan nol maka diperoleh nilai dari Q_i , yaitu :

$$\begin{aligned}
\frac{\partial L(Q_i, r_i, \lambda_1, \lambda_2)}{\partial Q_i} &= 0 \\
\Leftrightarrow -\frac{B_i D_i}{Q_i^2} + \frac{1}{2} h_i - \frac{S_o_i D_i M_i}{Q_i^2} + \lambda_1 k_i + \lambda_2 p_i &= 0 \\
\Leftrightarrow \frac{1}{2} h_i + \lambda_1 k_i + \lambda_2 p_i - \frac{D_i}{Q_i^2} (B_i + S_o_i M_i) &= 0 \\
\Leftrightarrow \frac{1}{2} h_i + \lambda_1 k_i + \lambda_2 p_i &= \frac{D_i}{Q_i^2} (B_i + S_o_i M_i) \\
\Leftrightarrow Q_i^2 \left(\frac{1}{2} h_i + \lambda_1 k_i + \lambda_2 p_i \right) &= D_i (B_i + S_o_i M_i) \\
\Leftrightarrow Q_i^2 &= \frac{2(D_i (B_i + S_o_i M_i))}{h_i + \lambda_1 k_i + \lambda_2 p_i} \\
\Leftrightarrow Q_i^* &= \pm \sqrt{\frac{2(D_i (B_i + S_o_i M_i))}{h_i + \lambda_1 k_i + \lambda_2 p_i}}
\end{aligned}$$

Dalam hal ini, nilai Q yang digunakan bernilai positif karena jumlah pemesanan yang dilakukan selalu bernilai positif, sehingga :

$$Q_i^* = \sqrt{\frac{2(D_i (B_i + S_o_i M_i))}{h_i + \lambda_1 k_i + \lambda_2 p_i}} \quad (4.17)$$

- c. Jika persamaan (4.16) diturunkan terhadap r_i kemudian disamadengankan nol maka diperoleh nilai dari r_i , yaitu :

$$\begin{aligned}
\frac{\partial L(Q_i, r_i, \lambda_1, \lambda_2)}{\partial r_i} &= 0 \\
\Leftrightarrow h_i - \frac{S_o_i D_i \int_r^\infty f(x) dx}{Q_i} &= 0
\end{aligned}$$

$$\Leftrightarrow h_i = \frac{S_{o_i} D_i \int_r^\infty f(x) dx}{Q_i}$$

$$\Leftrightarrow h_i Q_i = S_{o_i} D_i \int_r^\infty f(x) dx$$

$$\Leftrightarrow \int_r^\infty f(x) dx = \frac{h_i Q_i}{S_{o_i} D_i}$$

Misal $\alpha_i = \int_r^\infty f(x) dx$, maka

$$\alpha_i = \frac{h_i Q_i}{S_{o_i} D_i}$$

dengan α_i merupakan nilai *critical ratio* yang dapat dilihat pada tabel distribusi normal standar.

Karena $r_i = SS_i + \mu_{L_i}$ dan $SS_i = Z_\alpha \sigma_{L_i}$ maka

$$r_i = Z_\alpha \sigma_{L_i} + \mu_{L_i}$$

dengan nilai Z_α dapat dilihat pada tabel distribusi normal standar.

- d. Jika persamaan (4.16) diturunkan terhadap λ_1 kemudian disamadengankan nol maka diperoleh nilai dari K , yaitu :

$$\begin{aligned} \frac{\partial L(Q_i, r_i, \lambda_1, \lambda_2)}{\partial \lambda_1} &= 0 \\ \sum_{i=1}^n (k_i Q_i) - K &= 0 \\ \sum_{i=1}^n k_i Q_i &= K \end{aligned} \quad (4.18)$$

- e. Jika persamaan (4.16) diturunkan terhadap λ_2 kemudian disamadengankan nol maka diperoleh nilai dari A , yaitu :

$$\frac{\partial L(Q_i, r_i, \lambda_1, \lambda_2)}{\partial \lambda_2} = 0$$

$$\sum_{i=1}^n (p_i Q_i) - A = 0$$

$$\sum_{i=1}^n p_i Q_i = A \quad (4.19)$$

f. Jika terdapat kendala kapasitas ruang penyimpanan $\sum_{i=1}^n k_i Q_i \leq K$, maka kendala terlebih dahulu diubah dalam bentuk $\sum_{i=1}^n k_i Q_i = K$ sehingga

$$\lambda_1 \left[\sum_{i=1}^n k_i Q_i - K \right] = 0 \quad (4.20)$$

g. Jika terdapat kendala anggaran pembelian $\sum_{i=1}^n p_i Q_i \leq A$, maka kendala terlebih dahulu diubah dalam bentuk $\sum_{i=1}^n p_i Q_i = A$ sehingga

$$\lambda_2 \left[\sum_{i=1}^n p_i Q_i - A \right] = 0 \quad (4.21)$$

Dari persamaan (4.20) dan (4.21) didapatkan :

$$\lambda_1 \left[\sum_{i=1}^n k_i Q_i - K \right] = \lambda_2 \left[\sum_{i=1}^n p_i Q_i - A \right]$$

$$\lambda_2 = \frac{\lambda_1 [\sum_{i=1}^n k_i Q_i - K]}{[\sum_{i=1}^n p_i Q_i - A]} \quad (4.22)$$

Karena $\lambda_i \geq 0$ maka terdapat empat kemungkinan, yaitu :

1. $\lambda_1 = 0$ dan $\lambda_2 = 0$
2. $\lambda_1 = 0$ dan $\lambda_2 > 0$
3. $\lambda_1 > 0$ dan $\lambda_2 = 0$

4. $\lambda_1 > 0$ dan $\lambda_2 > 0$.

Jika setiap kemungkinan disubstitusikan ke persamaan (4.22), maka ada dua kemungkinan yang memenuhi :

1. $\lambda_1 = 0$ dan $\lambda_2 = 0$
2. $\lambda_1 > 0$ dan $\lambda_2 > 0$.

Misal

$$g_1 = \sum_{i=1}^n k_i Q_i \quad \text{dan} \quad g_2 = \sum_{i=1}^n p_i Q_i$$

di mana :

$$\lambda_1 = 0 \text{ jika } g_1 - K < 0, \quad \lambda_2 = 0 \text{ jika } g_2 - A = 0,$$

$$\lambda_1 > 0 \text{ jika } g_1 - K = 0, \quad \lambda_2 > 0 \text{ jika } g_2 - A = 0.$$

Dari persamaan (4.17), nilai Q_i dapat diperoleh dari rumus :

$$Q_i^* = \sqrt{\frac{2(D_i(B_i + S_o_i M_i))}{h_i + \lambda_1 k_i + \lambda_2 p_i}}$$

Penggantian Q_i^* pada persamaan (4.20) dan (4.21), diperoleh persamaan sebagai berikut :

$$\lambda_1 = \left[\sum_{i=1}^n \sqrt{\frac{2(D_i(B_i + S_o_i M_i))k_i^2}{h_i + \lambda_1 k_i + \lambda_2 p_i}} - K \right] = 0$$

$$\lambda_2 = \left[\sum_{i=1}^n \sqrt{\frac{2(D_i(B_i + S_o_i M_i))p_i^2}{h_i + \lambda_1 k_i + \lambda_2 p_i}} - A \right] = 0.$$

Setelah disubstitusikan ke persamaan (4.17) diketahui jika $\lambda_1 = 0$ dan $\lambda_2 = 0$ maka diperoleh hasil yang sama dengan model persediaan probabilistik tanpa kendala sehingga digunakan kemungkinan 2 dengan menggunakan *trial and error* nilai λ yang sesuai. Dengan mencoba menggabungkan kombinasi nilai yang berbeda dari λ_1 dan λ_2 , memungkinkan untuk menentukan jumlah optimal Q_i^* yang memenuhi persyaratan kondisi yang membatasi g_1 dan g_2 .

Langkah-langkah untuk mencari Q^* dan r^* optimal secara simultan dihitung dengan melalui beberapa iterasi dengan prosedur perhitungan sebagai berikut :

- 1) Mula-mula dihitung Q_1 dengan rumus :

$$Q_1 = \sqrt{\frac{2DB}{h}}$$

- 2) Dihitung nilai dari r_1 , tetapi sbelumnya dimasukkan nilai Q_1 pada persamaan :

$$\alpha = \frac{hQ_1}{SoD}$$

Kemudian dimasukkan nilai α pada persamaan :

$$r = Z_\alpha \sigma_L + \mu_L$$

- 3) Dihitung nilai $M(r_i)$, dimasukkan nilai r_1 ke persamaan :

$$M(r_i) = \sigma_L \left[\left(\frac{r - \mu_L}{\sigma_L} \right) + \sigma_L \left(\frac{\mu_L - r}{\sigma_L} \right) G \left(\frac{r - \mu_L}{\sigma_L} \right) \right]$$

$M(r_i)$ digunakan untuk mendapatkan Q_2 dalam persamaan :

$$Q_i^* = \sqrt{\frac{2(D_i(B_i + So_i M_i))}{h_i + \lambda_1 k_i + \lambda_2 p_i}}$$

- 4) Dihitung nilai r_2 seperti pada langkah kedua.
- 5) Cara ini dilanjutkan sampai nilai Q_i^* dan r_i^* menuju satu harga tertentu yang tidak berubah, artinya konvergen menuju harga tertentu sehingga didapat Q_i^* dan r_i^* optimal.

Setelah didapatkan nilai Q_i^* dan r_i^* optimal akan dicari kapasitas ruang penyimpanan dan anggaran pembelian untuk masing-masing item dengan cara :

- 1) Dihitung nilai K untuk masing-masing item dengan memasukkan nilai Q_i ke persamaan :

$$\sum_{i=1}^n k_i Q_i = K$$

- 2) Dihitung nilai A untuk masing-masing item dengan memasukkan nilai Q_i ke persamaan :

$$\sum_{i=1}^n p_i Q_i = A.$$

4.3 Simulasi Model Persediaan

Untuk simulasi dilakukan studi pada CV. Reza Abadi di mana perusahaan ini bergerak di bidang *furniture*. Adapun masalah yang dihadapi oleh perusahaan adalah meminimalkan biaya persediaan setiap enam bulan dengan kendala kapasitas area sebesar 700 m² dan anggaran pembelian sebesar Rp 300 juta. Data-data yang diperoleh dari perusahaan secara ringkas dapat dilihat pada Lampiran 1. Untuk menyelesaikan masalah ini, pertama-tama dilakukan pengujian normalitas data permintaan untuk menentukan distribusi di mana hasil pengujian ini dapat dilihat pada Lampiran 2. Dari data ini kemudian disimulasikan dengan model persediaan berkendala dan tanpa kendala. Hasil Q dan r dari kedua model yang telah didapat merupakan solusi sementara yang selanjutnya akan diperiksa apakah hasil penghitungan memenuhi kendala atau tidak. Jika Q dan r memenuhi kendala maka pemmasalahan selesai, hasil yang sementara tadi menjadi solusi yang optimal. Sebaliknya apabila solusi sementara Q dan r yang didapat tidak memenuhi kendala maka hasil penghitungan tersebut tidak terpakai. Dari perbandingan hasil Q dan r kan didapatkan solusi terbaik dalam meminimalkan biaya persediaan pada perusahaan.

4.3.1 Menguji Normalitas Data

Data interval/rasio harus diuji normalitas sebelum dianalisis untuk menentukan jenis uji parametrik atau non parametrik. Hal ini bertujuan untuk melihat apakah sebaran data mengikuti pola seperti kurva normal dengan cara membandingkan

data empirik dengan data ideal. Taraf kepercayaan (signifikansi) yang akan dipakai dalam proses pengambilan keputusan $\alpha = 5\%$ sehingga nilai probabilitas (P) batasannya : $P = 0,05$. Prinsipnya membandingkan antara distribusi data yang didapat (*observed*) dengan data normal (*expected*). Terlihat pada Lampiran 2, hasil uji $P > 0,05$ menunjukkan bahwa tidak ada perbedaan antara kedua distribusi data tersebut sehingga dikatakan distribusi data yang didapat adalah normal.

4.3.2 Mencari Nilai *Mean* dan Standar Deviasi selama *Lead Time*

Lead time adalah 14 hari, sehingga nilai *mean* dan standar deviasi permintaan selama *lead time* dihitung dengan menggunakan hasil setiap *mean* dan standar deviasi pada Lampiran 2 dikalikan *lead time*. Hasil perhitungan selengkapnya dapat dilihat pada Tabel 4.1.

Tabel 4.1 *Mean* dan Standar Deviasi selama *Lead Time*

Nama Barang	μ_L	σ_L
Kusen pintu	149,94	13,25
Daun pintu	149,94	13,25
Meja TV	168,56	13,75
Tempat tidur no.3	151,65	11,44
Meja rias + kursi	164,5	14,89

Sumber : Pengolahan data dengan program *Excel*

Dari tabel terlihat bahwa nilai *mean* permintaan kusen pintu selama *lead time* adalah 149,94 sedangkan nilai standar deviasi permintaan kusen pintu selama *lead time* adalah 13,25 dan seterusnya.

4.3.3 Hasil Penghitungan Model Persediaan Probabilistik Tanpa Kendala (Model (Q,r))

Menurut hasil perhitungan Q dan r pada Lampiran 5, kapasitas area penyimpanan dan anggaran pembelian dapat dilihat pada Tabel 4.2.

Tabel 4.2 Kapasitas Area Penyimpanan dan Anggaran Pembelian (1)

i	Q_i	k_i	p_i	K_i	A_i
1	96	1,6	250000	153,6	24000000
2	86	1,6	50000	137,6	4300000
3	137	1,125	750000	15,4125	102750000
4	86	2,5	750000	215	64500000
5	95	1	650000	95	61750000
Jumlah				755,325	257300000

Sumber : Pengolahan data dengan program *Excel*

Dari tabel terlihat bahwa untuk jumlah pemesanan sejumlah 96 kusen pintu dengan kebutuhan area $1,6 \text{ m}^2$ maka kapasitas areanya $153,6 \text{ m}^2$ sedangkan pemesanan sejumlah 80 kusen pintu dengan harga pembelian Rp 250.000,00 maka anggaran pembeliannya Rp 24.000.000,00 dan seterusnya.

Dari seluruh penghitungan dengan model (Q,r) tanpa kendala untuk semua bahan baku maka diperoleh jumlah kuantitas pemesanan optimal (Q) serta perhitungan total biaya pembelian dan kapasitas area yang dapat dilihat pada Tabel 4.1.

Dari penghitungan diperoleh total biaya pembelian untuk seluruh bahan baku sebesar Rp 257.300.000,00 dan kebutuhan area penyimpanan sebesar $755,325 \text{ m}^2$ di mana nilai tersebut lebih besar dari anggaran pembelian dan kapasitas area yang tersedia. Hal ini berarti solusi yang diperoleh tidak terpakai karena hanya akan merugikan perusahaan, sehingga untuk menyelesaikan permasalahan digunakan model persediaan berkendala untuk mendapatkan solusi yang optimal.

4.3.4 Hasil Penghitungan Model Persediaan Probabilistik dengan Kendala (Model (Q,r,λ))

Menurut hasil perhitungan Q dan r pada Lampiran 5, kapasitas area penyimpanan dan anggaran pembelian dapat dilihat pada Tabel 4.3.

Tabel 4.3 Kapasitas Area Penyimpanan dan Anggaran Pembelian (2)

i	Q_i	k_i	p_i	K_i	A_i
1	34	1,6	250000	54,4	8500000
2	29	1,6	50000	46,4	1450000
3	23	1,125	750000	25,875	17250000
4	24	2,5	750000	60	18000000
5	31	1	650000	31	20150000
Jumlah				217,675	65350000

Sumber : Pengolahan data dengan program *Excel*

Dari tabel terlihat bahwa untuk jumlah pemesanan sejumlah 34 kusen pintu dengan kebutuhan area 1,6 m² maka kapasitas areanya 54,4 m² sedangkan pemesanan sejumlah 34 kusen pintu dengan harga pembelian Rp 250.000,00 maka anggaran pembeliannya Rp 8.500.000,00 dan seterusnya.

Proses perhitungan model persediaan berkendala identik dengan penghitungan model persediaan tanpa kendala. Untuk proses penghitungannya yaitu pertama-tama mencari nilai λ dengan *trial and error*, karena terdapat dua kendala yaitu kapasitas area dan anggaran pembelian maka nilai λ yang dicari ada dua yaitu λ_1 dan λ_2 . Dengan menggunakan *trial and error* maka didapatkan nilai λ yang memenuhi yaitu $\lambda_1 = 0,25$ dan $\lambda_2 = 0,375$. Setelah diketahui nilai λ , dapat dihitung nilai Q dan r sesuai dengan langkah-langkah untuk mencari Q dan r optimal pada model persediaan berkendala. Hasil penghitungan selengkapnya dapat dilihat pada Tabel 4.4.

Tabel 4.4 Tabel Jumlah Pemesanan, *Reorder Point*, dan *Safety Stock* untuk Masing-Masing Barang

i	Q	r	SS
1	34	166	2199.5
2	29	167	2212.75
3	23	106	1457.5
4	24	168	1921.92
5	31	184	2739.76
Jumlah	141	791	10531.43

Sumber : Pengolahan data dengan program *Delphi*

Dari tabel terlihat bahwa untuk jumlah pemesanan sejumlah 45 kusen pintu diperlukan 45 hari untuk pemesanan kembali dan diperlukan persediaan pengaman sebanyak 105 kusen pintu dan seterusnya.

Hasil perhitungan di atas dapat digunakan untuk menghitung total biaya persediaan pada model persediaan berkendala dengan menggunakan persamaan 4.12. Hasil penghitungan selengkapnya dapat dilihat pada Tabel 4.5.

Tabel 4.5 Total Biaya Persediaan

i	E[Cp]	E[Co]	E[Ch]	E[Cs]	E[Tc]
1	64250000	151176.5	661200	2078676	67141053
2	12850000	177241.4	789000	3190345	17006586
3	217000000	188478.3	1531800	3769565	219176243
4	195000000	162500	708750	3900000	199771250
5	183000000	227419.4	1050000	4139032	188716452
Jumlah					691811584

Sumber : Pengolahan data dengan program *Excel*

Dari hasil penghitungan dengan model persediaan berkendala didapatkan total biaya pembelian sebesar Rp

257.300.000,00 dan total kebutuhan area penyimpanan sebesar 755,325 m² di mana nilai tersebut lebih kecil dari kendala yang ada, sehingga hasil penghitungan yang didapat merupakan solusi yang optimal dengan total biaya persediaan per 6 bulan dengan model (Q,r,λ) sebesar Rp 691.811.584,00.

4.3.5 Hasil Penghitungan Model Persediaan Menurut Kebijakan Perusahaan

Hasil perhitungan dari Tabel 4.4 dapat digunakan untuk menghitung total biaya persediaan pada model persediaan menurut kebijakan yang dipakai perusahaan seperti terlihat pada Tabel 4.5.

Tabel 4.6 Total Biaya Persediaan Perusahaan

i	E[Cp]	E[Co]	E[Ch]	E[Cs]	E[Tc]
1	64250000	151176.5	4000000	2078676	70479853
2	12850000	177241.4	4900000	3190345	21117586
3	217000000	188478.3	3870000	3769565	224578043
4	195000000	162500	4800000	3900000	203862500
5	183000000	227419.4	6450000	4139032	194116452
Jumlah					714154434

Sumber : Pengolahan data dengan program *Excel*

Jika dibandingkan dengan perencanaan persediaan perusahaan maka model persediaan berkendala menghasilkan total biaya persediaan 6 bulan lebih kecil. Total biaya persediaan per 6 bulan dengan model (Q,r,λ) sebesar Rp 691.811.584,00 sedangkan total biaya persediaan perusahaan sebesar Rp 714.154.434,00 sehingga didapat total penghematan biaya adalah
Rp 714.154.434- Rp 691.811.584 = Rp 22.342.850
atau

$$\frac{22.342.850}{714.154.434} \times 100\% = 3,13\%$$

Dengan demikian, perusahaan dapat menggunakan model persediaan probabilistik berkendala dengan “*back order policy*” untuk mendapatkan hasil yang lebih baik dan optimal sehingga perusahaan akan memperoleh keuntungan yang optimal.

UNIVERSITAS BRAWIJAYA



BAB V KESIMPULAN DAN SARAN

5.1 Kesimpulan

Kesimpulan yang didapat dari penulisan skripsi ini, yaitu :

1. Model-model persediaan probabilistik dengan “*Back Order Policy*”, yaitu :
 - Model persediaan probabilistik tanpa kendala dengan “*Back Order Policy*” diperoleh dari ekspektasi biaya total persediaan yang terdiri dari empat elemen yaitu ekspektasi biaya pembelian ($E[Cp]$), ekspektasi biaya pemesanan ($E[Co]$), ekspektasi biaya penyimpanan ($E[Ch]$), dan ekspektasi biaya kekurangan persediaan atau *stockout* ($E[Cs]$).
 - Model persediaan probabilistik berkendala dengan “*Back Order Policy*” terdiri dari dua fungsi yaitu fungsi tujuan dan fungsi kendala dengan fungsi tujuannya adalah meminimalkan total biaya persediaan sedangkan fungsi anggaran pembelian yang terbatas dan kapasitas penyimpanan yang terbatas.
2. Pengendalian persediaan yang sesuai dengan perusahaan CV. Reza Abadi adalah model persediaan probabilistik berkendala dengan “*back order policy*” di mana hasil yang ditunjukkan lebih baik dibandingkan dengan perencanaan yang digunakan perusahaan selama ini. Hal ini dapat dilihat dari hasil penghitungan didapatkan jumlah pemesanan (Q), *reorder point* (r), dan *safety stock* (SS) yang optimal. Selain itu juga adanya penghematan pada beberapa jenis bahan baku yang dipesan. Total penghematan yang diperoleh dengan menggunakan model persediaan probabilistik berkendala dengan “*back order policy*” adalah sebesar 3,13 % per 6 bulan, sehingga model optimasi ini dapat digunakan sebagai bahan pertimbangan bagi manajemen perusahaan dalam mengadakan persediaan.

5.2 Saran

Saran yang didapat dari penulisan skripsi ini, yaitu :

1. Saran umum

Model yang dikembangkan dalam penulisan ini masih tergolong sederhana. Model ini masih dapat dikembangkan lebih luas lagi dengan mempertimbangkan hal-hal berikut :

- a. Batasan tidak hanya kapasitas ruang penyimpanan dan anggaran pembelian tetapi dapat dikembangkan lebih luas lagi, seperti : jumlah modal terbatas, adanya diskon untuk jenis barang tertentu, dan lain-lain.
- b. Program untuk perhitungan model dapat dikembangkan lagi untuk tingkat permintaan distribusi lain selain distribusi normal.
- c. Perbandingan model ini dengan model kendala yang terpisah untuk masing-masing jenis barang yaitu dengan memberikan bobot kepentingan untuk masing-masing item dalam sistem persediaan misalnya berdasarkan tingkat keuntungan yang didapat dari item yang bersangkutan.

2. Saran untuk perusahaan

Model ini dapat digunakan untuk membantu perusahaan dalam meminimumkan biaya total persediaan. Agar hasil yang didapatkan lebih baik, dapat dipertimbangkan :

- a. Saat pemesanan dilakukan apabila jumlah persediaan yang dimiliki telah mencapai titik pemesanan kembali (*reorder point*).
- b. Harga barang berubah.
- c. Besarnya pemesanan berubah-ubah untuk setiap kali pemesanan.

DAFTAR PUSTAKA

- Amran, Tiena G. 2006. *Perancangan Sistem Informasi Inventori Pergudangan*. Jurusan Teknik Industri Universitas Trisakti. Jakarta
- Assauri, Sofyan. 1980. *Management Produksi*. Lembaga Penerbit Fakultas Ekonomi Universitas Indonesia. Jakarta
- Dixon, Wilfrid J. dan Massey, Frank J., 1991. *Pengantar Analisis Statistik*. Gajah Mada University Press. Yogyakarta
- Endista, Emiyilla. 2010. *Distribusi Probabilitas*. www.berandakami.wordpress.com. diakses pada tanggal 30 September 2010
- Ernawati, Yutik dan Sunarsih. 2008. *Sistem Pengendalian Persediaan Model Probabilistik dengan "Back Order Policy"*. Jurusan Matematika, FMIPA UNDIP
- Hidayanto, Taufik. 2007. *Analisis Perbandingan Pengendalian Persediaan Bahan Baku dengan Pendekatan Model EOQ dan JIT*. Jurusan Teknik Industri Fakultas Teknologi Industri Universitas Pembangunan Nasional. Yogyakarta
- Hiller, Frederick S dan Lieberman, Gerald J. 1995. *Introduction to Operation Research Sixth Edition*. Mc Graw-Hill Book. Singapore
- Levin, R.I., Patrick, C.A., dan Rubin, D.S., 1982. *Quantitative Approach to Management Fifth Edition*. Mc Graw Hill International Book Company. Kogakusha
- Nahmias, Steven. 2001. *Production and Operations Analysis Fourth Edition*. Mc Graw-Hill Higher Education: Singapore

- Panggabean, Mangundur. 2009. *Model Pengendalian Minyak Sawit Mentah (CPO) dengan Menggunakan Metode Q*. Fakultas MIPA Universitas Sumatera Utara. Medan
- Plane, D.R. dan Kochen G.A. 1972. *Operation Research for Managerial Decisions*. Richard D. Irwin Inc. Ontario
- Priyanto, Eko. 2007. *Fisibilitas Penggunaan Metode Economic Order Quantity (EOQ) untuk Mencapai Efisiensi Persediaan BBM pada PT. Kereta api (Persero) Daop IV Semarang*. Fakultas Ekonomi Universitas Negeri Semarang. Semarang
- Ristono, Agus. 2009. *Manajemen Persediaan*. Graha Ilmu. Yogyakarta
- Sukmana, A. 2005. *Model Matematika Sistem Persediaan dengan Pengadaan Darurat*. Integral. Vol.10.No.1 Maret 2005 hal 8-17
- Sumadibrata, Hadi dan Ismail. 2009. *(Q,r) Inventory System with Crashing Lead Time Condition*. Universitas Diponegoro. Semarang
- Sumarningsih, Eni. 2008. *Diktat Teknik Optimasi*. Jurusan Matematika Universitas Brawijaya. Malang
- Soepraptini, dkk. 2008. *Modul Praktikum Statistika Dasar*. Universitas Brawijaya. Malang
- Suyatno. 2009. *Persiapan Analisis Data*. Program S2 Gizi Pascasarjana UNDIP. Semarang
- Walpole, Ronald E. 1992. *Pengantar Statistik Edisi Ketiga*. PT. Gramedia Pustaka Utama. Jakarta

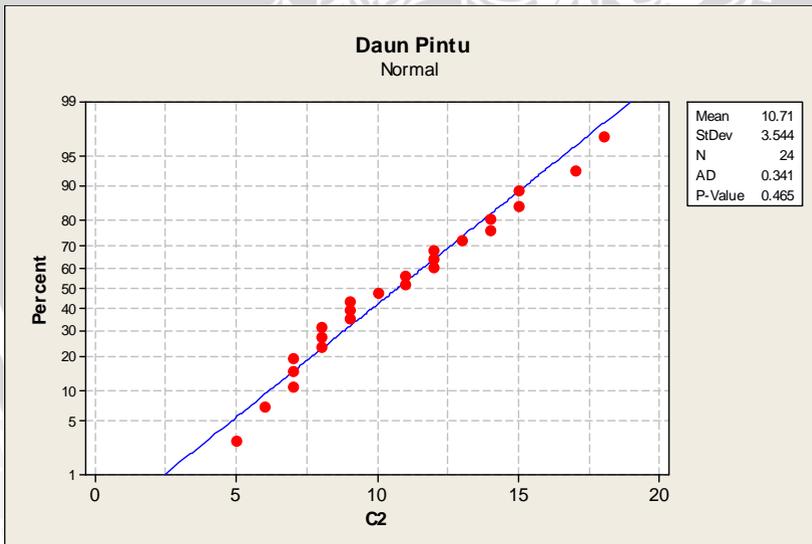
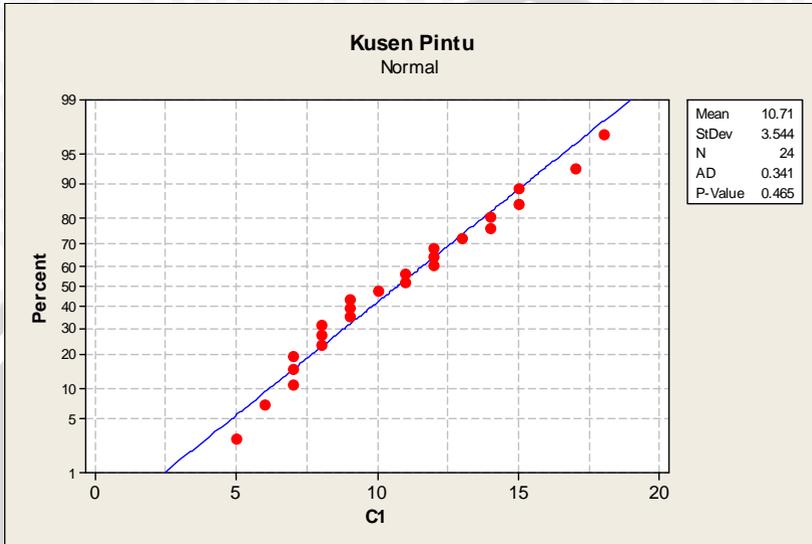
LAMPIRAN

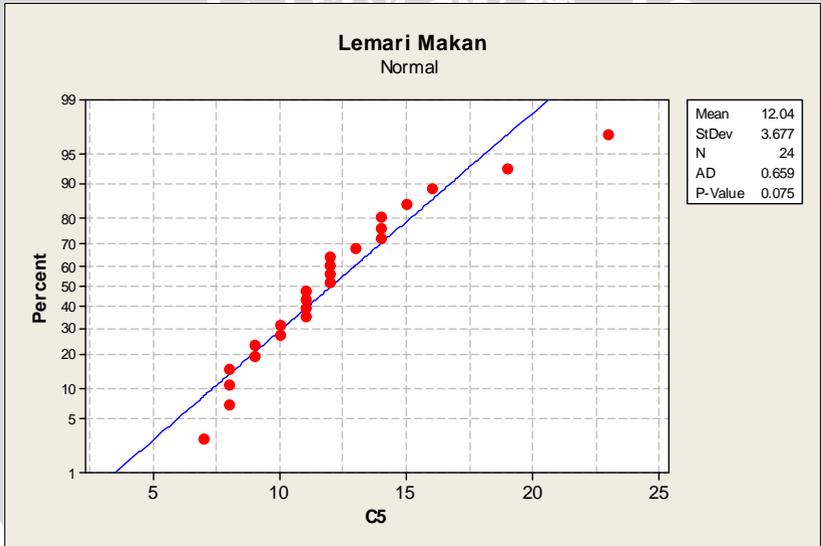
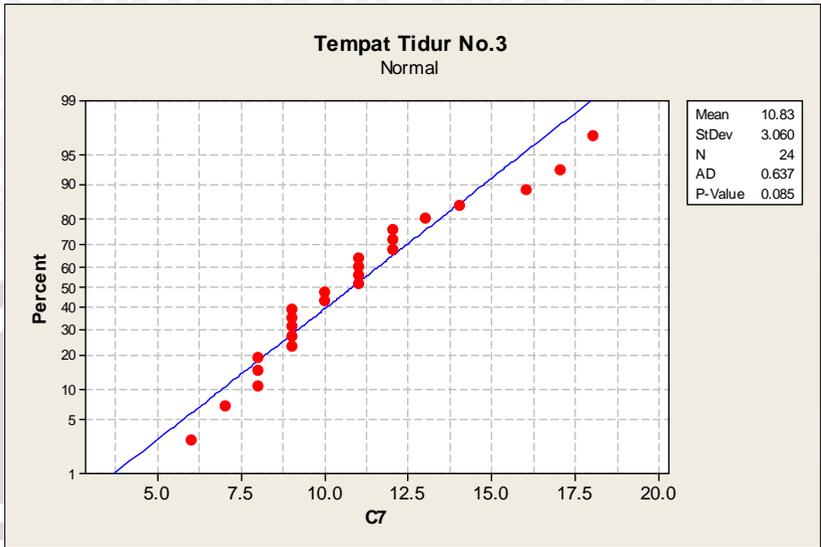
Lampiran 1. Data Jenis Bahan Baku Perusahaan

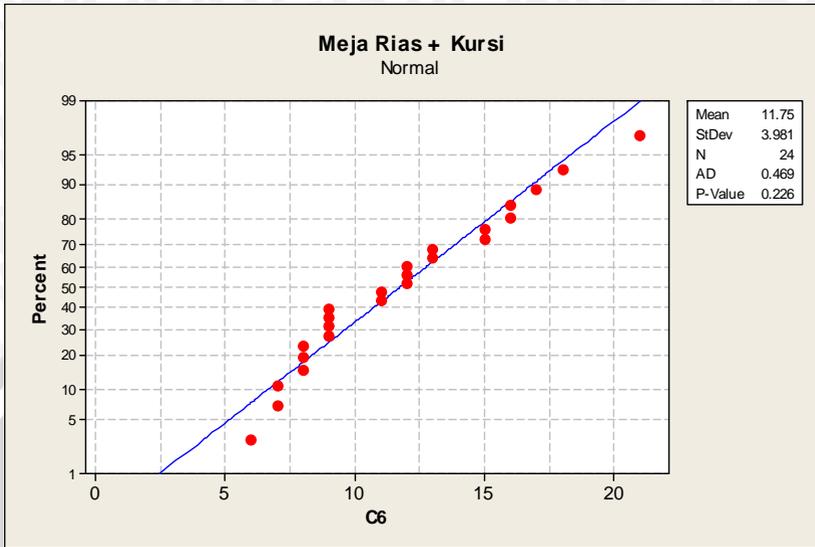
Nama Barang	Jenis	Harga (p)	Biaya Simpan (h)	Biaya <i>Stockout</i> (So)	Biaya Pemesanan (B)	Demand (D)	Kebutuhan Area
Kusen pintu	80cm x 2m	250000	20000	25000	20000	257	16000
Daun pintu	80cm x 2m	50000	25000	30000	20000	257	16000
Meja TV	75cm x 1,5m	750000	30000	25000	15000	289	11250
Tempat tidur no.3	1,25m x 2m	750000	25000	30000	15000	260	25000
Meja rias + kursi	1 m x 1 m	650000	30000	35000	25000	282	10000

Sumber : CV. Reza Abadi

Lampiran 2. Hasil pengujian data dengan $\alpha : 5\%$



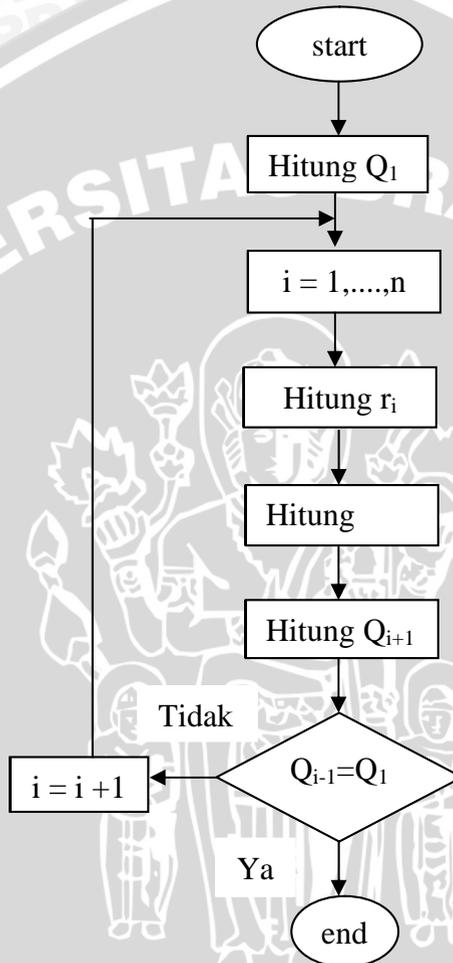




Sumber : Pengolahan data dengan program *Minitab*

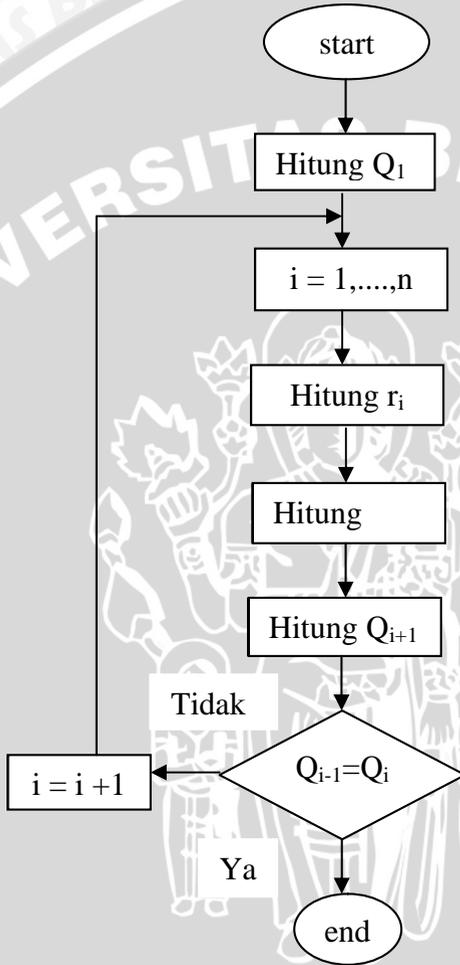


Lampiran 3. Flowchart Model Persediaan Probabilistik Tanpa Kendala (Model (Q,r)) dengan “Back Order Policy”



Dengan $Q_i^* = \sqrt{\frac{2D_i(B_i + S_o M_i)}{h_i}}$.

Lampiran 4. Flowchart Model Persediaan Probabilistik Berkendala (Model (Q,r)) dengan “Back Order Policy”



Dengan $Q_i^* = \sqrt{\frac{2(D_i(B_i + S_o M_i))}{h_i + \lambda_1 k_i + \lambda_2 p_i}}$.

Lampiran 5. Listing Program Model Persediaan Probabilistik Tanpa Kendala (Model (Q,r)) dengan “Back Order Policy”

```
procedure TForm1.BitBtn1Click(Sender: TObject);
var
    bt1, bt2, bt3, min, min1: real;
    i, j, k, ii, jj, kk2, i1, j1: integer;
    Qr, Rr, aa2: string;
    Q, M, r: array [1..1000] of real;
    label lewat1, lewat2;
begin
    D:=StrToFloat(Edit1.Text);
    B:=StrToFloat(Edit2.Text);
    h:=StrToFloat(Edit3.Text);
    So:=StrToFloat(Edit4.Text);
    u:=StrToFloat(Edit5.Text);
    t:=StrToFloat(Edit6.Text);
    Q[1]:=sqrt((2*D*B)/h);
    alpha:=(h*Q[1])/(So*D);
    aa1:=FloatToStr(1-alpha);
    Potong(aa1);
    alpha:=StrToFloat(aa1);
    kk2:=0; ii:=0; jj:=0;
    for i1:=2 to 71 do
        for j1:=2 to 11 do
            begin
                aa2:=StringGrid1.Cells[j1, i1];
                if aa1=aa2 then
                    begin
                        ii:=i1; jj:=j1; kk2:=1;
                        goto lewat1;
                    end;
            end;
        if kk2=0 then
            begin
                min1:=abs((alpha)-
                StrToFloat(StringGrid1.Cells[2, 2]));
                min:=min1;
                for i1:=2 to 71 do
                    for j1:=2 to 11 do
                        begin
```

```

        min1:=abs((alpha)-
StrToFloat(StringGrid1.Cells[j1,i1]));
        if min1<min then
            begin
                min:=min1;ii:=i1; jj:=j1;
            end;
        end;
    end;
    lewat1:
Z:=StrToFloat(StringGrid1.Cells[jj,1])+StrToFloa
t(StringGrid1.Cells[1,ii]);
r[1]:=Z*t+u;
j:=0;k:=0; i:=1;
Qr:=FloatToStr(Q[1]); Rr:=FloatToStr(r[1]);
repeat
    begin
        bt1:=exp(-0.5*sqr((r[i]-u)/t))/sqrt(44/7);
        bt2:=(u-r[i])/t; bt3:=1-bt1;
        M[i]:=t*bt1+t*bt2*bt3;
        Q[i+1]:=sqrt(abs((2*D*(B+So*M[i]))/h));
        i:=i+1;
        alpha:=(h*Q[i])/(So*D);
        aal:=FloatToStr(1-alpha);
        Potong(aal);
        alpha:=StrToFloat(aal);
        kk2:=0;
        for i1:=2 to 71 do
            for j1:=2 to 11 do
                begin
                    aa2:=StringGrid1.Cells[j1,i1];
                    if aal=aa2 then
                        begin
                            ii:=i1; jj:=j1;kk2:=1;
                            goto lewat2;
                        end;
                end;
            end;
        if kk2=0 then
            begin
                min1:=abs((alpha)-
StrToFloat(StringGrid1.Cells[2,2]));
                min:=min1;ii:=2; jj:=2;
                for i1:=2 to 71 do

```

```

        for j1:=2 to 11 do
            begin
                min1:=abs((alpha)-
StrToFloat(StringGrid1.Cells[j1,i1]));
                if min1<min then
                    begin
                        min:=min1;ii:=i1; jj:=j1;
                    end;
                end;
            end;
        lewat2:
Z:=StrToFloat(StringGrid1.Cells[jj,1])+StrToFloa
t(StringGrid1.Cells[1,ii]);
        r[i]:=Z*t+u;
        Qr:=Qr+', '+FloatToStr(Q[i]);
        Rr:=Rr+', '+FloatToStr(r[i]);
        Edit7.Text:=FloatToStr(Q[i]);
        Edit8.Text:=FloatToStr(r[i]);
        QQ1:=Q[i]; RR1:=r[i];
        if Q[i]=Q[i-1] then
            j:=j+1
        else
            j:=0;
        if r[i]=r[i-1] then
            k:=k+1
        else
            k:=0;
        end;
    until (j>=5) and (k>=5);
    Edit9.Text:=Qr; Edit10.Text:=Rr;
    Edit11.Text:=IntToStr(i);
end;

```

Lampiran 6. Listing Program Model Persediaan Probabilistik dengan Kendala (Model (Q,r)) dengan “Back Order Policy”

```
procedure TForm1.BitBtn1Click(Sender: TObject);
var
  bt1, bt2, bt3, min, min1, lmd1, lmd2: real;
  i, j, k, ii, jj, il, jl: integer; Qr, Rr, aa2: string;
  Q, M, r: array [1..1000] of real;
  ketemu: boolean;
  label lewat1, lewat2;
begin
  D:=StrToFloat(Edit1.Text); lmd1:=StrToFloat(edit12.
  Text);
  B:=StrToFloat(Edit2.Text); lmd2:=StrToFloat(edit13.
  Text);
  h:=StrToFloat(Edit3.Text);
  kk:=StrToFloat(edit14.Text);
  So:=StrToFloat(Edit4.Text);
  p:=StrToFloat(edit15.Text);
  u:=StrToFloat(Edit5.Text);
  t:=StrToFloat(Edit6.Text);
  Q[1]:=sqrt((2*D*B)/h);
  alpha:=(h*Q[1])/(So*D);
  aal:=FloatToStr(1-alpha);
  Potong(aal);
  alpha:=StrToFloat(aal);
  ketemu:=False; ii:=0; jj:=0;
  for il:=2 to 71 do
    for jl:=2 to 11 do
      begin
        aa2:=StringGrid1.Cells[jl, il];
        if aal=aa2 then
          begin
            ii:=il; jj:=jl; ketemu:=True;
            goto lewat1;
          end;
        end;
      if ketemu=False then
        begin
```

```

min1:=abs((alpha)-
StrToFloat(StringGrid1.Cells[2,2]));
min:=-min1;ii:=2; jj:=2;
for i1:=2 to 71 do
  for j1:=2 to 11 do
    begin
      min1:=abs((alpha)-
StrToFloat(StringGrid1.Cells[j1,i1]));
      if min1<min then
        begin
          min:=min1;ii:=i1; jj:=j1;
        end;
      end;
    end;
  end;
  lewat1:

Z:=StrToFloat(StringGrid1.Cells[jj,1])+StrToFloat(
StringGrid1.Cells[1,ii]);
r[1]:=Z*t+u;
j:=0;k:=0; i:=1;
Qr:=FloatToStr(Q[1]); Rr:=FloatToStr(r[1]);
repeat
  begin
    bt1:=exp(-0.5*sqr((r[i]-u)/t))/sqrt(44/7);
    bt2:=(u-r[i])/t; bt3:=1-bt1;
    M[i]:=t*bt1+t*bt2*bt3;

Q[i+1]:=sqrt((2*D*(B+So*M[i])/(h+lmd1*kk+lmd2*p)))
;

    i:=i+1;
    alpha:=(h*Q[i])/(So*D);
    aal:=FloatToStr(1-alpha);
    Potong(aal);
    alpha:=StrToFloat(aal);
    ketemu:=False;
    for i1:=2 to 71 do
      for j1:=2 to 11 do
        begin
          aa2:=StringGrid1.Cells[j1,i1];
          if aal=aa2 then
            begin
              ii:=i1; jj:=j1;ketemu:=True;
              goto lewat2;
            end;
          end;
        end;
      end;
    end;
  end;
end;

```

```

        end;
    end;
    if ketemu=False then
    begin
        min1:=abs((alpha)-
StrToFloat(StringGrid1.Cells[2,2]));
        min:=min1;ii:=2; jj:=2;
        for i1:=2 to 71 do
            for j1:=2 to 11 do
                begin
                    min1:=abs((alpha)-
StrToFloat(StringGrid1.Cells[j1,i1]));
                    if min1<min then
                        begin
                            min:=min1;ii:=i1; jj:=j1;
                        end;
                    end;
                end;
            end;
        end;
        lewat2:

Z:=StrToFloat(StringGrid1.Cells[jj,1])+StrToFloat(
StringGrid1.Cells[1,ii]);
r[i]:=Z*t+u;
Qr:=Qr+', '+FloatToStr(Q[i]);
Rr:=Rr+', '+FloatToStr(r[i]);
Edit7.Text:=FloatToStr(Q[i]);
Edit8.Text:=FloatToStr(r[i]);
QQ1:=Q[i]; RR1:=r[i];
if Q[i]=Q[i-1] then
    j:=j+1
else
    j:=0;
if r[i]=r[i-1] then
    k:=k+1
else
    k:=0;
end;
until (j>=5) and (k>=5);
Edit9.Text:=Qr; Edit10.Text:=Rr;
Edit11.Text:=IntToStr(i);
end;

```

Lampiran 7. Hasil Perhitungan Nilai Q dan r Model Probabilistik Tanpa Kendala (Model (Q,r)) dengan “Back Order Policy”

Desain Interface

The screenshot shows a software interface titled 'Program2.as'. It contains several input fields for parameters: D, B, h, So, Mu, Sig, Q, r, Deret Q, Deret r, and Jumlah Iterasi. A table titled 'Tabel Kebutuhan Barang' is visible, with columns for 'Barang k', 'D', 'B', 'h', 'So', 'Mu', 'Sigma', 'Q', and 'r'. The table has 4 rows and 9 columns. Below the table are buttons for 'Proses', 'Close', 'Daftar', 'Save Data', 'Open Data', 'open tabel Z', and 'save tabel Z'.

Output

Barang k	D	B	h	So	Mu	Sigma	Q	r
1	257	20000	20000	25000	149.94	13.25	95.67326	156.9625
2	257	20000	25000	30000	149.94	13.25	85.56862	157.7575
3	289	15000	25000	40000	168.56	13.75	137.4400	175.8475
4	260	15000	25000	30000	151.65	11.44	86.06573	158.514
5	282	25000	30000	35000	164.5	14.89	95.20923	172.8384

Lampiran 8. Hasil Perhitungan Nilai Q dan r Model Persediaan Probabilistik dengan Kendala (Model (Q,r)) dengan “Back Order Policy”

Desain Interface

Output

Barang k	D	B	h	So	Mu	Sigma	Q	r	k	p
1	257	20000	20000	25000	149.4	13.25	34.1413460011	165.9625	1.6	250000
2	257	20000	25000	30000	149.4	13.25	29.1286331724	166.7575	1.6	500000
3	289	15000	30000	25000	168.56	13.75	23.4616403895	186.435	1.125	750000
4	260	15000	25000	30000	151.65	11.44	24.4291227596	167.8948	2.5	750000
5	282	25000	30000	35000	164.5	14.89	30.8226123807	184.1548	1	650000

UNIVERSITAS BRAWIJAYA



This document was created with Win2PDF available at <http://www.daneprairie.com>.
The unregistered version of Win2PDF is for evaluation or non-commercial use only.