

Tugas Akhir

**ANALISIS PENGENDALIAN PERSEDIAAN BAHAN BAKU AIR MINUM
DALAM KEMASAN (AMDK) MENGGUNAKAN METODE *ECONOMIC
ORDER QUANTITY* (EOQ) MULTI ITEM DAN *LAGRANGE MULTIPLIER*
(Studi Kasus PT. Rapid Tirta Sejahtera)**

Diajukan untuk memenuhi salah satu syarat ujian
Guna memperoleh gelar Sarjana Teknik
pada Departemen Teknik Industri Fakultas Teknik
Universitas Hasanuddin



DISUSUN OLEH:

MUHAMMAD FAHRUL BASRI

D221 16 505

DEPARTEMEN TEKNIK INDUSTRI

FAKULTAS TEKNIK

UNIVERSITAS HASANUDDIN

GOWA

2021

LEMBAR PENGESAHAN

Judul Tugas Akhir :

**ANALISIS PENGENDALIAN PERSEDIAAN BAHAN BAKU AIR MINUM
DALAM KEMASAN (AMDK) MENGGUNAKAN METODE *ECONOMIC
ORDER QUANTITY* (EOQ) MULTI ITEM DAN *LAGRANGE MULTIPLIER*
(Studi Kasus PT. Rapid Tirta Sejahtera)**

Disusun oleh :

MUHAMMAD FAHRUL BASRI

D221 16 505

Tugas akhir ini diajukan untuk memenuhi salah satu persyaratan dalam menyelesaikan studi guna memperoleh gelar Sarjana Teknik pada Departemen Teknik Industri Fakultas Teknik Universitas Hasanuddin.

Telah diperiksa dan disetujui oleh :

Dosen Pembimbing I



Dr. Ir. Sapta Asmal, ST., MT
NIP. 19681005 199603 1 001

Dosen Pembimbing II



A. Besse Rivani Indah, ST., M.T.
NIP. 19891201 201903 2 013

Mengetahui,

Ketua Program Studi Teknik Industri Fakultas Teknik
Universitas Hasanuddin



Dr. Ir. Saiful, S.T., M.T., IPM
NIP. 19810606 200604 1 004

LEMBAR PERNYATAAN KEASLIAN

Saya yang bertanda tangan dibawah ini:

Nama : Muhammad Fahrul Basri

NIM : D221 16 505

Program Studi : Teknik Industri

Judul Tugas Akhir : Analisis Pengendalian Persediaan Bahan Baku Air Minum
Dalam Kemasan (Amdk) Menggunakan Metode *Economic
Order Quantity* (Eoq) Multi Item Dan *Lagrange Multiplier*
(Studi Kasus Pt. Rapid Tirta Sejahtera)

Menyatakan dengan sebenarnya bahwa penulisan Tugas Akhir ini berdasarkan hasil penelitian, pemikiran dan pemaparan asli dari saya sendiri, baik untuk naskah laporan maupun kegiatan yang tercantum sebagai bagian dari Tugas Akhir ini. Jika terdapat karya orang lain, saya akan mencantumkan sumber yang jelas.

Demikian lembar pernyataan ini, saya buat dengan sesungguhnya tanpa ada paksaan dari pihak manapun dan apabila dikemudian hari terdapat penyimpangan dan ketidak benaran dalam pernyataan ini, maka saya bersedia menerima sanksi akademik berupa pencabutan gelar yang telah diperoleh dan sanksi lain sesuai dengan aturan yang berlaku di Universitas Hasanuddin, Makassar.

Gowa, 09 Mei 2021

Yang membuat pernyataan,



Muhammad Fahrul Basri
D221 16 505

ABSTRAK

PT. Rapid Tirta Sejahtera merupakan perusahaan yang bergerak dalam bidang produksi Air Minum Dalam Kemasan (AMDK) yang terletak di Gudang Parangloe, Makassar. Permasalahan yang dihadapi perusahaan yakni pengelolaan persediaan yang kurang tepat dalam menentukan kuantitas pemesanan sehingga perusahaan melakukan pemesanan berulang kali yang mengakibatkan perusahaan harus mengeluarkan biaya yang ekstra dalam hal persediaan bahan baku. Tujuan penelitian ini yaitu menentukan kuantitas pemesanan yang optimal dengan menggunakan metode EOQ Multi Item dan *Lagrange Multiplier* sehingga meminimasi total biaya persediaan dan menentukan besarnya penghematan biaya persediaan bahan baku kemasan. Adapun obyek penelitian ini yaitu air minum dalam kemasan 220 ml dan 330 ml. Hasil penelitian dengan menggunakan metode EOQ Multi Item pada kemasan 220 ml mampu menghemat pengeluaran perusahaan sebesar 38% atau sebesar Rp. 21.586.445, sedangkan kemasan 330 ml sebesar 42% atau sebesar Rp. 28.899.208. Adapun pada metode *Lagrange Multiplier* mampu menghemat pengeluaran perusahaan untuk kemasan 220 ml sebesar 57% atau sebesar Rp. 32.354.731, sedangkan kemasan 330 ml sebesar 75% atau sebesar Rp. 51.427.272.

Kata kunci: Persediaan, EOQ Multi Item, *Lagrange Multiplier*

ABSTRACT

PT. Rapid Tirta Sejahtera is a company engaged in production of Bottled Drinking Water (AMDK) which is located in Parangloe Warehouse, Makassar. The problem faced by the company is the inaccurate inventory management in determining the order quantity so that the company makes repeated orders which resulted in the company having to pay extra in terms of raw material inventory. The purpose of this research is to determine the optimal order quantity by using the EOQ Multi Item and Lagrange Multiplier method to minimize the total cost of inventory and determine the amount of cost savings for packaging raw materials inventory. The object of this research is bottled drinking water 220 ml and 330 ml. The results of the study using the EOQ Multi Item method on a 220 ml package were able to save company expenses by 38% or Rp. 21,586,445, while the packaging of 330 ml is 42% or Rp. 28,899,208. As for the Lagrange Multiplier method is able to save company expenses for packaging 220 ml by 57% or Rp. 32,354,731, while the 330 ml package was 75% or Rp. 51,427,272.

Keywords: Inventory, EOQ Multi Item, Lagrange Multiplier

KATA PENGANTAR

Segala puji dan syukur penulis panjatkan kehadirat Allah Subhanahu Wata'ala atas berkat dan rahmat-Nya lah, sehingga penulis dapat menyelesaikan tugas akhir dengan judul “Analisis Pengendalian Persediaan Bahan Baku Kemasan Air Mineral Menggunakan Metode *Economic Order Quantity* (EOQ) Multi Item dan *Lagrange Multiplier*” dengan sebaik-baiknya. Tugas akhir ini dibuat sebagai salah satu syarat yang harus dipenuhi guna memperoleh gelar Sarjana Teknik pada Departemen Teknik Industri Fakultas Teknik Universitas Hasanuddin.

Penyusunan Tugas Akhir ini dapat terselesaikan dan berjalan lancar berkat bantuan dan bimbingan dari berbagai pihak baik secara langsung maupun tidak. Oleh karena itu, pada kesempatan kali ini, penulis ingin mengucapkan banyak terima kasih kepada semua pihak yang telah membantu dalam penyelesaian Tugas Akhir ini, diantaranya:

1. Kepada kedua orang tua penulis, yang senantiasa memberikan doa dan segala bentuk dukungan moral dan materi selama pengerjaan tugas akhir ini sehingga dapat terselesaikan dengan baik.
2. Bapak Dr. Ir. Sapta Asmal, S.T., M.T., selaku Pembimbing I pada tugas akhir yang telah banyak meluangkan waktu untuk membimbing dan memberikan saran dan motivasi kepada penulis sehingga tugas akhir ini dapat terselesaikan dengan baik.
3. Ibu A. Besse Riyani, S.T., M.T., selaku Pembimbing II pada tugas akhir yang telah banyak meluangkan waktu untuk membimbing penulis dalam menulis tugas akhir dari bab awal hingga menjadi tugas akhir yang utuh, serta

memberikan arahan, saran dan motivasi kepada penulis untuk menyelesaikan tugas akhir ini.

4. Bapak Dr. Ir. Saiful, S.T., M.T., IPM. selaku Kepala Departemen Teknik Industri Fakultas Teknik Universitas Hasanuddin.
5. Bapak/Ibu Dosen Departemen Teknik Industri Fakultas Teknik Universitas Hasanuddin yang telah memberikan banyak ilmu, nasihat, dan pengalaman kepada penulis selama menempuh studi dalam perkuliahan.
6. Ibu Hikmah selaku Staff Departemen Teknik Industri Fakultas Teknik Universitas Hasanuddin yang senantiasa membantu dan melayani segala keperluan administrasi penulis.
7. Bapak Fuad selaku manajer PT. Rapid Tirta Sejahtera yang telah memberikan kesempatan untuk melakukan penelitian di perusahaan.
8. Ibu Ratna selaku pegawai PT. Rapid Tirta Sejahtera yang bersedia meluangkan waktunya dalam membantu penulis untuk mengumpulkan data selama penelitian tugas akhir.
9. Riskayanti Hr yang telah memberikan motivasi dan perhatian selama pengerjaan tugas akhir berlangsung sehingga penulis bisa menyelesaikan tugas akhir ini dengan penuh semangat.
10. Teman-teman Z16MA yang telah memberi masukan dan saran selama pengerjaan tugas akhir berlangsung.
11. Serta semua pihak yang telah berperan dalam pelaksanaan penelitian dan penyelesaian tugas akhir ini.

Penulis menyadari bahwa Tugas Akhir ini jauh dari sempurna sehingga diperlukan evaluasi dalam meningkatkan kualitas yang berkelanjutan. Oleh karena itu, penulis sangat berharap atas kritik dan saran yang membangun dari para pembaca. Akhir kata, penulis berharap semoga Tugas Akhir ini dapat memberikan manfaat bagi semua pihak.

Penulis

DAFTAR ISI

LEMBAR PENGESAHAN	ii
LEMBAR PERNYATAAN KEASLIAN	iii
ABSTRAK	iv
ABSTRACT	v
KATA PENGANTAR.....	vi
DAFTAR ISI.....	ix
DAFTAR TABEL.....	xii
DAFTAR GAMBAR.....	xiv
DAFTAR PERSAMAAN.....	xv
BAB I PENDAHULUAN	1
1.1 Latar Belakang.....	1
1.2 Rumusan Masalah.....	4
1.3 Tujuan Penelitian.....	4
1.4 Manfaat Penelitian	5
1.5 Batasan Masalah	6
1.6 Sistematika Penulisan	7
BAB II TINJAUAN PUSTAKA.....	9
2.1 Penelitian Terdahulu.....	9
2.2 Persediaan.....	14
2.2.1 Definisi Persediaan.....	14
2.2.2 Faktor-Faktor Penyebab Persediaan.....	15
2.2.3 Jenis-Jenis Persediaan	16
2.2.4 Fungsi-Fungsi Persediaan	16
2.2.5 Pola Permintaan Persediaan	17
2.2.6 Biaya-Biaya dalam Persediaan.....	19
2.3 Pengendalian Persediaan	21
2.4 Peramalan	22
2.4.1 Definisi Peramalan	22
2.4.2 Jenis Pola Data	24

2.4.3 Metode – Metode Peramalan.....	26
2.4.4 Ukuran Kesalahan Peramalan	31
2.5 <i>Economic Order Quantity</i> (EOQ) Multi Item	32
2.6 <i>Lagrange Multiplier</i>	35
2.7 Stok Pengaman (<i>Safety Stock</i>)	38
2.8 Titik Pemesanan Kembali (<i>Reorder Point</i>)	39
BAB III METODOLOGI PENELITIAN	41
3.1 Tempat dan Waktu Penelitian.....	41
3.2 Metode Pengumpulan Data	41
3.3 Sumber Data	41
3.4 Prosedur Penelitian	42
3.5 <i>Flow Chart</i> Penelitian.....	44
3.6 Kerangka Pikir	45
BAB IV PENGUMPULAN DAN PENGOLAHAN DATA	47
4.1 Pengumpulan Data.....	47
4.1.1 Air Minum Dalam Kemasan (AMDK) 220 Ml.....	47
4.1.2 Air Minum Dalam Kemasan (AMDK) 330 Ml.....	48
4.1.3 Biaya Pemesanan.....	49
4.1.4 Biaya Penyimpanan.....	49
4.1.5 <i>Data Lead Time</i>	51
4.1.6 <i>Data Service Level</i>	51
4.2 Pengolahan Data	51
4.2.1 Peramalan (<i>Forecasting</i>).....	51
4.2.2 <i>Safety Stock</i>	56
4.2.3 <i>Reorder Point</i>	57
4.2.4 Pengendalian Persediaan	58
4.2.5 <i>Total Inventory Cost</i>	67
BAB V ANALISA DAN PEMBAHASAN.....	69
5.1 Analisis Peramalan	69
5.2 Analisis Persediaan Pengaman (<i>Safety Stock</i>)	70
5.3 Analisis Titik Pemesanan Kembali (<i>Reorder Point</i>)	72

5.4 Analisis Hasil Perhitungan Metode EOQ Multi Item.....	73
5.5 Analisis Hasil Perhitungan Metode <i>Lagrange Multiplier</i>	76
5.6 Analisis Perbandingan <i>Total Inventory Cost</i> (TIC).....	79
BAB VI PENUTUP	84
6.1 Kesimpulan.....	84
6.2 Saran	85
DAFTAR PUSTAKA	86
LAMPIRAN.....	88
Lampiran 1.....	88
Lampiran 2.....	90
Lampiran 3.....	91
Lampiran 4.....	96
Lampiran 5.....	101

DAFTAR TABEL

Tabel 1.1 Data Historis Pemakaian Bahan Baku Kemasan	2
Tabel 2.1 Penelitian Terdahulu	12
Tabel 4.1 Permintaan Bahan Baku Kemasan 220 Ml	47
Tabel 4.2 Harga Bahan Baku Kemasan 220 Ml.....	48
Tabel 4.3 Permintaan Bahan Baku Kemasan 330 Ml	48
Tabel 4.4 Harga Bahan Baku Kemasan 330 Ml.....	49
Tabel 4.5 Biaya Pemesanan	49
Tabel 4.6 Total Biaya Penyimpanan	49
Tabel 4.7 Biaya Penyimpanan Unit Kemasan 220 Ml.....	50
Tabel 4.8 Biaya Penyimpanan Unit Kemasan 330 Ml.....	50
Tabel 4.9 Pola Permintaan Air Minum Dalam Kemasan 220 Ml.....	51
Tabel 4.10 Pola Permintaan Air Minum Dalam Kemasan 330 Ml.....	52
Tabel 4.11 Permintaan Hasil Peramalan Cup 220 Ml.....	52
Tabel 4.12 Permintaan Hasil Peramalan Lid 220 Ml.....	54
Tabel 4.13 Perbandingan Tingkat Kesalahan Peramalan Kemasan 220 Ml	54
Tabel 4.14 Permintaan Hasil Peramalan Kemasan 220 Ml.....	54
Tabel 4.15 Perbandingan Tingkat Kesalahan Peramalan Kemasan 330 Ml	55
Tabel 4.16 Permintaan Hasil Peramalan Kemasan 330 Ml.....	55
Tabel 4.17 Safety Stock Air Minum Dalam Kemasan 220 Ml.....	56
Tabel 4.18 Safety Stock Air Minum Dalam Kemasan 330 Ml.....	56
Tabel 4.19 Reorder Point Air Minum Dalam Kemasan 220 Ml.....	57
Tabel 4.20 Reorder Point Air Minum Dalam Kemasan 330 Ml.....	57
Tabel 4.21 Hasil Perhitungan Metode Min-Max Kemasan 220 Ml.....	60
Tabel 4.22 Hasil Perhitungan Metode Min-Max Kemasan 330 Ml.....	60
Tabel 4.23 Simbol Pengendalian Persediaan	60
Tabel 4.24 Hasil Perhitungan Metode EOQ Multi Item 220 Ml.....	63
Tabel 4.25 Hasil Perhitungan Metode EOQ Multi Item Kemasan 330 Ml.....	63
Tabel 4.26 Asumsi Modal Perusahaan.....	64
Tabel 4.27 Hasil Kebutuhan Modal Tanpa Kendala.....	64
Tabel 4.28 Hasil Kebutuhan Modal Lagrange Multiplier.....	66

Tabel 4.29 Hasil Perhitungan Metode Lagrange Multiplier Kemasan 220 Ml.....	67
Tabel 4.30 Hasil Perhitungan Metode Lagrange Multiplier Kemasan 330 Ml.....	67
Tabel 4.31 Hasil Perbandingan Tiap Metode Kemasan 220 Ml	68
Tabel 4.32 Hasil Perbandingan Tiap Metode Kemasan 330 Ml	68

DAFTAR GAMBAR

Gambar 2.1 Pola Data Stasioner/Horizontal	25
Gambar 2.2 Pola Data Musiman	25
Gambar 2.3 Pola Data Siklis	26
Gambar 2.4 Pola Data Trend.....	26
Gambar 2.5 Model Persediaan EOQ.....	33
Gambar 3.1 <i>Flow Chart</i>	44
Gambar 3.2 Kerangka Pikir.....	46
Gambar 5.1 Safety Stock 220 Ml.....	71
Gambar 5.2 Safety Stock 330 Ml.....	72
Gambar 5.3 Reorder Point 220 Ml.....	73
Gambar 5.4 Reorder Point 330 Ml.....	73
Gambar 5.5 EOQ Multi Item 220 Ml.....	74
Gambar 5.6 Grafik EOQ Multi Item 220 Ml	75
Gambar 5.7 EOQ Multi Item 330 Ml.....	75
Gambar 5.8 Grafik EOQ Multi Item 330 Ml	76
Gambar 5.9 Lagrange Multiplier 220 Ml.....	77
Gambar 5.10 Grafik Lagrange Multiplier 220 Ml	78
Gambar 5.11 Lagrange Multiplier 330 Ml.....	78
Gambar 5.12 Lagrange Multiplier 330 Ml.....	79
Gambar 5.13 Perbandingan Total Biaya Persediaan.....	81

DAFTAR PERSAMAAN

Persamaan 2.1 <i>Single Exponential Smoothing</i>	28
Persamaan 2.2 <i>Croston</i>	30
Persamaan 2.3 <i>Croston</i>	30
Persamaan 2.4 <i>Mean Absolute Defiation (MAD)</i>	31
Persamaan 2.5 <i>Mean Square Error (MSE)</i>	32
Persamaan 2.6 <i>Mean Absolute Percentage Error (MAPE)</i>	32
Persamaan 2.7 <i>Economic Order Quantity (EOQ) Multi Item Semua (Rp)</i>	34
Persamaan 2.8 <i>Economic Order Quantity (EOQ) Multi Item Tiap Item (Rp)</i>	34
Persamaan 2.9 <i>Economic Order Quantity (EOQ) Multi Item Tiap Item (Pcs)</i>	34
Persamaan 2.10 <i>Total Cost</i>	34
Persamaan 2.11 <i>Frekuensi Pemesanan</i>	34
Persamaan 2.12 <i>Lagrange Multiplier</i>	35
Persamaan 2.13 <i>Economic Order Quantity (EOQ) Tanpa Kendala</i>	36
Persamaan 2.14 <i>Lagrange Expression (LE)</i>	36
Persamaan 2.15 <i>Lagrange Multiplier</i>	36
Persamaan 2.16 <i>Lamda</i>	37
Persamaan 2.17 <i>Lagrange Multiplier</i>	37
Persamaan 2.18 <i>Lagrange Multiplier</i>	37
Persamaan 2.19 <i>Lagrange Multiplier</i>	37
Persamaan 2.20 <i>Lagrange Multiplier</i>	37
Persamaan 2.21 <i>Safety Stock</i>	38
Persamaan 2.22 <i>Reorder Point</i>	39
Persamaan 2.23 <i>Reorder Point</i>	40

BAB I

PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Air merupakan sesuatu yang sangat penting didalam kehidupan, karena semua makhluk hidup didunia ini memerlukan air. Air dimanfaatkan oleh manusia dalam kebutuhan sehari-hari. Kebutuhan air tiap individu sangatlah berbeda-beda. Semakin tinggi taraf kehidupan di suatu tempat, maka semakin meningkat jumlah kebutuhan air. Industrialisasi dalam penyediaan air minum tumbuh sangat pesat dalam memenuhi kebutuhan air bagi masyarakat. Selain itu, terdapatnya beberapa sumber air pegunungan di daerah. Sehingga air minum dalam kemasan (AMDK) menjadi alternatif dalam membangun sebuah perusahaan.

Berbagai macam merek air minum dalam kemasan telah banyak dikenal oleh masyarakat antara lain Aqua, Club, Vit, Le Mineral, dan berbagai macam merek lainnya. Banyaknya merek air minum dalam kemasan yang beredar dipasaran tentunya membuat konsumen melakukan pertimbangan tertentu dalam memilih merek air minum yang akan dibeli dan yang akan dikonsumsi. Dalam bisnis air minum dalam kemasan kita juga mengenal merek Rapid yakni air minum dalam kemasan yang populer namun bisa bersaing dengan merek air minum lainnya.

Air minum Rapid diproduksi oleh PT. Rapid Tirta Sejahtera, akan tetapi untuk kemasannya sendiri tidak diproduksi melainkan membeli kemasan dari *supplier*. Kemasan yang digunakan ada berbagai jenis, yaitu cup 220 ml dan

botol 330 ml. Untuk memenuhi permintaan pasar, PT. Rapid Tirta Sejahtera melakukan produksi air minum Rapid setiap hari yang tentunya menjadikan perusahaan harus menyediakan *stock* bahan baku kemasan pada gudang penyimpanan agar produksi yang dilakukan tidak terhambat. Manajemen logistik merupakan hal yang sangat penting bagi perusahaan dalam mengelola persediaan *stock* bahan baku kemasan, yang dimana persediaan kemasan selalu tersedia jika akan dilakukan produksi dan jika tidak dilakukan produksi maka persediaan bahan kemasan tidak akan terjadi penumpukan.

Berdasarkan hasil observasi dan wawancara pada PT. Rapid Tirta Sejahtera diperoleh bahwa data pemakaian bahan baku kemasan yang berfluktuasi seperti yang dapat kita lihat pada Tabel 1.1.

Tabel 1.1 Data Historis Pemakaian Bahan Baku Kemasan

Kemasan 220 Ml	
Bahan Baku	Jumlah (Pcs)
Cup	3.780.000
Dus	71.050
Tutup	3.600.000
Sedotan	3.648.000
Kemasan 330 Ml	
Bahan Baku	Jumlah (Pcs)
Botol	315.000
Label	350.000
Segel	364.200
Dus	13.500
Tutup	330.000

Selain itu, diperoleh informasi bahwa selama ini perusahaan telah menetapkan kebijakan dalam hal manajemen persediaan untuk menentukan kuantitas pemesanan bahan baku kemasan yakni menggunakan metode *min-max*. Namun dalam kenyataannya, kuantitas pemesanan dengan menggunakan metode *min-max* tersebut kurang optimal karena perusahaan melakukan pemesanan berulang kali yang mengakibatkan perusahaan harus mengeluarkan

ordering cost atau biaya pemesanan yang ekstra dalam hal persediaan bahan baku kemasan.

Berdasarkan kondisi diatas, maka perlu dilakukan penelitian dan analisis pengendalian persediaan dengan menggunakan metode usulan yakni metode *Economic Order Quantity* (EOQ) Multi Item dan *Lagrange Multiplier*. Menurut Andini Ika Puspita Herlambang (2017), EOQ Multi Item adalah teknik pengendalian permintaan atau pemesanan beberapa jenis item yang optimal dengan biaya *inventory* serendah mungkin. Tujuan dari model EOQ adalah menentukan jumlah (Q) setiap kali pemesanan sehingga meminimasi total biaya persediaan. Adapun biaya yang ditekan serendah mungkin yakni *ordering cost* (biaya pemesanan). Sedangkan menurut M. Agus Rivai (2019), metode *Lagrange Multiplier* merupakan metode yang digunakan dalam menentukan jumlah persediaan yang optimal berdasarkan kendala-kendala seperti modal/biaya yang digunakan atau berdasarkan kapasitas gudang penyimpanan yang mengakibatkan investasi persediaan berlebih. Akan tetapi, pada penelitian ini hanya berfokus pada kendala modal atau biaya yang digunakan oleh perusahaan. Sehingga kendala kapasitas gudang tidak dapat dilakukan karena terjadinya penumpukan bahan pada gudang tersebut antara bahan jadi dan bahan mentah yang menyulitkan peneliti untuk melakukan perhitungan kapasitas gudang.

Beberapa penelitian yang telah dilakukan oleh peneliti diantaranya Kriswardhana (2020) yang telah melakukan penelitian pada UD. Purnama Jati Jember dengan menggunakan metode *Economic Order Quantity* (EOQ) Multi

Item, didapatkan hasil penghematan total biaya persediaan sebesar 17,39%. Sedangkan menurut Olaviane (2019) dalam penelitiannya di PT. Perkebunan Nusantara VII Distrik Banyuasin dapat melakukan penghematan biaya persediaan sebesar 33,2% dengan menggunakan metode *Lagrange Multiplier* berdasarkan kendala modal yang dikeluarkan oleh perusahaan. Dari beberapa penelitian yang telah dilakukan tersebut, peneliti ingin melakukan perbandingan hasil dari kedua metode tersebut yaitu metode *Economic Order Quantity* (EOQ) Multi Item dan metode *Lagrange* serta membandingkan hasil dari metode perusahaan.

1.2 Rumusan Masalah

Berdasarkan uraian latar belakang diatas, maka rumusan masalah dalam penelitian ini, yakni:

1. Bagaimana menentukan ramalan permintaan bahan baku kemasan 220 MI dan 330 MI menggunakan metode *Croston* dan *Single Exponential Smoothing* pada PT. Rapid Tirta Sejahtera?
2. Bagaimana menentukan *safety stock*, *reorder point* dan kuantitas pemesanan bahan baku kemasan 220 MI dan 330 MI yang optimal dengan menggunakan metode *Economic Order Quantity* (EOQ) Multi Item dan *Lagrange Multiplier* pada PT. Rapid Tirta Sejahtera?
3. Bagaimana perbandingan total biaya persediaan antara metode perusahaan dengan menggunakan metode *Economic Order Quantity* (EOQ) Multi Item dan *Lagrange Multiplier*?

1.3 Tujuan Penelitian

Adapun tujuan dilakukannya penelitian ini dengan memerhatikan rumusan masalah diatas, yakni:

1. Menentukan ramalan permintaan bahan baku kemasan 220 Ml dan 330 Ml menggunakan metode *Croston* dan *Single Exponential Smoothing* pada PT. Rapid Tirta Sejahtera.
2. Menentukan *safety stock*, *reorder point* dan kuantitas pemesanan bahan baku kemasan 220 Ml dan 330 Ml yang optimal menggunakan metode *Economic Order Quantity* (EOQ) dan *Lagrange Multiplier* pada PT. Rapid Tirta Sejahtera.
3. Mengetahui perbandingan total biaya persediaan antara metode perusahaan dengan menggunakan metode *Economic Order Quantity* (EOQ) dan *Lagrange Multiplier*.

1.4 Manfaat Penelitian

Manfaat penelitian ini terbagi atas tiga bagian yakni manfaat bagi mahasiswa, manfaat bagi universitas, dan manfaat bagi perusahaan. Manfaat penelitian dapat dilihat sebagai berikut:

1. Manfaat Bagi Mahasiswa

Mahasiswa dapat mengaplikasikan metode EOQ Multi Item dan *Lagrange Multiplier* yang telah dipelajari selama bangku kuliah dalam menyelesaikan permasalahan persediaan bahan baku air minum dalam kemasan pada PT. Rapid Tirta Sejahtera.

2. Manfaat Bagi Universitas

Sebagai tambahan referensi yang tentunya dapat digunakan oleh pihak-pihak yang memerlukan dan dapat membina kerja sama yang baik antara lingkungan akademis dengan lingkungan kerja dalam hal ini perusahaan terkait.

3. Manfaat bagi Perusahaan

Hasil analisa dan penelitian yang dilakukan dapat menjadi referensi bagi perusahaan dalam menentukan kebijaksanaan perusahaan di masa yang akan datang.

1.5 Batasan Masalah

Agar penelitian ini terarah dan terstruktur, maka diperlukan batasan masalah, berikut batasan masalah dalam penelitian ini:

1. Penelitian ini dilakukan di PT. Rapid Tirta Sejahtera dengan permasalahan *inventory* pada perusahaan tersebut.
2. Objek penelitian hanya dilakukan pada bahan kemasan air mineral yakni 220 ml dan 330 ml.
3. Penelitian ini menggunakan data historis permintaan bahan baku kemasan air mineral tahun 2019 sampai 2020.
4. Jumlah biaya yang digunakan setiap kali pemesanan dianggap tersedia.
5. Pemilihan metode peramalan atas dasar tingkat kesalahan terkecil.
6. Kondisi tenaga kerja, mesin, budaya yang berlaku di perusahaan dan *supply* bahan baku dianggap tidak berpengaruh terhadap kinerja perusahaan.
7. Masalah transportasi tidak diperhatikan.

8. *Lead time* diketahui dengan pasti dan besarnya *lead time* untuk semua item adalah sama.
9. Kapasitas gudang tidak diperhitungkan.

1.6 Sistematika Penulisan

Sistematika penulisan penelitian ini adalah sebagai berikut:

1. BAB I PENDAHULUAN

Pada bab ini akan diuraikan mengenai latar belakang, rumusan masalah, tujuan penelitian, manfaat penelitian, batasan masalah, dan sistematika penulisan.

2. BAB II TINJAUAN PUSTAKA

Pada bab ini mencakup beberapa teori yang berkaitan dengan permasalahan dalam penelitian, wilayah pembahasan, proses analisa dan literatur terkait bahasan dalam penelitian ini. Selain itu, terdapat penelitian terdahulu sebagai pembanding dengan penelitian penulis.

3. BAB III METODOLOGI PENELITIAN

Pada bab ini memuat uraian tentang objek penelitian, jenis data yang digunakan, metode pengumpulan data dan kerangka alir penelitian.

4. BAB IV ANALISA DAN PEMBAHASAN

Pada bab ini berisi mengenai data yang telah dikumpulkan serta hasil pengolahan data yang telah dilakukan. Pada bab ini juga dijelaskan mengenai analisis data dan pembahasannya.

5. BAB VI PENUTUP

Pada bab ini berisi mengenai kesimpulan dari hasil analisis terhadap permasalahan dalam perusahaan serta pembahasan rekomendasi dan usulan yang berguna bagi perusahaan.

BAB II

TINJAUAN PUSTAKA

2.1 Penelitian Terdahulu

Penelitian yang telah dilakukan oleh Olaviane (2019) dengan judul “Pengendalian Persediaan Teh Dengan Mempertimbangkan Kendala Biaya Persediaan Dan Kapasitas Gudang” pada PT. Perkebunan Nusantara VII Distrik Banyuasin, yaitu peneliti ingin menentukan jumlah *safety stock* teh yang harus disimpan oleh PT. Perkebunan Nusantara VII Distrik Banyuasin untuk menghadapi permintaan yang berfluktuasi, lalu peneliti ingin menentukan jumlah pemesanan teh yang optimal dari pabrik agar tidak terjadinya *stock out* atau *over stock* yang tentunya mengakibatkan kerugian pada perusahaan dan peneliti juga ingin meminimasi biaya persediaan teh digudang PT Perkebunan Nusantara VII Distrik Banyuasin agar biaya yang dikeluarkan oleh perusahaan dapat optimal. Pada penelitian ini menggunakan metode *Lagrange Multiplier* dalam meminimasi total biaya persediaan. Sehingga didapatkan hasil total biaya persediaan menggunakan metode *Lagrange Multiplier* didapatkan total biaya persediaan sebesar Rp. 257.524.800 atau penghematan sebesar 33.2% dari metode perusahaan yaitu Rp. 385.506.418.

Dolfie (2010) dalam penelitiannya dengan judul “Model Sistem Persediaan Multi Item Guna Menentukan Biaya Minimum Dengan Problem Investasi Dan Kapasitas Ruang Penyimpanan Dengan Menggunakan Metode *Lagrange Multiplier* Atau LIMIT” pada PT. Mekar Armada Jaya (New Armada) yang merupakan perusahaan yang bergerak dibidang *autobody*

manufacturing dengan objek penelitian yang dilakukan yakni cat. Sebagai perusahaan yang sedang berkembang, PT. Mekar Armada Jaya (New Armada) berusaha mengoptimalkan fungsi masing-masing departemennya. Salah satunya adalah departemen *inventory* (persediaan). Salah satu tugasnya adalah memantau ketersediaan bahan baku yang ada di perusahaan. Oleh karena itu departemen *inventory* dituntut mengoptimalkan pemesanan cat untuk proses produksi dan meminimalkan biaya *inventory* cat pada periode berikutnya. Penelitian ini menggunakan metode *Lagrange Multiplier* dan LIMIT dalam menentukan nilai pemesanan yang optimum dengan adanya keterbatasan investasi dan kapasitas ruang penyimpanan serta menentukan total biaya persediaan dari metode *Lagrange Multiplier* dan LIMIT. Sehingga didapatkan hasil nilai pemesanan optimum dengan batasan investasi menggunakan metode *Lagrange Multiplier* yaitu sebesar 2.574 kg sedangkan metode LIMIT dengan batasan investasi yaitu sebesar dari 2.571 kg dan batasan ruang penyimpanan yaitu 2.476 kg dari pemesanan awal 2.849 kg. Adapun total biaya persediaan menggunakan metode *Lagrange Multiplier* dengan batasan investasi yaitu Rp. 9.605.127, sedangkan metode LIMIT dengan batasan investasi yaitu Rp. 9.604.565 dan batasan ruang penyimpanan yaitu Rp. 9.648.249.

Penelitian yang telah dilakukan oleh M. Agus Rivai (2019) dengan judul “Pengendalian Persediaan Bahan Baku Kemasan Semen Dengan Metode *Lagrange Multiplier*” pada PT. X yang merupakan salah satu dari perusahaan yang memproduksi kemasan semen dengan permasalahan masih terjadinya kondisi *over stock* atau kelebihan persediaan bahan baku yang mengakibatkan

pembengkakan biaya persediaan. Adapun objek penelitian yang dilakukan yakni kemasan semen Swen yang mengalami *over stock*. Penelitian ini dilakukan untuk menentukan jumlah persediaan bahan baku yang optimal sehingga dapat meminimasi total biaya persediaan bahan baku. Dalam penentuan jumlah persediaan dan meminimasi biaya persediaan, peneliti menggunakan metode *Lagrange Multiplier*. Hasil yang didapatkan yaitu pemesanan optimal untuk *Woven Laminasi* sebesar 212,2 ton, *Kraft* sebesar 286,5 ton dan benang *Neolin* sebesar 50,81 ton dengan total biaya persediaan metode *Lagrange Multiplier* yaitu Rp. 554.360.200 atau hemat sebesar 23,65% dari metode perusahaan yaitu Rp. 726.105.000.

Agus Setiawan (2012) dalam penelitiannya dengan judul “Pengendalian Persediaan Barang Jadi Multi Item Dengan Metode *Lagrange Multiplier* (Studi Kasus Pada Depo Es Krim Perusahaan “X” Di Magelang)”. Perusahaan X merupakan cabang distributor es krim Campina di Magelang. Perusahaan mengelola 13 jenis produk jadi (*multi item*). Permasalahan yang sering dihadapi oleh perusahaan yakni *over stock* atau kelebihan persediaan dan kondisi *stock out* atau kekurangan persediaan. Hal ini terjadi karena untuk masing-masing produk dengan berbagai tipe atau jenis memiliki tingkat penjualan yang berbeda-beda. Dalam menetapkan jumlah pemesanan es krim pada perusahaan “X”, peneliti menggunakan metode *Lagrange Multiplier*. Sehingga didapatkan jumlah pemesanan optimal untuk 13 jenis es krim yaitu (1) *Fantasi Orange Grape* sebesar 327 unit, (2) *Viola* sebesar 127 unit, (3) *Fantasy* sebesar 148 unit, (4) *Big Time* sebesar 84 unit, (5) *Didi Cup* sebesar

129 unit, (6) *Hula-hula* sebesar 114 unit, (7) *Olympia Cup* sebesar 176 unit, (8) *Tropicana* sebesar 153 unit, (9) *Heart* sebesar 86 unit, (10) *Double Stick* sebesar 106 unit, (11) *Double Cone* sebesar 100 unit, (12) *Bazzoka Vanilla* sebesar 57 unit dan (13) *Bazzoka Coklat* sebesar 69 unit. Jumlah pemesanan ini menghasilkan biaya persediaan/nilai total omset baru sebesar Rp 5.700.302,00 dan volume ruang terpakai sebesar 92.819 ml.

Penelitian yang telah dilakukan Kriswardhana (2020) dengan judul “Optimalisasi Pengendalian Persediaan Bahan Baku Dengan Metode *Joint Economic Order Quantity* (JEOQ) Pada UD Purnama Jati Jember” didapatkan pengendalian persediaan yang tidak optimal seperti bahan baku tape yang mengalami kelebihan sebesar 20%-30% dari pembelian setiap harinya sebesar 120 kg sehingga menyebabkan kerugian finansial. Hal ini sangat disayangkan karena bahan baku tape akan mengeluarkan bau yang menyengat apabila tidak segera diproduksi dan memunculkan biaya penyimpanan ekstra. Berdasarkan kasus tersebut, peneliti menggunakan metode *Economic Order Quantity* (EOQ) Multi Item dalam menentukan pesanan bahan baku yang optimal. Adapun hasil yang didapatkan dengan menggunakan metode EOQ Multi Item yaitu biaya pemesanan bahan baku memberikan penghematan sebesar Rp. 13.475.001 dan adapun penghematan total biaya persediaan dengan menggunakan metode EOQ Multi Item yaitu sebesar Rp. 59.203.933.

Tabel 2.1 Penelitian Terdahulu

No.	Peneliti	Judul	Metode	Hasil
1	Olaviane (2019)	Pengendalian Persediaan Teh Dengan Mempertimbangkan Kendala Biaya	<i>Lagrange Multiplier</i>	Hasil total biaya persediaan menggunakan metode <i>Lagrange Multiplier</i> didapatkan total biaya persediaan sebesar Rp.

Lanjutan Tabel 2.1

		Persediaan Dan Kapasitas Gudang [Jurnal]		257.524.800 atau penghematan sebesar 33.2% dari metode perusahaan yaitu Rp. 385.506.418.
2	Dolfie (2010)	Model Sistem Persediaan Multi Item Guna Menentukan Biaya Minimum Dengan Problem Investasi Dan Kapasitas Ruang Penyimpanan Dengan Menggunakan Metode Lagrange Multiplier Atau LIMIT [Skripsi]	<i>Lagrange Multiplier</i> dan LIMIT	Hasil nilai pemesanan optimum dengan batasan investasi menggunakan metode <i>Lagrange Multiplier</i> yaitu sebesar 2.574 kg sedangkan metode LIMIT dengan batasan investasi yaitu sebesar dari 2.571 kg dan batasan ruang penyimpanan yaitu 2.476 kg dari pemesanan awal 2.849 kg. Adapun total biaya persediaan menggunakan metode <i>Lagrange Multiplier</i> dengan batasan investasi yaitu Rp. 9.605.127, sedangkan metode LIMIT dengan batasan investasi yaitu Rp. 9.604.565 dan batasan ruang penyimpanan yaitu Rp. 9.648.249.
3	M. Agus Rivai (2019)	Pengendalian Persediaan Bahan Baku Kemasan Semen Dengan Metode Lagrange Multiplier [Jurnal]	<i>Lagrange Multiplier</i>	Hasil yang didapatkan yaitu pemesanan optimal untuk <i>Woven Laminasi</i> sebesar 212,2 ton, <i>Kraft</i> sebesar 286,5 ton dan benang <i>Neolin</i> sebesar 50,81 ton dengan total biaya persediaan metode <i>Lagrange Multiplier</i> yaitu Rp. 554.360.200 atau hemat sebesar 23,65% dari metode perusahaan yaitu Rp. 726.105.000.
4	Agus Setiawan (2012)	Pengendalian Persediaan Barang Jadi Multi Item Dengan Metode Lagrange Multiplier (Studi Kasus Pada Depo Es Krim Perusahaan "X" Di Magelang) [Jurnal]	<i>Lagrange Multiplier</i>	Hasil yang didapatkan jumlah pemesanan optimal untuk 13 jenis es krim yaitu (1) <i>Fantasi Orange Grape</i> sebesar 327 unit, (2) <i>Viola</i> sebesar 127 unit, (3) <i>Fantasy</i> sebesar 148 unit, (4) <i>Big Time</i> sebesar 84 unit, (5) <i>Didi Cup</i> sebesar 129 unit, (6) <i>Hula-hula</i> sebesar 114 unit, (7) <i>Olympia Cup</i> sebesar 176 unit, (8) <i>Tropicana</i> sebesar 153 unit, (9) <i>Heart</i> sebesar 86 unit, (10) <i>Double Stick</i> sebesar 106 unit, (11) <i>Double Cone</i> sebesar 100 unit, (12) <i>Bazzoka Vanilla</i> sebesar 57 unit dan (13) <i>Bazzoka Coklat</i> sebesar 69 unit. Jumlah pemesanan ini menghasilkan biaya

Lanjutan Tabel 2.1

				persediaan/nilai total omset baru sebesar Rp 5.700.302,00 dan volume ruang terpakai sebesar 92.819 ml.
5	Kriswardhana (2020)	Optimalisasi Pengendalian Persediaan Bahan Baku Dengan Metode Joint Economic Order Quantity (JEOQ) Pada UD Purnama Jati Jember	<i>Economic Order Quantity</i> (EOQ) Multi Item	Hasil analisis dengan menerapkan metode JEOQ menunjukkan bahwa secara keseluruhan dana yang dibutuhkan untuk semua jenis bahan baku yang dipesan secara bersamaan adalah sebesar Rp 279.801.660 atau terjadinya penghematan sebesar 13.475.001 dan total biaya persediaan yang dikeluarkan perusahaan sebesar Rp 281.296.067 atau penghematan sebesar Rp. 59.203.933.

Berdasarkan beberapa penelitian pendahulu diatas terdapat beberapa perbedaan dengan penelitian yang akan dilakukan yaitu penentuan jumlah pemesanan bahan baku yang optimal menggunakan metode *Economic Order Quantity* (EOQ) Multi Item dan *Lagrange Multiplier*, serta dilakukan perbandingan total biaya antara penggunaan metode *Economic Order Quantity* (EOQ) Multi Item dan *Lagrange Multiplier* dengan metode eksisting.

2.2 Persediaan

2.2.1 Definisi Persediaan

Menurut Sundjaja (2003), menjelaskan bahwa persediaan meliputi semua barang atau bahan yang diperlukan dalam proses produksi dan distribusi yang digunakan untuk proses lebih lanjut atau dijual, sedangkan persediaan menurut Assauri (2004) adalah suatu aktiva yang meliputi barang-barang milik perusahaan dengan maksud untuk dijual dalam suatu periode usaha yang normal atau persediaan barang yang masih dalam pengerjaan atau proses produksi, atau persediaan bahan

baku yang menunggu penggunaannya dalam suatu proses produksi. Dari pengertian persediaan menurut para ahli tersebut dapat ditarik kesimpulan bahwa persediaan merupakan barang atau bahan baku yang diperlukan dalam proses produksi maupun digunakan untuk dijual dalam suatu periode tertentu.

2.2.2 Faktor-Faktor Penyebab Persediaan

Menurut Baroto (2002), persediaan merupakan suatu hal yang tak terhindarkan. Penyebab timbulnya persediaan adalah sebagai berikut :

1. Mekanisme pemenuhan atas permintaan. Permintaan terhadap suatu barang tidak dapat dipenuhi seketika bila barang tersebut tidak tersedia sebelumnya. Untuk menyiapkan barang ini diperlukan waktu untuk pembuatan dan pengiriman, maka adanya persediaan merupakan hal yang sulit dihindarkan.
2. Keinginan untuk meredam ketidakpastian. Ketidakpastian terjadi akibat: permintaan yang bervariasi dan tidak pasti dalam jumlah maupun waktu kedatangan, waktu pembuatan yang cenderung tidak konstan antara satu produk dengan produk berikutnya, waktu tenggang (lead time) yang cenderung tidak pasti karena banyak faktor yang tak dapat dikendalikan. Ketidakpastian ini dapat diredam dengan mengadakan persediaan.
3. Keinginan melakukan spekulasi yang bertujuan mendapatkan keuntungan besar dari kenaikan harga di masa mendatang.

2.2.3 Jenis-Jenis Persediaan

Heizer (2001), persediaan yang ada di perusahaan biasanya terdiri dari tiga jenis yaitu:

1. Persediaan Bahan Mentah (*Raw Material Inventory*) yang telah dibeli, tetapi belum diproses. Pendekatan yang lebih banyak diterapkan adalah dengan menghapus variabilitas pemasok dalam mutu, jumlah atau waktu pengiriman sehingga tidak perlu pemisahan.
2. Persediaan Barang Setengah Jadi (*Work In Process Inventory*) adalah komponen-komponen atau bahan mentah yang telah melewati beberapa proses perubahan, tetapi belum selesai.
3. Persediaan MRO (*Maintenance, Repairing, Operating Inventory*) merupakan persediaan yang dikhususkan untuk perlengkapan pemeliharaan, perbaikan, operasi. Persediaan ini ada karena kebutuhan akan adanya pemeliharaan dan perbaikan dari beberapa peralatan yang tidak diketahui sehingga persediaan ini merupakan fungsi jadwal pemeliharaan dan perbaikan.

2.2.4 Fungsi-Fungsi Persediaan

Handoko (2000), menyatakan bahwa perusahaan melakukan penyimpanan persediaan barang karena berbagai fungsi, yaitu:

1. Fungsi *Decoupling*

Fungsi penting persediaan adalah memungkinkan operasi-operasi perusahaan internal dan eksternal mempunyai kebebasan

(independensi). Persediaan *decouples* ini memungkinkan perusahaan dapat memenuhi permintaan pelanggan tanpa terganggu *supplier*.

2. Fungsi *Economic Lot Sizing*

Melalui penyimpanan persediaan, perusahaan dapat memproduksi dan membeli sumber-sumber daya dalam kuantitas yang dapat mengurangi biaya-biaya per unit. Dengan persediaan *lot size* ini akan mempertimbangkan penghematan-penghematan.

3. Fungsi Antisipasi

Sering perusahaan menghadapi fluktuasi permintaan yang dapat diperkirakan dan diramalkan berdasar pengalaman atau data masa lalu. Disamping itu, perusahaan juga sering dihadapkan pada ketidakpastian jangka waktu pengiriman barang kembali sehingga harus dilakukan antisipasi untuk cara menanggulangnya.

2.2.5 Pola Permintaan Persediaan

Menurut Gaspersz (2012), terdapat dua macam pola permintaan *inventory*, yaitu sebagai berikut:

1. *Independent demand* adalah permintaan untuk suatu item yang berkaitan dengan permintaan untuk item lain. Barang-barang *inventory* yang termasuk ke dalam atau mengikuti pola *independent demand* adalah *retail, wholesale finished goods, service and replacement parts, maintenance, repair, and operating (MRO) supplies*.

Persediaan yang mengikuti pola *independent demand* sering juga diklasifikasikan sebagai *distribution inventories*, yang memiliki karakteristik berikut:

1. Permintaan adalah eksternal, berdasarkan pada kebutuhan pasar.
 2. Permintaan bersifat acak (*random*) dan relatif kontinu
 3. Permintaan harus diramalkan menggunakan teknik-teknik peramalan
 4. Stok pengaman digunakan untuk mencapai target tingkat pelayanan (*service level*) tertentu
2. *Dependent demand* adalah permintaan *item* yang secara langsung berkaitan dengan atau diturunkan dari struktur *bill of material* (BOM) untuk item lain atau produk akhir. Item-item persediaan yang mengikuti pola *dependent demand* harus dihitung, sehingga tidak perlu diramalkan. Suatu item persediaan tertentu mungkin mengikuti pola *dependent demand* atau *independent demand* pada waktu tertentu, sebagai misal suatu *part* yang mungkin secara simultan menjadi komponen dari suatu *assembly* dan juga dijual sebagai *service part*. Barang-barang *inventory* yang mengikuti pola *dependent demand* adalah *assemblies*, *subassemblies*, *fabricated components*, *purchased components*, *raw materials*. Persediaan yang mengikuti pola *dependent demand* sering juga diklasifikasikan sebagai *manufacturing inventories*, yang memiliki karakteristik berikut:
1. Permintaan adalah internal berdasarkan pada jadwal produksi.

2. Permintaan cenderung tidak mulus dan diskrit (*lumpy and discontinuous*).
3. Permintaan tidak perlu diramalkan tetapi dapat dihitung dan dikendalikan menggunakan MRP.
4. Sedikit atau tanpa stok pengaman diperlukan untuk menjamin tingkat pelayanan 100%.

2.2.6 Biaya-Biaya dalam Persediaan

Secara umum dapat dikatakan bahwa biaya persediaan adalah semua pengeluaran dan kerugian yang timbul sebagai akibat adanya persediaan. Biaya sistem persediaan terdiri dari biaya pembelian, biaya pemesanan, biaya simpan dan biaya kekurangan persediaan. Berikut ini akan diuraikan komponen biaya secara singkat (Nasution, 2008):

1. Biaya pembelian (*purchasing cost = c*)

Biaya pembelian adalah biaya yang dikeluarkan untuk membeli barang. Besarnya biaya pembelian ini tergantung pada jumlah barang yang dibeli dan harga satuan barang. Biaya pembelian menjadi faktor penting ketika harga barang yang dibeli tergantung pada ukuran pembelian.

2. Biaya pengadaan (*procurement cost*)

Biaya pengadaan dibedakan atas 2 jenis yaitu biaya pemesanan (*ordering cost*) bila barang yang diperlukan diperoleh dari pihak luar (*supplier*) dan biaya pembuatan (*setup cost*) bila barang diperoleh dengan memproduksi sendiri. Karena kedua biaya tersebut

mempunyai peran yang sama, yaitu pengadaan barang, maka kedua biaya tersebut disebut sebagai biaya pengadaan (*procurement cost*).

3. Biaya penyimpanan (*holding cost/carrying cost = h*)

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

1. Biaya modal yaitu biaya yang timbul karena adanya penumpukan barang di gudang yang berarti penumpukan modal kerja, dimana modal perusahaan mempunyai ongkos yang dapat diukur dengan suku bunga bank.
2. Biaya kerusakan dan penyusutan yaitu biaya yang ditimbulkan akibat adanya kerusakan atau penyusutan barang.
3. Biaya gudang yaitu biaya yang ditimbulkan akibat adanya persediaan di gudang.
4. Biaya administrasi dan pemindahan yaitu biaya yang dikeluarkan untuk administrasi persediaan barang yang ada.
5. Biaya asuransi yaitu biaya yang ditimbulkan untuk menjamin kondisi barang.
6. Biaya kadaluwarsa yaitu biaya yang ditimbulkan akibat kerusakan/penurunan nilai barang.

4. Biaya kekurangan persediaan (*shortage cost = p*)

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 mendapatkan keuntungan atau kehilangan konsumen pelanggan karena kecewa sehingga beralih ke tempat lain.

Biaya kekurangan persediaan dapat diukur dari:

1. Kuantitas yang tidak dapat dipenuhi. Biasanya diukur dari keuntungan yang hilang karena tidak dapat memenuhi permintaan atau dari kerugian akibat terhentinya proses produksi. Kondisi ini diistilahkan dengan biaya penalti (p).
2. Waktu pemenuhan. Lamanya gudang kosong berarti lamanya proses produksi terhenti atau lamanya perusahaan tidak mendapatkan keuntungan, sehingga waktu menganggur tersebut dapat diartikan sebagai uang yang hilang.
3. Biaya pengadaan darurat. Supaya konsumen tidak kecewa maka dapat dilakukan pengadaan darurat yang biasanya menimbulkan biaya yang lebih besar.

2.3 Pengendalian Persediaan

Menurut Handoko (2000) bahwa pengendalian persediaan adalah fungsi material yang sangat penting karena persediaan fisik banyak perusahaan melibatkan investasi rupiah terbesar dalam persediaan aktiva lancar, sedangkan menurut Kinarthi (2016) pengendalian persediaan adalah aktivitas-aktivitas dan teknik-teknik penjagaan stock barang-barang pada tingkat tertentu, baik berupa bahan baku, barang dalam proses dan produk jadi.

Dapat disimpulkan bahwa pengertian dari pengendalian persediaan adalah suatu aktivitas untuk menetapkan besarnya persediaan dengan

memperhatikan keseimbangan antara besarnya persediaan yang disimpan dengan biaya-biaya yang ditimbulkan.

2.4 Peramalan

2.4.1 Definisi Peramalan

Peramalan (*forecasting*) adalah suatu situasi atau kondisi yang diperkirakan akan terjadi pada masa yang akan datang. Menurut Khotler (1994), peramalan menjadikan pengelolaan dari suatu variable di masa datang akan terlihat, sehingga mempermudah dalam perencanaan-perencanaan untuk periode yang akan datang. Menurut Assauri (2008), metode peramalan adalah cara memperkirakan secara kuantitatif apa yang akan terjadi pada masa depan, berdasarkan pada data yang relevan di masa lalu. Oleh karena metode peramalan didasarkan atas data yang relevan pada masa lalu, maka metode peramalan ini dipergunakan dalam peramalan yang obyektif.

Peramalan yang dibuat selalu diupayakan agar dapat :

1. Meminimumkan pengaruh ketidak pastian terhadap perusahaan.
2. Peramalan bertujuan mendapatkan peramalan (*forecast*) yang bisa meminimumkan kesalahan meramal (*forecast error*) yang biasanya diukur dengan MSE (*Mean Squared Error*), MAE (*Mean Absolute Error*), dan sebagainya.

Peramalan yang baik adalah peramalan yang dilakukan dengan mengikuti langkah-langkah atau prosedur penyusunan yang baik yang akan menentukan kualitas atau mutu dari hasil peramalan yang disusun.

Pada dasarnya ada 3 langkah peramalan yang penting, yaitu (Assauri, 2004) :

1. Menganalisa data yang lalu, tahap ini berguna untuk pola yang terjadi pada masa lalu.
2. Menentukan data yang dipergunakan. Metode yang baik adalah metode yang memberikan hasil ramalan yang tidak jauh berbeda dengan kenyataan yang terjadi.
3. Memproyeksikan data yang lalu dengan menggunakan metode yang dipergunakan, dan mempertimbangkan adanya beberapa faktor perubahan (perubahan kebijakan-kebijakan yang mungkin terjadi, termasuk perubahan kebijakan pemerintah, perkembangan potensi masyarakat, perkembangan teknologi dan penemuan-penemuan baru).

Sedangkan prinsip-prinsip peramalan yang perlu dipertimbangkan adalah :

1. Peramalan melibatkan kesalahan (*error*), peramalan akan hanya mengurangi ketidakpastian tetapi tidak menghilangkannya.
2. Peramalan sebaiknya memakai tolak ukur kesalahan peramalan, pemakai harus tahu besar kesalahan, yang dapat dinyatakan dalam satuan unit atau persentase (*probability*) permintaan aktual akan jatuh dalam interval peramalan.
3. Peramalan famili produk lebih akurat dari pada peramalan produk individu (item).

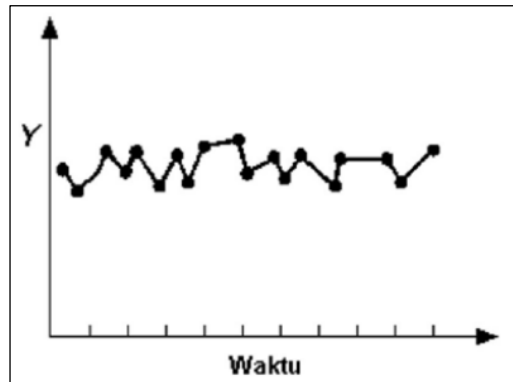
4. Peramalan jangka pendek lebih akurat dari pada peramalan jangka panjang, karena peramalan jangka pendek, kondisi yang mempengaruhi permintaan cenderung tetap atau berubah lambat, sehingga peramalan jangka pendek lebih akurat.
5. Jika memungkinkan coba melakukan perhitungan permintaan dari pada meramalkan permintaan.

2.4.2 Jenis Pola Data

Model *time series* seringkali dapat digunakan dengan mudah untuk meramal, sedangkan model kausal dapat digunakan dengan keberhasilan yang lebih besar untuk pengambilan keputusan dan kebijaksanaan. (Makridakis, 1999). Bilamana data yang diperlukan tersedia, suatu hubungan peramalan dapat dihipotesiskan baik sebagai fungsi dari waktu atau sebagai fungsi dari variabel bebas, kemudian diuji. Langkah penting dalam memilih model *time series* yang tepat adalah dengan mempertimbangkan jenis pola data, sehingga metode yang paling tepat dengan pola tersebut dapat diuji. Berikut jenis pola data menurut Alda Raharja (2010):

1. Data Stasioner atau *Horizontal*

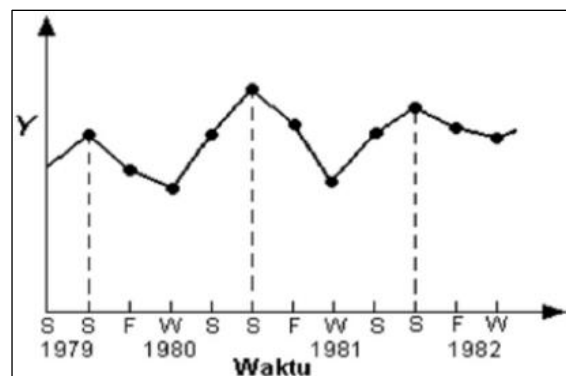
Pola data ini terjadi jika terdapat data yang berfluktuasi disekitar nilai rata-rata yang konstan. (Makridakis, 1999). Suatu produk yang penjualannya tidak meningkat atau menurun selama waktu tertentu termasuk jenis pola ini. Pola khas dari data horizontal atau stasioner seperti ini dapat dilihat dalam Gambar 2.1.



Gambar 2.1 Pola Data Stasioner/Horizontal
(sumber: Alda Raharja, 2010)

2. Data Musiman

Pola data ini terjadi jika terdapat suatu deret data yang dipengaruhi oleh faktor musiman (misalnya kuartal tahun tertentu, bulanan, atau hari-hari pada minggu tertentu). Penjualan dari produk seperti minuman ringan, es krim, dan bahan bakar pemanas ruang semuanya menunjukkan jenis pola ini. Untuk pola musiman kuartalan dapat dilihat Gambar 2.2.

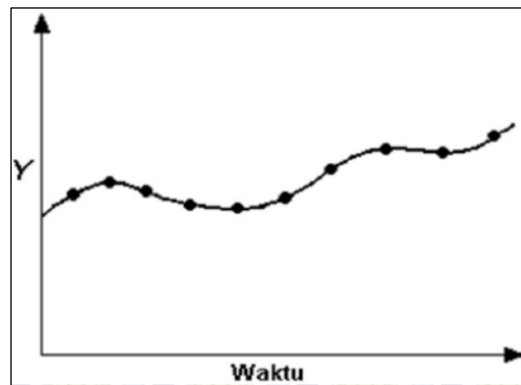


Gambar 2.2 Pola Data Musiman
(sumber: Alda Raharja, 2010)

3. Data Siklis

Pola data ini terjadi jika terdapat data yang dipengaruhi oleh fluktuasi ekonomi jangka panjang seperti yang berhubungan dengan siklus

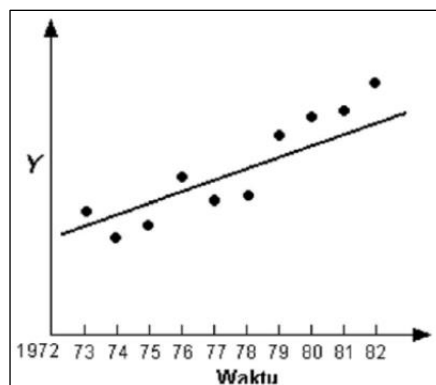
bisnis. Contoh: Penjualan produk seperti mobil, baja, dan peralatan utama lainnya. Jenis pola ini dapat dilihat pada Gambar 2.3.



Gambar 2.3 Pola Data Siklis
(sumber: Alda Raharja, 2010)

4. Data Trend

Pola data ini terjadi jika terdapat kenaikan atau penurunan sekuler jangka panjang dalam data. Contoh: Penjualan banyak perusahaan, GNP dan berbagai indikator bisnis atau ekonomi lainnya. Jenis pola ini dapat dilihat pada Gambar 4.



Gambar 2.4 Pola Data Trend
(sumber: Alda Raharja, 2010)

2.4.3 Metode – Metode Peramalan

1. Metode Kualitatif

Metode peramalan kualitatif adalah metode yang dalam memperoleh data yang diperlukan lebih didasarkan pada data yang didasarkan pada

penggunaan intuitif ataupun subjektif. Sehingga, seringkali data peramalan menggunakan metode kualitatif ini tidak dapat digunakan pada metode kuantitatif yang data yang diperlukan berdasarkan pada data historis (Robbiarni, 2004). Menurut Cindy Baktiar (2015) metode kualitatif terbagi menjadi dua yaitu:

1. Metode Eksploratoris merupakan metode yang dimulai dengan masa lalu dan masa kini sebagai titik awalnya dan bergerak kearah masa depan dengan melihat semua kemungkinan yang ada.
2. Metode Normatif merupakan metode yang dimulai dengan menetapkan sasaran dan tujuan yang akan datang, kemudian bekerja mundur untuk melihat apakah hal ini dapat dicapai berdasarkan kendala, sumber daya, dan teknologi yang tersedia.

2. Metode Kuantitatif

Menurut Yudaruddin (2019) metode kuantitatif merupakan metode peramalan yang sangat mengandalkan alat-alat statistik yang dimana metode ini disusun secara sistematis dan standar yang berupaya meminimalkan kesalahan peramalan. Ada beberapa metode kuantitatif yang seringkali membutuhkan data historis yang terbatas, murah dan mudah digunakan dan yang dapat diterapkan secara mekanis, sebagai berikut:

1. *Time Series*

Menurut Cindy Baktiar (2015) metode *time series* merupakan metode yang pada umumnya selalu berdasarkan atas pengguna

analisa pola hubungan antara variabel yang akan diperkirakan dengan variabel waktu. Berikut merupakan metode yang dapat digunakan dalam *time series* (Yudaruddin, 2019):

1. Metode *Single Exponential Smoothing*

Metode *exponential smoothing* bergantung pada asumsi bahwa data itu diam dengan rata-rata yang bervariasi. Jadi, dapat diartikan bahwa rata-rata tidak diperbaiki sepanjang waktu, melainkan berubah, atau berevolusi sepanjang waktu. Selain itu, pengamatan terbaru memainkan peran yang lebih penting dalam membuat perkiraan daripada yang diamati di masa lalu.

Smoothing eksponensial tergantung pada tiga bagian data: aktual terkini, perkiraan terbaru, dan konstanta *smoothing*. Nilai yang ditetapkan untuk α (konstanta *smoothing*) adalah kunci untuk perkiraan. Jika deret waktu tampak berevolusi dengan cukup lancar, maka perlu memberikan bobot lebih besar pada nilai aktual terkini. Di sisi lain, jika deret waktu cukup tidak menentu, lebih sedikit bobot ke nilai aktual terkini yang diinginkan. Formula dari *single exponential smoothing* adalah:

$$F_{t+1} = \alpha A_t + (1 - \alpha) F_t \dots\dots\dots (2.1)$$

Keterangan:

F_t = Hasil peramalan pada periode t

F_{t+1} = Hasil peramalan pada periode setelahnya

α = Konstanta *smoothing* peramalan (sebagai pembobot) ($0 \leq \alpha \leq 1$)

A_t = Data aktual pada periode t

Penentuan konstanta dapat ditentukan dengan cara *trial and error* (coba-coba). Namun beberapa pendekatan dapat digunakan dalam memilih konstanta *smoothing*. Pertama, jika diinginkan banyak penghalusan, maka nilai alpha yang paling kecil yang dapat digunakan (0,1). Kedua, dalam pilihan konstanta *smoothing* juga dipengaruhi oleh karakteristik deret waktu. Semakin bervariasi (bergerigi) penampilan suatu deret waktu, semakin besar kemungkinan bahwa perubahan besar dalam satu arah diikuti oleh perubahan besar dalam arah yang berlawanan. Jadi dalam situasi seperti itu, pilihan terbaik penghalusan konstan adalah $\alpha = 0,1$. Ketika dihadapkan dengan serangkaian sedemikian rupa sehingga data menunjukkan perilaku sangat variatif maka nilai konstan 0,9 menjadi pilihan yang tepat.

2. Metode *Croston*

Metode-metode yang sudah dijelaskan diatas kurang dapat diterapkan pada pola permintaan *lumpy*. Permintaan *lumpy* adalah permintaan rendah dan ketidakpastian tentang kapan dan berapa jumlah permintaan sangat tinggi. Metode yang secara umum digunakan untuk membuat ramalan permintaan *lumpy*

adalah metode Croston (Shenstone, 2005). Metode ini terdiri dari metode pemulusan eksponensial tunggal terpisah untuk meramalkan jumlah permintaan dan jarak waktu antar permintaan. Permintaan pada periode t dilambangkan dengan A_t . Jika $A_t > 0$ (ada permintaan), pembaruan peramalan untuk rata-rata jumlah permintaan dan rata-rata jumlah periode antara permintaan yang satu dan permintaan berikutnya ditentukan dengan persamaan:

$$Z_{t+1} = \alpha A_t + (1 - \alpha) Z_t \dots\dots\dots (2.2)$$

$$N_{t+1} = \alpha B_t + (1 - \alpha) N_t \dots\dots\dots (2.3)$$

Dimana α adalah konstanta pemulusan, B_t adalah jumlah periode sejak permintaan terakhir, Z_{t+1} adalah ramalan jumlah permintaan rata-rata pada akhir periode t , dan N_{t+1} adalah perkiraan jumlah periode antara rata-rata permintaan yang satu dengan permintaan berikutnya. Jika $A_t = 0$, ramalan tidak perlu diperbarui.

2. Kausal

Metode peramalan kausal sendiri mengembangkan suatu model sebab akibat (*causal relationship*) diantara variabel yang akan diramalkan (permintaan) dan satu atau lebih variabel lain yang berpengaruh terhadapnya (Juniarti, 2018). Contohnya permintaan terhadap *smartphone* mungkin berhubungan dengan banyaknya

populasi masyarakat, lingkungan atau budaya, jenis kelamin, pekerjaan.

2.4.4 Ukuran Kesalahan Peramalan

Menurut Cindy Baktiar (2015) bahwa ukuran kesalahan adalah penyimpangan antara aktual demand dengan hasil peramalan. Peramalan adalah hasil taksiran kita akan suatu nilai dimasa yang akan datang, karena masih berupa taksiran maka besar kemungkinan adanya kesalahan pada peramalan. Kesalahan peramalan dapat diketahui dengan melakukan pengurang antara data actual dengan data peramalan. Ukuran peramalan yang digunakan adalah :

1. MAD (*Mean Absolute Defiation*)

Mean Absolute Deviation mengukur ukuran kesalahan dalam satuan. Hal tersebut dihitung sebagai rata-rata kesalahan yang tidak ditandatangani, seperti yang ditunjukkan pada rumus di bawah ini.

$$MAD = \frac{1}{n} \sum |Actual - Forecast| \dots\dots\dots (2.4)$$

MAD secara statistik baik untuk digunakan ketika menganalisis kesalahan untuk satu item. Namun, jika dilakukan agregasi MAD pada banyak item, diperlukan ketelitian tentang produk volume tinggi yang mendominasi hasil lebih lanjut tentang hasil evaluasi dengan MAD (Henke, 1995).

2. MSE (*Mean Square Error*)

Menurut Makridakis (1999), ukuran kesalahan peramalan digunakan untuk mengevaluasi nilai parameter peramalan. Nilai parameter

peramalan yang terbaik adalah nilai yang memberikan kesalahan peramalan yang terkecil. Persamaan yang dapat digunakan untuk menghitung ukuran kesalahan peramalan tersebut dinyatakan sebagai berikut.

$$MSE = \frac{1}{n} \sum (Actual - Forecast)^2 \dots\dots\dots (2.5)$$

3. MAPE (*Mean Absolute Percentage Error*)

Mean Absolute Percentage Error (MAPE) adalah ukuran statistik seberapa akurat dari suatu hasil forecast. Ini mengukur akurasi ini sebagai persentase, dan dapat dihitung sebagai kesalahan persentase absolut rata-rata untuk setiap periode waktu dikurangi nilai aktual dibagi dengan nilai aktual.

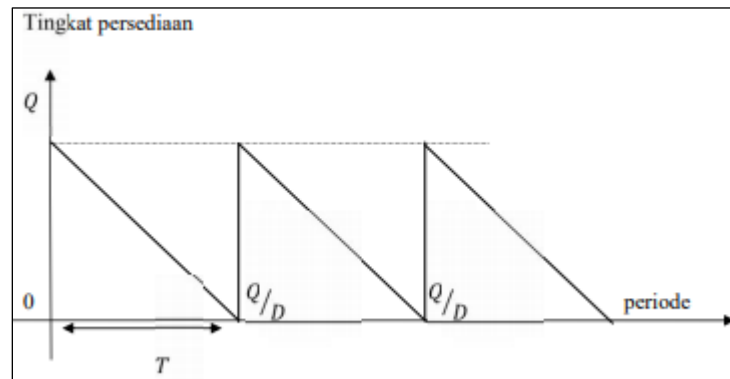
$$MAPE = \frac{1}{n} \sum_{i=1}^n \left| \frac{Actual - Forecast}{Actual} \right| \dots\dots\dots (2.6)$$

Rasio persentase absolut rata-rata (MAPE) adalah ukuran paling umum yang digunakan untuk meramalkan kesalahan, dan berfungsi paling baik jika tidak ada data ekstrem (dan tidak ada nol).

2.5 *Economic Order Quantity* (EOQ) Multi Item

Economic Order Quantity (EOQ) Multi Item adalah metode pengendalian pemesanan beberapa jenis bahan baku yang optimal dengan biaya persediaan serendah mungkin. Metode EOQ ini memiliki tujuan untuk menentukan jumlah setiap kali pemesanan sehingga dapat meminimumkan total biaya persediaan yang dikeluarkan yaitu biaya penyimpanan dan biaya pemesanan. Metode EOQ multi item merupakan metode EOQ dengan

pembelian secara bersamaan (*joint purchase*) untuk beberapa jenis bahan baku (Kriswardhana, 2020).



Gambar 2.5 Model Persediaan EOQ
(sumber: Waldi, 2012)

Beberapa asumsi yang digunakan dalam penerapan EOQ multi item yaitu:

1. Permintaan setiap bahan baku konstan dan diketahui dengan pasti, waktu tunggu (*lead time*) juga diketahui dengan pasti. Oleh karena itu tidak ada *stockout* maupun biaya *stockout*.
2. Waktu tunggu (*lead time*) sama untuk semua bahan baku, yaitu semua bahan baku yang dipesan akan datang secara bersamaan pada waktu yang sama untuk setiap siklus.
3. Biaya penyimpanan (*holding cost*), harga per unit (*unit cost*) dan biaya pemesanan (*ordering cost*) untuk setiap bahan baku diketahui. Tidak ada perubahan dalam biaya per unit (*quantity discount*), biaya pemesanan, dan biaya penyimpanan.

Beberapa asumsi yang digunakan tidak berbeda dengan metode EOQ *single item*, akan tetapi ditambah lagi dengan dua asumsi, yaitu :

1. Biaya pemesanan untuk masing-masing jenis persediaan adalah sama.
2. Biaya penyimpanan yang dinyatakan dalam % dari nilai rata-rata persediaan adalah sama.

Pada penelitian yang dilakukan Olaviane (2019) menjabarkan rumus EOQ multi item (dalam rupiah) adalah sebagai berikut:

$$Q_s (Rp) = \sqrt{\frac{2(S+\sum si)A}{i}} \dots\dots\dots (2.7)$$

Selanjutnya rumus EOQ (dalam rupiah) untuk masing-masing item adalah sebagai berikut

$$EOQ (Rp) = \left(\frac{a^i}{A}\right) Q_s (Rp) \dots\dots\dots (2.8)$$

Sedangkan nilai EOQ untuk masing-masing item (dalam unit)

$$EOQ (Pcs) = \left(\frac{EOQ (Rp)}{C}\right) \dots\dots\dots (2.9)$$

Untuk menghitung total biaya perseediaan atau *total cost* (TC), sebagai berikut

$$TC = \frac{S \cdot R}{EOQ (Pcs)} + \frac{EOQ(Pcs) \times Ki}{2} \dots\dots\dots (2.10)$$

Untuk menghitung ekspektasi banyaknya pemesanan selama satu tahun, sebagai berikut [5]:

$$m = \frac{R}{EOQ (Pcs)} \dots\dots\dots (2.11)$$

Keterangan:

S = biaya pemesanan yang tidak tergantung jumlah item pada setiap kali pesan,

Si = biaya pemesanan tambahan karena adanya penambahan item ke-i dalam pesanan,

k = biaya simpan (%),

Q = jumlah pemesanan yang ekonomis untuk satu kali pesan (unit),

C = harga beli produk per unit (Rp),

R = jumlah kebutuhan produk per tahun, a_i = biaya pembelian yang diperlukan selama periode tertentu untuk item i (dalam rupiah),

A = jumlah biaya pembelian yang diperlukan selama periode perencanaan untuk semua jenis item (dalam rupiah),

C_i = harga beli per unit item ke- i (satunya rupiah/unit),

m = kuantitas pemesanan per tahun.

2.6 *Lagrange Multiplier*

Banyak model persediaan yang digunakan untuk mengelola persediaan lebih dari satu tipe produk (multi item), karena umumnya banyak perusahaan yang hanya memiliki satu tempat penyimpanan namun sering digunakan untuk menyimpan lebih dari satu tipe produk. Pembahasan dalam penelitian ini mengacu kepada persediaan multi item produk jadi (*finished good*).

Permasalahan ini diformulasikan melalui model optimasi dengan pembatas dan penyelesaiannya menggunakan metode *Lagrange Multiplier*. Dalam penerapannya metode ini hanya mengacu kepada satu atau dua kendala. Kasus ini pendekatan awalnya akan mempertimbangkan permasalahan anggaran biaya dengan menghendaki pada banyak titik solusi, namun total investasi dalam persediaan tidak melebihi B satuan uang yang diwakili oleh formulasi (Agus Setiawan, 2012):

$$\sum_{i=1}^n C_i Q_i \leq B \dots\dots\dots (2.12)$$

Keterangan

C_i = harga satuan unit item produk i dalam rupiah

Q_i = kuantitas pesanan optimal item produk i dalam unit

B = besarnya investasi dalam persediaan dalam rupiah

Jika n adalah jumlah item, maka tujuan dari penyelesaian permasalahan ini adalah untuk meminimisasi total biaya persediaan per periode. Sebagai langkah awal maka perlu dicari kuantitas pemesanan paling optimal dengan mengabaikan adanya konstrain atau kendala, sehingga untuk mendapatkan nilai Q_i^* digunakan formulasi:

$$Q_i^* = \sqrt{\frac{2A_i D_i}{a C_i}} \dots\dots\dots (2.13)$$

Dari perhitungan melalui persamaan (2.13), cek kondisinya dengan mensubstitusikan nilai Q_i^* pada persamaan (2.12). Apabila nilai Q_i^* belum memuaskan, maka metode Lagrange mulai digunakan. Permasalahan ini dapat diselesaikan dengan mengembangkan *Lagrange Expression* (LE) atau persamaan Lagrange, yakni:

$$LE(Q_i, \lambda) = \sum_{i=1}^n \left(\frac{A_i D_i}{Q_i} + \frac{a}{2} C_i Q_i \right) + \lambda (\sum_{i=1}^n C_i Q_i - B) \dots\dots\dots (2.14)$$

Notasi λ adalah faktor pengali Lagrange. Dengan mengambil turunan atau derivatif dari persamaan (2.14) yang dikondisikan pada nilai Q_i , λ , dan menyelesaikan persamaan tersebut dengan ruas kanan disamadengankan nol, maka diperoleh formulasi:

$$Q_{L_i}^* = \sqrt{\frac{2 A_i D_i}{C_i (a + 2\lambda^*)}} \dots\dots\dots (2.15)$$

Nilai Q_{Li}^* adalah kuantitas pemesanan optimal yang diperoleh dari penggunaan metode Lagrange. Harga dari λ^* dapat diperoleh dengan formulasi:

$$\lambda^* = \frac{1}{2} \left(\frac{1}{B} \sum \sqrt{2 A_i D_i C_i} \right)^2 - \frac{a}{2} \dots\dots\dots (2.16)$$

Kemudian mensubstitusikannya ke persamaan (2.15) dan akan memberikan persamaan:

$$Q_{Li}^* = \frac{B}{\sum_{i=1}^n C_i Q_i^*} Q_i^* = \frac{B}{E} Q_i^* \dots\dots\dots (2.17)$$

Untuk Q_i^* dicari dengan persamaan (2.13) dan E dicari dengan persamaan:

$$E = \sum_{i=1}^n C_i Q_i^* \dots\dots\dots (2.18)$$

Sedangkan untuk kendala ruang penyimpanan, total ruang penyimpanan dihitung dengan formulasi:

$$\sum_{i=1}^n F_i Q_{Li}^* \leq S - S_a \dots\dots\dots (2.19)$$

Selanjutnya, untuk mencari total investasi dari perhitungan Lagrange dikondisikan pada total investasi dari kebijakan perusahaan dan dapat dicari dengan formulasi:

$$\sum_{i=1}^n C_i Q_{Li}^* \leq B \dots\dots\dots (2.20)$$

Keterangan:

C_i = harga item per unit dalam rupiah

A_i = biaya pengadaan atau pemesanan per item dalam rupiah

D_i = permintaan hasil peramalan dalam unit

B = investasi maksimum yang diijinkan di perusahaan dalam rupiah

E = total investasi persediaan tanpa konstrain dalam rupiah

Q_i^* = kuantitas pemesanan optimal tanpa konstrain dalam unit

Q_{Li}^* = kuantitas pemesanan optimal dengan Lagrange dalam unit

Q_i = kuantitas pemesanan hasil peramalan dalam unit

λ^* = faktor pengali Lagrange

a = biaya penyimpanan inventori dalam persentase

S = kapasitas gudang

S_a = kapasitas persediaan akhir

2.7 Stok Pengaman (*Safety Stock*)

Safety stock adalah persediaan tambahan yang diadakan untuk melindungi atau menjaga kemungkinan terjadinya kekurangan bahan (*stock out*). *Stock out* dapat disebabkan oleh adanya penggunaan bahan baku yang lebih besar dari perkiraan semula atau adanya keterlambatan bahan baku yang dipesan.

Menurut Gaspersz (2012) tujuan dari *safety stock* adalah untuk mencegah *stock out* selama waktu menunggu pesanan inventory. Stok pengaman akan bergantung pada beberapa hal berikut antara lain variabilitas permintaan selama waktu menunggu (DDLT = *demand during lead time*), frekuensi pemesanan, *service level* yang digunakan, dan lama waktu menunggu (*lead time*). Stok pengaman (*safety stock*) dapat dihitung dengan menggunakan formula berikut.

$$SS = Z \times STD \times \sqrt{L} \dots\dots\dots (2.21)$$

Keterangan :

SS = *Safety stock* (satuan unit)

Z = *Safety factor* (faktor pengaman) dan sangat bergantung pada *service level*

STD = *Standard deviation* dari permintaan inventori harian

L = *Lead time* (waktu menunggu)

Tujuan penentuan *safety stock* dengan *service level* tertentu adalah mengurangi risiko kekurangan persediaan tersebut menjadi hanya x satuan persen. Bila diinginkan risiko kekurangan persediaan adalah sebesar 5%, maka tingkat keyakinan tidak terjadi kekurangan persediaan adalah 95% (yaitu didapat dari 100%-5%). Contoh lain bila diinginkan keyakinan tidak terjadinya kehabisan persediaan adalah sebesar 90%, maka risiko terjadinya kehabisan persediaan adalah sebesar 10 (100%-90%) (Gaspersz, 2012).

2.8 Titik Pemesanan Kembali (*Reorder Point*)

Reorder point (sinonim; *reorder point*, *trigger level*, *statistical order point*) adalah suatu teknik pengisian kembali *inventory* apabila *total stock on hand plus on order* jatuh atau berada di bawah titik pemesanan kembali (*reorder point*). *Order point system* (sinonim: *statistical order point*) merupakan metode *inventory* yang menempatkan suatu pesanan untuk *lot* tertentu apabila kuantitas *on hand* berkurang sampai tingkat yang ditentukan terlebih dahulu yang dikenal sebagai *order point*. Titik pemesanan kembali ini merupakan level terendah *inventory*, dimana pada level tersebut perusahaan sudah harus melakukan pemesanan (pembelian/pengisian) kembali untuk memenuhi kebutuhan ke depannya (Gaspersz, 2012).

$$ROP = DDLT + SS \dots\dots\dots (2.22)$$

$$ROP = SS + (LT \times T) \dots\dots\dots (2.23)$$

Keterangan :

ROP = *Reorder point* (satuan unit)

DDLT = Permintaan *inventory* selama waktu menunggu (*demand during lead time*) $DDLT = d \times l$ = rata-rata permintaan harian x *lead time* (waktu menunggu).

SS = Stok pengaman (*safety stock*)

LT = *Lead Time*

T = Pemakaian barang rata-rata per periode