

Tugas Akhir

**ANALISIS PENGENDALIAN PERSEDIAAN DALAM
MEMINIMALKAN BIAYA PERSEDIAAN *SPARE PART*
MENGUNAKAN MODEL Q
(Studi Kasus PT. Ratema Pinrang)**



Oleh :

NURLAILA LATIF

D071 17 1018

DEPARTEMEN TEKNIK INDUSTRI

FAKULTAS TEKNIK

UNIVERSITAS HASANUDDIN

GOWA

2021

**ANALISIS PENGENDALIAN PERSEDIAAN DALAM MEMINIMALKAN
BIAYA PERSEDIAAN *SPARE PART* MENGGUNAKAN MODEL Q**

(Studi Kasus PT. Ratema Pinrang)

OLEH :

NURLAILA LATIF

D071 17 1018

SKRIPSI

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



DEPARTEMEN TEKNIK INDUSTRI

FAKULTAS TEKNIK

UNIVERSITAS HASANUDDIN

GOWA

2021

LEMBAR PERNYATAAN KEASLIAN

Saya yang bertanda tangan dibawah ini:

Nama : Nurlaila Latif

NIM : D071 17 1018

Program Studi : Teknik Industri

Judul Tugas Akhir : Analisis Pengendalian Persediaan Dalam Meminimalkan Biaya Persediaan *Spare Part* Menggunakan Model Q (Studi Kasus PT. Ratema Pinrang)

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 ketidakbenaran 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, 11 Oktober 2021

Yang Membuat Pernyataan



Nurlaila Latif
D071 17 1018

LEMBAR PENGESAHAN

Judul Tugas Akhir:

ANALISIS PENGENDALIAN PERSEDIAAN DALAM MEMINIMALKAN BIAYA PERSEDIAAN *SPARE PART* MENGGUNAKAN MODEL Q

(Studi Kasus PT. Ratema Pinrang)

Disusun oleh:

NURLAILA LATIF

D071 17 1018

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. 196810051996031002

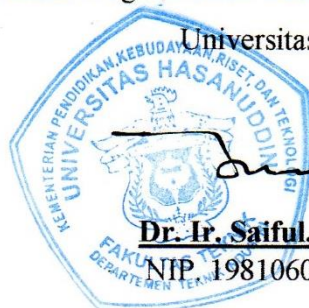
Dosen Pembimbing II



Dr. Eng. Ir. Irwan Setiawan, ST., MT
NIP. 197606022005011002

Mengetahui,

Ketua Program Studi Teknik Industri Fakultas Teknik
Universitas Hasanuddin



Dr. Ir. Saiful, ST., MT., IPM
NIP. 198106062006041004

ABSTRAK

PT. Ratema Pinrang merupakan perusahaan penyedia *spare part* mesin panen padi, dimana salah satu *spare part* yang kerap mengalami masalah yaitu *Crawler* yang merupakan ban pada mesin panen. Masalah yang terjadi yaitu adanya kondisi kehabisan persediaan (*stockout*) dan *Crawler* ini merupakan *spare part* yang memiliki biaya pembelian tertinggi diantara *spare part* lainnya, sehingga penelitian ini bertujuan untuk merencanakan dan mengendalikan persediaan agar dapat mengatasi masalah *stockout* tersebut dan meminimalkan total biaya persediaan.

Penelitian ini dilakukan menggunakan model Q kondisi *backorder* dan kondisi *lost sales*, dimana sebelumnya dilakukan juga perhitungan peramalan menggunakan metode *time series*. Model Q atau yang dikenal juga *Continues Review System* merupakan model pengendalian persediaan dimana kuantitas pemesanan selalu tetap dengan waktu pemesanan yang bervariasi. Pengendalian persediaan model Q ini membantu perusahaan dalam menentukan ukuran pemesanan (Q), titik pemesanan kembali (r), dan *safety stock* (SS) yang optimal.

Berdasarkan hasil penelitian yang dilakukan diperoleh hasil bahwa model Q *backorder* merupakan metode yang memiliki total biaya persediaan yang paling minimal yaitu sebesar Rp.4.363.654.869 per tahun dibandingkan kondisi model Q *lost sales* dan berdasarkan kondisi perusahaan, dimana dapat dilakukan penghematan biaya persediaan sekitar 1,44 % atau Rp.63.847.650, sehingga metode probabilitas model Q ini dapat dijadikan alternatif oleh PT. Ratema Pinrang dalam menentukan kebijakan pengendalian persediaan pada *Crawler*.

Kata Kunci : Persediaan, Model Q Probabilistik, *Backorder*, *Lost Sales*

ABSTRACT

PT. Ratema Pinrang is a company that provides spare parts for rice harvesting machines, and the spare parts that often has problems is Crawler which is the tire on the harvesting machine. The problem that occurs are stockout condition and this Crawler is a spare part that has the highest purchase cost among other spare parts, so this reserach aims to plan and control inventory in order to overcome the stockout problem and minimize the total inventory cost.

This research related to inventory control was carried out using the Q model for backorder conditions and lost sales conditions, where previously forecasting calculations were carried out using the time series method. The Q model or also known as the Continues Review System is a inventory control model where the order quantity is always fixed with varying order times. This Q model inventory control helps the company in determining the optimal order size (Q), reorder point (r), and safety stock (SS).

Based on the results of the research, show that the Q backorder model is a method that has the minimum total inventory cost of Rp.4.363.654.869 per year compared to the condition of the Q model lost sales and based on the condition of the company (existing), which can save inventory costs. around 1,44% or Rp.63.847.650, so this Q model can be used as an alternative by PT. Ratema Pinrang in determining inventory control policies on Crawler.

Keywords: Q Model, Backorder, Lost Sales, Total Inventory Cost

KATA PENGANTAR

Alhamdulillahirobbil'alamin, segala puji bagi Allah SWT., yang telah melimpahkan rahmat, petunjuk, dan kasih sayang-Nya kepada hamba-Nya, terkhusus kepada Penulis sehingga dapat menyelesaikan Tugas Akhir dengan judul “Analisis Pengendalian Persediaan Dalam Meminimalkan Biaya Persediaan *Spare Part* Menggunakan Model Q Kondisi *Backorder* dan *Lost Sales* Dengan Solusi Hadley-Within (Studi Kasus : PT. Ratema Pinrang), yang merupakan salah satu persyaratan untuk memperoleh gelar Sarjana Teknik pada Departemen Teknik Industri Fakultas Teknik Universitas Hasanuddin. Shalawat salam senantiasa tercurahkan kepada Nabi Muhammad SAW., yang telah membimbing dan membawa kita menuju ke zaman yang dipenuhi dengan ilmu pengetahuan.

Dalam penyusunan Tugas Akhir ini banyak hambatan dan rintangan yang Penulis hadapi, namun pada akhirnya dapat dilalui berkat pertolongan Allah SWT. dan doa dari kedua orangtua, serta bimbingan dan bantuan dari berbagai pihak. Untuk itu, pada kesempatan ini, Penulis menyampaikan ucapan terima kasih kepada:

1. Kedua orangtua yang senantiasa memberikan doa yang tiada hentinya, serta dukungan baik moril maupun materil kepada Penulis.
2. Dr. Ir. Saptas Asmal, S.T., M.T. selaku Dosen Pembimbing I yang telah bersedia meluangkan waktu dan memberikan arahan selama penyusunan Tugas Akhir.
3. Dr. Eng. Ir. Irwan Setiawan, S.T., M.T. selaku Dosen Pembimbing II yang telah bersedia meluangkan waktu dan memberikan arahan selama penyusunan Tugas Akhir.
4. Dr. Saiful, S.T, M.T. selaku Ketua Departemen Teknik Industri Fakultas Teknik Universitas Hasanuddin.
5. Seluruh jajaran Dosen dan Staf Departemen Teknik Industri Fakultas Teknik Universitas Hasanuddin.
6. Kakak-kakak dan keluarga besar yang telah memberikan dukungan baik moril maupun materil, serta doa yang tiada henti-hentinya kepada Penulis.

7. Seluruh karyawan PT. Ratema Pinrang yang telah memberikan izin penelitian dan membantu kelancaran penelitian ini.
8. Teman-teman Kaizen 2017 yang memberikan dukungan dan tempat Penulis berdiskusi dan berbagi suka duka selama masa kuliah dan dalam proses menyelesaikan Tugas Akhir.
9. Teman-teman masa SMA dan teman-teman KKN yang memberikan dukungan dan motivasi.
10. Semua pihak yang tidak dapat disebutkan satu per satu yang telah membantu dan memberikan dukungan.
11. Terakhir, Penulis ingin mengucapkan terima kasih kepada diri sendiri karena telah bekerja keras dan berusaha, terima kasih tetap percaya dan bangkit di saat terjatuh, terima kasih telah menemani dan bekerja sama dengan baik dengan selalu sehat, semoga kedepannya tetap diberi kesehatan, dan terima kasih atas segala hal baik yang terjadi.

Penulis menyadari bahwa Tugas Akhir ini masih jauh dari sempurna dikarenakan terbatasnya pengalaman dan pengetahuan yang dimiliki Penulis. Oleh karena itu, Penulis mengharapkan saran serta masukan dari berbagai pihak. Semoga Tugas Akhir ini dapat bermanfaat bagi pembaca dan semua pihak.

Gowa, 2021

Penulis

DAFTAR ISI

SAMPUL	i
LEMBAR PERNYATAAN KEASLIAN	iii
LEMBAR PENGESAHAN	iv
ABSTRAK	v
ABSTRACT	vi
KATA PENGANTAR.....	vii
DAFTAR ISI.....	ix
DAFTAR GAMBAR.....	xi
DAFTAR TABEL	xii
DAFTAR NOTASI.....	xiii
BAB I PENDAHULUAN.....	1
1.1 Latar Belakang	1
1.2 Rumusan Masalah	4
1.3 Tujuan Penelitian	4
1.4 Batasan Masalah	4
1.5 Manfaat Penelitian	5
BAB II TINJAUAN PUSTAKA.....	6
2.1 Penelitian Terdahulu	6
2.2 Persediaan	8
2.2.1 Fungsi Persediaan.....	9
2.2.2 Tipe-Tipe Persediaan.....	9
2.3 Biaya-Biaya Dalam Sistem Persediaan.....	10
2.3.1 Biaya pembelian (<i>purchasing cost</i>).....	10
2.3.2 Biaya pengadaan (<i>procurement cost</i>).....	10
2.3.3 Biaya penyimpanan (<i>holding cost</i>).....	10
2.3.4 Biaya kekurangan persediaan	10
2.4 Peramalan.....	11
2.4.1 Tipe peramalan	11
2.4.2 Jangka Waktu Peramalan	11
2.4.3 Metode <i>Time Series</i>	12
2.4.4 Kesalahan Peramalan	14
2.5 Model Pengendalian Persediaan	15
2.6 Model Probabilistik Q (<i>Continuous Review System (CRS)</i>).....	17
2.6.1 Solusi dengan Hadley-Within pada kondisi <i>Backorder</i>	18
2.6.2 Solusi dengan <i>Hadley-Within</i> pada kondisi <i>Lost Sales</i>	19
2.7 <i>Safety Stock</i>	20
2.8 <i>Service Level</i> (Tingkat Layanan)	20
BAB III METODOLOGI PENELITIAN	21
3.1 Objek Penelitian.....	21
3.2 Sumber Data	21
3.3 Metode Pengumpulan Data.....	21
3.4 Metode Analisis Data.....	22
3.5 Diagram Alir Penelitian	23
3.6 Kerangka Pikir	24

BAB IV PENGUMPULAN DAN PENGOLAHAN DATA	26
4.1 Pengumpulan Data	26
4.2 Biaya Persediaan	27
4.2.1 Biaya Pembelian (<i>Purchasing Cost</i>)	27
4.2.2 Biaya Pemesanan (<i>Ordering Cost</i>)	27
4.2.3 Biaya Penyimpanan (<i>Holding Cost</i>)	28
4.2.4 Biaya Kekurangan Persediaan	28
4.3 Pengolahan Data	28
4.3.1 Uji Normalitas Data	28
4.3.2 Mengidentifikasi pola historis data aktual <i>Crawler</i>	31
4.3.3 Peramalan Metode <i>Single Moving Average</i> (SMA)	32
4.3.4 Peramalan Metode <i>Weighted Moving Average</i>	34
4.3.5 Perbandingan Kesalahan Nilai Peramalan	36
4.4 Parameter Perhitungan Biaya Persediaan	38
4.5 Perhitungan Persediaan dan Biayanya Berdasarkan Model Q <i>Backorder</i>	39
4.6 Perhitungan Persediaan dan Biayanya Berdasarkan Model Q <i>Lost Sales</i>	51
4.7 Perhitungan Persediaan dan Biayanya Berdasarkan Kondisi Perusahaan	64
4.8 Perbandingan Total Biaya Persediaan	66
BAB V ANALISA DAN PEMBAHASAN	68
5.1 Analisis Peramalan	68
5.2 Analisis Berdasarkan Model Q <i>Backorder</i>	69
5.3 Analisis Berdasarkan Model Q <i>Lost Sales</i>	74
5.4 Analisis Perbandingan Total Biaya Persediaan antara Model Q <i>Backorder</i> , <i>Lost Sales</i> , dan Kondisi Perusahaan	75
BAB VI PENUTUP	79
6.1 Kesimpulan	79
6.2 Saran	80
DAFTAR PUSTAKA	81
LAMPIRAN	84
Lampiran 1. Gambar <i>Crawler</i>	84
Lampiran 2. Data <i>Stock Crawler</i> dan Permintaan Pelanggan PT. Ratema Pinrang	85
Lampiran 3. Hasil Peramalan <i>Single Moving Average</i> (SMA)	87
Lampiran 4. Hasil Peramalan <i>Weighted Moving Average</i> (WMA)	92
Lampiran 5. Grafik Perbandingan Data Aktual dan Hasil Peramalan	97
Lampiran 6. Tabel Distribusi Normal	98
Lampiran 7. Tabel Fungsi Densitas Distribusi Normal	100
Lampiran 8. Pengendalian Persediaan Model P	101
Lampiran 9. Foto Kegiatan Penelitian	105

DAFTAR GAMBAR

Gambar 2. 1 Situasi Inventori Dengan Metode Q.....	17
Gambar 3. 1 Diagram Alir Penelitian	23
Gambar 3. 2 Kerangka Pikir	25
Gambar 4. 1 Pola Data Permintaan <i>Crawler</i> DC 60	31
Gambar 4. 2 Pola Data Permintaan <i>Crawler</i> DC 70	31
Gambar 4. 3 Pola Data Permintaan <i>Crawler</i> AW 70.....	31
Gambar 4. 4 Pola Data Permintaan <i>Crawler</i> AW 82.....	32
Gambar 4. 5 Pola Data Permintaan <i>Crawler</i> YH 850.....	32
Gambar 4. 6 Grafik Perbandingan Data Aktual dan Peramalan	38
Gambar 5. 1 Perbandingan Total Biaya Persediaan Model Q <i>Backorder, Lost Sales</i> , dan Kondisi Perusahaan	77

DAFTAR TABEL

Tabel 2. 1 Penelitian Terdahulu	7
Tabel 4. 1 Data Permintaan <i>Crawler</i>	26
Tabel 4. 2 Biaya Pembelian	27
Tabel 4. 3 Biaya Pemesanan	27
Tabel 4. 4 Biaya Penyimpanan.....	28
Tabel 4. 5 Biaya Kekurangan Persediaan.....	28
Tabel 4. 6 Hasil Peramalan SMA <i>Crawler</i> DC 60.....	34
Tabel 4. 7 Hasil Peramalan WMA <i>Crawler</i> DC 60	36
Tabel 4. 8 Perbandingan Nilai Kesalahan Peramalan	37
Tabel 4. 9 Hasil Peramalan Permintaan <i>Crawler</i>	37
Tabel 4. 10 Parameter Perhitungan Biaya Persediaan	38
Tabel 4. 11 Total Biaya Persediaan <i>Crawler</i> Model Q <i>Backorder</i>	51
Tabel 4. 12 Total Biaya Persediaan <i>Crawler</i> Model Q <i>Lost Sales</i>	64
Tabel 4. 13 Data Kehabisan Persediaan (<i>Stockout</i>) pada <i>Crawler</i>	64
Tabel 4. 14 Total Biaya Persediaan <i>Crawler</i> Berdasarkan Kondisi Perusahaan ..	66
Tabel 4. 15 Perbandingan Kebijakan Persediaan <i>Crawler</i>	66
Tabel 4. 16 Perbandingan Total Biaya Persediaan Metode Q <i>Backorder</i> , <i>Lost Sales</i> , dan Kondisi Perusahaan.....	67

DAFTAR NOTASI

A_t	= permintaan aktual
F_t	= peramalan
F_{t-1}	= peramalan periode sebelumnya
A_{t-1}	= permintaan aktual periode sebelumnya
q_0	= jumlah pemesanan barang
r	= <i>reorder point</i>
A	= biaya pesan
D	= total permintaan
h	= biaya simpan
c_u	= biaya kekurangan persediaan
z_α	= standar deviasi normal
$S\sqrt{L}$	= ekspektasi permintaan selama L periode
L	= <i>lead time</i>
N	= ekspektasi kebutuhan yang tidak terpenuhi
α	= probabilitas kekurangan inventori
OT	= ongkos total inventori
Q	= kuantitas pemesanan
SS	= <i>safety stock</i>
η	= tingkat pelayanan
N	= kekurangan persediaan
DL	= permintaan pertahun

BAB I

PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Dalam kegiatan industri, persediaan sangat penting dan tidak dapat dihindari. Melalui nilai persediaan yang ada maka perusahaan dapat memahami pentingnya pengelolaan persediaan. Semakin tinggi nilai persediaan dan aktivitas perputaran persediaan, semakin penting perencanaan dan pengendalian persediaan untuk dilakukan (Akyati, 2011). Pada dasarnya tujuan pengendalian persediaan adalah untuk meminimalkan biaya persediaan, interval waktu yang tepat antara pemesanan, kuantitas pesanan, *safety stock*, *reorder point*, dan jumlah persediaan optimum di gudang. Jika tidak dikelola dengan baik maka akan menambah biaya yang harus ditanggung perusahaan (Sentia, dkk., 2016). Sedangkan menurut Wati (2019), tujuan dari pengendalian persediaan yaitu bagaimana mengatur persediaan sehingga permintaan pelanggan dapat dilayani dan total biaya yang dikeluarkan minimum. Berdasarkan kedua pernyataan di atas dapat disimpulkan bahwa pengendalian persediaan dilakukan dengan tujuan meminimalkan total biaya persediaan dengan mengoptimalkan persediaan baik dari segi kuantitas pemesanan barang, titik pemesanan kembali (*reorder point*) serta cadangan pengaman (*safety stock*) pada perusahaan.

Perusahaan harus selalu memenuhi kebutuhan konsumen dari segi kuantitas, kualitas, dan ketepatan waktu produk yang dipesan. Jika faktor-faktor tersebut dapat dipenuhi, maka akan tercipta kepuasan pelanggan. Ketika pelanggan merasa puas, konsumen akan memiliki kecenderungan untuk setia mengunjungi perusahaan ketika mereka membutuhkan produk, yang akan meningkatkan daya saing perusahaan. Misalnya, jika seorang konsumen menginginkan suatu produk tepat waktu atau dalam jumlah yang tepat, maka akan mendorong perusahaan untuk memprediksinya melalui persediaan (Meilani, 2013).

PT. Ratema Pinrang merupakan sebuah perusahaan yang berjenis badan usaha PT atau Perseroan Terbatas yang berpusat di Kota Pinrang dan merupakan distributor di wilayah Sulawesi Selatan sejak tahun 2017, dimana perusahaan ini menyediakan *spare part* seperti *Crawler*, *Roller*, *Assy Gear*, *Cutting Blade*, *Shaft Screw*, *V Belt* dan lain-lain untuk mesin panen padi modern dengan kualitas teknologi Jepang.

Dalam manajemen persediannya, PT. Ratema Pinrang tidak menggunakan metode khusus untuk menentukan kuantitas pemesanan ataupun dalam menentukan persediaan yang optimal, melainkan hanya berdasarkan perkiraan sehingga menyebabkan perusahaan kerap mengalami masalah persediaan seperti kondisi *stockout* atau kehabisan persediaan terutama pada *Crawler*. *Crawler* sendiri merupakan *spare part* berupa ban pada mesin panen padi (Gambar terdapat pada Lampiran 1). Jenis *Crawler* yang dimiliki perusahaan dan kerap mengalami kondisi *stockout* terdiri atas *Crawler DC 60*, *Crawler DC 70*, *Crawler AW 70*, *Crawler AW 85*, dan *Crawler YH 850* yang digunakan pada mesin Kubota dan Yanmar. Perusahaan memperoleh *Crawler* secara langsung dari pabrik yang berada di Jepang dan waktu kedatangannya tidak dapat diketahui secara pasti, sehingga terkadang *Crawler* yang diinginkan konsumen belum tersedia di gudang.

Berdasarkan data historis perusahaan, pada bulan Januari 2020 hingga April 2021 perusahaan memiliki kuantitas persediaan untuk kelima jenis *Crawler* sebesar 846 unit dengan biaya pembelian total mencapai Rp.6.727.050.000,- untuk rata-rata 4 kali pemesanan selama periode tersebut. Pada sistem persediaan PT. Ratema Pinrang, *Crawler* merupakan *spare part* yang termasuk ke dalam kategori *fast moving* atau permintaannya tinggi dan memiliki biaya pembelian per unit paling tinggi diantara *spare part* lainnya, dan jumlah kekurangan persediaannya dalam setahun dapat mencapai puluhan unit. Tidak adanya metode khusus yang diterapkan perusahaan dalam menentukan kuantitas maupun waktu pemesanan kembali yang tepat menyebabkan persediaan *Crawler* belum optimal karena adanya kondisi *stockout* dan hal tersebut dapat menambah biaya persediaan.

Studi mengenai model persediaan telah banyak dilakukan oleh peneliti terdahulu. Namun, dari penelitian sebelumnya belum ada yang membahas terkait persediaan *spare part* pada mesin panen padi, khususnya *Crawler*. Selain itu metode peramalan yang digunakan juga beragam, kondisi *lost sales* (kehilangan penjualan) tidak dipertimbangkan pada sistem persediaan *Crawler*, serta diperlukan penyesuaian dan asumsi data dengan metode yang akan digunakan sehingga penulis ingin menambahkan hal tersebut pada penelitian kali ini.

Salah satu metode yang dapat digunakan dalam mengendalikan persediaan yang permintaannya belum diketahui secara pasti yaitu metode probabilistik model Q. Model Q atau dikenal juga dengan *Continues Review System* merupakan model dengan jumlah ukuran pesanan selalu tetap, dan waktu pemesanan bervariasi. Ketika persediaan yang dimiliki mencapai tingkat tertentu (*reorder point*), maka pemesanan akan dilakukan sesuai hasil perhitungan yang dilakukan secara iteratif. Pada model Q, ada dua kondisi kehabisan persediaan yang dapat dipertimbangkan yaitu *backorder* dan *lost sales*. *Backorder* merupakan kondisi dimana perusahaan tidak kehilangan pelanggan tetapi konsumen menunggu pesanan karena barang yang diinginkan tidak tersedia. Sedangkan *lost sales* merupakan kondisi dimana perusahaan mengalami kehilangan penjualan akibat tidak adanya barang dan tercatat sebagai gagal transaksi (Wati, 2019).

Berdasarkan permasalahan yang dialami PT. Ratema Pinrang, diperlukan adanya metode pengendalian persediaan *Crawler* yang optimal untuk mengatasi kondisi *stockout* agar tidak terjadi kehilangan pelanggan dan agar biaya persediaan dapat diminimalkan. Dan terkait kondisi PT. Ratema Pinrang, dimana permintaan *Crawler* yang berfluktuatif atau naik turun dan waktu tunggu (*lead time*) yang bersifat berubah-ubah tergantung persediaan barang yang ada pada pemasok, maka kondisi tersebut menjadi kriteria yang sesuai pada model pengendalian persediaan probabilistik model Q yang akan digunakan pada penelitian ini..

1.2 Rumusan Masalah

Dari uraian latar belakang di atas, permasalahan pada penelitian ini dapat dirumuskan sebagai berikut :

1. Bagaimana menentukan model permintaan *Crawler* menggunakan metode peramalan?
2. Bagaimana analisis perencanaan persediaan *Crawler* serta total biaya persediaannya menggunakan model Q pada kondisi *backorder* dan *lost sales*?
3. Bagaimana perbandingan total biaya persediaan *Crawler* menggunakan model Q *backorder*, *lost sales* dan kondisi perusahaan saat ini (eksisting) sehingga diperoleh biaya paling minimal?

1.3 Tujuan Penelitian

1. Menentukan model permintaan *Crawler* menggunakan metode peramalan.
2. Menganalisis perencanaan persediaan *Crawler* serta total biaya persediaannya menggunakan model Q pada kondisi *backorder* dan *lost sales*.
3. Membandingkan total biaya persediaan *Crawler* menggunakan model Q *backorder*, *lost sales*, dan kondisi perusahaan saat ini (eksisting) sehingga diperoleh biaya paling minimal.

1.4 Batasan Masalah

1. Penelitian dilakukan di PT. Ratema Pinrang
2. *Spare part* yang menjadi objek penelitian adalah *Crawler*.
3. Perhitungan peramalan dilakukan menggunakan data historis perusahaan tahun 2019-2020.
4. Metode peramalan yang digunakan adalah metode *time series*.
5. Perhitungan model Q dilakukan untuk kondisi *backorder* dan *lost sales*.

1.5 Manfaat Penelitian

1. Mahasiswa dapat menerapkan teori-teori yang didapatkan selama perkuliahan yang dapat menambah pengetahuan dan wawasan untuk menganalisa suatu permasalahan yang terjadi.
2. Menjadi bahan pertimbangan bagi perusahaan dalam pengambilan keputusan terkait metode yang terbaik diterapkan di perusahaan sehingga dapat merencanakan persediaan yang optimal.

BAB II TINJAUAN PUSTAKA

2.1 Penelitian Terdahulu

Studi mengenai model persediaan untuk meminimalkan total biaya persediaan telah banyak dilakukan oleh peneliti terdahulu, diantaranya penelitian dengan objek bahan baku yang dilakukan oleh Fathurohman (2016) dengan menggunakan pendekatan metode Q probabilistik pada Megakayu Kemasan Perdana. Pada penelitian Fathurohman, melakukan analisis ABC terlebih dahulu, yang dilanjutkan dengan pengujian normalitas serta perhitungan kuantitas pemesanan, *reorder point*, dan *safety stock*. Pada bahan baku yang termasuk kategori A. Hasil penelitian menunjukkan bahwa pengendalian persediaan menggunakan metode Q pobabilistik efisien karena dapat meminimalkan total biaya persediaan perusahaan kondisi *stockout* dapat diminimalisir.

Penelitian Kartikasari (2016) bertujuan meminimalkan biaya persediaan menggunakan pendekatan *Periodic Review System (PRS)* pada suku cadang mesin serta melakukan peramalan model *Croston* dan *Exponential Smoothing*, dimana hasil penelitian menunjukkan perhitungan dengan pendekatan *PRS* dapat menghasilkan total biaya persediaan lebih rendah dibanding metode perusahaan. Penelitian lainnya dengan objek *spare part* dilakukan oleh Wantoro dan Alkarim (2016) yang membahas mengenai model persediaan *spare part* traktor dengan metode *Buffer Stock* dan *Reorder Point*. Berdasarkan hasil penelitian disimpulkan bahwa dengan menggunakan metode tersebut persediaan telah terkontrol dengan baik dan tidak akan mengalami kehabisan stok. Namun pada penelitian ini tidak membahas lebih lanjut terkait biaya persediaan sehingga perlu dilakukan analisa lebih lanjut untuk mengetahui efisiensi biaya persediaan.

Penelitian Nurainun dan Khitob (2015) membahas terkait pengendalian persediaan dengan menggunakan metode yang relevan dengan penelitian kali ini yaitu menggunakan metode probabilitas model Q *backorder* dan *Period*

Order Quantity (POQ) dimana dengan metode ini dapat meredam fluktuasi permintaan, menjaga persediaan, dan menekan biaya persediaan. Penelitian ini menggunakan metode peramalan *trend analysis*. Hasil penelitian menunjukkan bahwa penggunaan model Q lebih baik daripada POQ karena dapat meminimalkan total biaya persediaan perusahaan. Penelitian lainnya dilakukan oleh Taufik dan Sutoni (2018) dengan model Q *backorder* pada bibit bunga krisan, dimana hasil yang diperoleh yaitu metode tersebut menghemat biaya persediaan perusahaan sebesar 6,32%.

Topik terkait pengendalian persediaan dalam meminimalkan total biaya persediaan sudah banyak dilakukan oleh peneliti terdahulu, yang membedakan penelitian kali ini dengan sebelumnya yaitu dari segi objek penelitian yaitu *spare part* pada mesin panen padi khususnya *Crawler* dan metode Q yang digunakan juga mempertimbangkan dua kondisi yaitu *backorder* dan *lost sales* dengan solusi pendekatan *Hadley-Within*. Selain itu penulis juga melakukan identifikasi permintaan menggunakan beberapa metode peramalan *time horizon* yang sesuai dengan plot data permintaan *Crawler*. Berikut ini merupakan tabel terkait penelitian terdahulu :

Tabel 2. 1 Penelitian Terdahulu

No.	Peneliti	Judul	Metode	Hasil
1.	Taufik dan Sutoni (2018)	Perencanaan Persediaan Dengan Metode Q Untuk Permintaan Probabilistik Pada Bibit Bunga Krisan di PT Transplants Indonesia	Model Q <i>Backorder</i>	Dengan menggunakan metode Q pada PT Transplants Indonesia dapat menghasilkan penghematan biaya persediaan sebesar 6,32 %.
2.	Fathurohman (2016)	Usulan Penerapan Metode Probabilistik Untuk Menghitung Kebutuhan Bahan Baku di PT. Megakayu Kemasan Perdana Karawang	Model Q <i>Backorder</i>	Total biaya persediaan bahan baku dengan metode probabilistik model Q dapat mengefisienkan biaya persediaan sebesar Rp.613.793.161,-

Lanjutan Tabel 2.1 Penelitian Terdahulu

3.	Kartikasari (2016)	Pendekatan <i>Periodic Review System</i> Suku Cadang Mesin PLTU	<i>Periodic Review System</i>	Diperoleh penghematan biaya persediaan pada suku cadang <i>Gland</i> 25%, <i>Limit Switch</i> 34%, dan <i>Pressure Switch</i> 3% dibandingkan metode persediaan perusahaan.
4.	Wantoro dan Alkarim (2016)	Aplikasi Pengendalian Persediaan <i>Spare Part</i> Traktor Dengan Metode <i>Buffer Stock</i> dan <i>Reorder Point</i> (ROP) di Gudang Cabang Tanjung Karang	<i>Buffer Stock</i> dan <i>Reorder Point</i>	Penggunaan konsep <i>Buffer Stock</i> dan ROP membuat persediaan terkontrol dengan baik di mana nilai ROP diperoleh sebanyak 2.286.Pcs.
5.	Nurainun dan Khitob (2015)	Pengendalian Persediaan Suku Cadang di PT. XXX Menggunakan Metode Probabilitas Model Q dengan <i>Backorder</i>	Model Q <i>Backorder</i> dan <i>Period Order Quantity</i> (POQ)	Dengan menggunakan model Q <i>backorder</i> , perusahaan dapat menghemat biaya persediaan setiap tahunnya rata-rata 5,5% dari seluruh persediaan persediaan suku cadang.

2.2 Persediaan

Persediaan memegang peranan penting bagi suatu perusahaan, baik itu perusahaan manufaktur maupun perusahaan yang bergerak di bidang jasa. Persediaan berperan sebagai bekal dalam memulai suatu produksi. Setiap perusahaan memiliki persediaan yang berbeda-beda, tergantung jenis persediaan dan jumlah kebutuhan perusahaan (Apriyani dan Muhsin, 2017).

Menurut Nasution (dikutip dalam Apriyani dan Muhsin, 2017) persediaan merupakan sumber daya yang tidak terpakai atau menganggur (*idle resources*) karena menunggu untuk diproses lebih lanjut. Sedangkan menurut Russel dan Taylor persediaan merupakan stok barang yang disimpan perusahaan untuk memenuhi permintaan konsumen internal maupun konsumen eksternal.

Dari sudut pandang di atas dapat disimpulkan bahwa persediaan merupakan suatu barang yang dicadangkan oleh perusahaan untuk mendukung kegiatan produksi guna memenuhi permintaan konsumen. Dalam

persediaan perlu ditentukan optimalitas dengan cara meminimalkan biaya persediaan (disebut dengan kegiatan pengendalian persediaan) agar perusahaan dapat berjalan dengan lancar, karena sangat penting bagi perusahaan untuk menentukan dengan tepat besarnya nilai persediaan (Sriwidadi dan Hardiansyah, 2014).

2.2.1 Fungsi Persediaan

Menurut Herjanto (dikutip dalam Apriyani dan Muhsin, 2017) fungsi persediaan dalam rangka memenuhi kebutuhan perusahaan adalah :

- 1) Menghilangkan risiko keterlambatan pengiriman bahan baku ke perusahaan
- 2) Material dapat segera dikembalikan ke pengirim jika kualitas yang dikirimkan tidak baik atau tidak sesuai.
- 3) Menghilangkan risiko kenaikan harga barang
- 4) Menghindari kesulitan perusahaan dalam memperoleh bahan baku musiman.
- 5) Menjaga kepuasan pelanggan dengan menyediakan barang yang mereka butuhkan.

2.2.2 Tipe-Tipe Persediaan

Menurut Syukron (2014), ada 4 tipe persediaan, yaitu :

- 1) *Raw materials* (bahan baku), yaitu barang yang dibeli dari pemasok, yang kemudian diolah dan diproduksi oleh perusahaan.
- 2) *Work in process* (barang setengah jadi), yaitu bahan baku yang telah diolah sebelumnya namun masih perlu diolah lebih lanjut untuk menjadi produk akhir.
- 3) *Finisihed goods* (barang jadi), yaitu barang yang telah diproses secara menyeluruh dan siap disimpan, dijual, atau didistribusikan ke konsumen.
- 4) *Supplies* (bahan-bahan pembantu), adalah barang yang menunjang proses produksi tetapi bukan merupakan bagian dari produk akhir.

2.3 Biaya-Biaya Dalam Sistem Persediaan

Biaya sistem persediaan merupakan semua biaya yang timbul akibat adanya persediaan. Biaya-biaya dalam sistem persediaan terdiri atas (Syukron, 2014) :

2.3.1 Biaya pembelian (*purchasing cost*)

Biaya pembelian merupakan biaya yang dikeluarkan untuk membeli barang dan menjadi faktor penting karena jumlah barang yang dibeli akan berdampak. Ongkos pembelian merupakan perkalian antara jumlah yang dibeli (D) dan harga barang per unitnya.

2.3.2 Biaya pengadaan (*procurement cost*)

Biaya pengadaan terdiri atas 2 jenis :

- 1) Biaya pemesanan (*ordering cost*) yaitu biaya yang dikeluarkan untuk mendatangkan barang ke perusahaan. Contohnya biaya penentuan pemasok, biaya internet, biaya telepon, biaya dokumen, serta biaya pengolahan khusus lainnya.
- 2) Biaya persiapan (*setup cost*) yaitu biaya untuk mempersiapkan segala sesuatu yang digunakan dalam proses produksi.

2.3.3 Biaya penyimpanan (*holding cost*)

Biaya penyimpanan yaitu biaya yang dikeluarkan akibat menyimpan barang, yang meliputi :

- 1) Biaya gudang
- 2) Biaya penyusutan dan kerusakan
- 3) Biaya memiliki persediaan
- 4) Biaya asuransi
- 5) Biaya kadaluarsa
- 6) Biaya pemindahan dan administrasi

2.3.4 Biaya kekurangan persediaan

Biaya kekurangan persediaan muncul apabila perusahaan kehabisan barang saat ada permintaan, dimana biaya ini dapat diukur dari kuantitas yang tidak terpenuhi, waktu pemenuhan, serta biaya pengadaan darurat.

2.4 Peramalan

Menurut Heizer dan Render (dikutip dalam Nur, 2014) peramalan merupakan ilmu untuk memeperkirakan kejadian di masa depan. Hal ini dilakukan dengan melibatkan data historis dan memproyeksikannya ke masa mendatang dengan model matematis. Gambaran atau proyeksi tersebut dapat menjadi input untuk merencanakan keuangan, pemasaran, dan sumber daya manusia perusahaan. Tujuan peramalan yaitu memperoleh nilai kesalahan meramal (*forecasting error*) yang minimum dan pada umumnya diukur dengan MSE (*Mean Square Error*), MAE (*Mean Absoulute Error*), dan sebagainya untuk mengoptimalkan jumlah produk yang dibuat di masa yang akan datang (Mas'ud, 2010).

2.4.1 Tipe peramalan

Menurut Heizer dan Render (dikutip dalam Indah dan Rahmadani, 2018) terdapat tiga tipe peramalan yang umumnya digunakan, yaitu :

1) Peramalan Ekonomis (*Economic Forecast*)

Peramalan ini terkait prediksi tingkat inflasi, persediaan uang, pembangunan perusahaan, dan indikator perencanaan lainnya.

2) Peramalan Teknologi (*Technological Forecasts*)

Peramalan ini berkaitan dengan tingkat kemajuan teknologi sehingga membutuhkan peralatan yang baru dan lebih canggih.

3) *Demand Forecasts* (Peramalan Permintaan)

Peramalan ini merupakan gambaran permintaan suatu produk yang dihasilkan oleh sebuah perusahaan. Dengan adanya peramalan permintaan, dapat membantu pihak manajemen dalam mengambil keputusan yang tepat.

2.4.2 Jangka Waktu Peramalan

Herjanto (dikutip dalam Ngantung, 2019) mengklasifikasikan horizon waktu peramalan menjadi 3, yaitu :

1) Peramalan jangka pendek (*Short-range Forecast*)

Peramalan jangka pendek memiliki rentang waktu sampai satu tahun. Namun biasanya kurang dari tiga bulan dan digunakan untuk

perencanaan terkait pembelian material, penjadwalan kerja, dan penugasan karyawan.

2) Peramalan jangka menengah (*Medium-range Forecast*)

Peramalan jangka menengah memiliki rentang waktu antara 3 sampai 18 bulan dan digunakan untuk perencanaan terkait penjualan, perencanaan produksi, serta tenaga kerja tidak tetap.

3) Peramalan jangka panjang (*Long-range Forecast*)

Peramalan jangka panjang memiliki rentang waktu lebih dari 18 bulan dan digunakan untuk perencanaan produk baru, penanaman modal, perencanaan fasilitas, serta pengembangan produk.

2.4.3 Metode *Time Series*

Metode *time series* adalah metode peramalan kuantitatif yang menggunakan data yang dikumpulkan dari waktu ke waktu untuk menggambarkan perkembangan jumlah permintaan produk. Metode *time series* ini berkaitan dengan waktu seperti mingguan, bulanan, tri wulanan, semester atau tahunan. Tujuan metode ini untuk menemukan pola historis dan memproyeksikannya ke masa depan sehingga hasilnya dapat digunakan sebagai acuan untuk memprediksi nilai-nilai masa depan (Purba, 2015).

Analisis peramalan permintaan menggunakan metode *time series* memiliki kelebihan diantaranya dapat menghitung dalam jenis data nominal berdasarkan data aktual atau data historis, pemilihan metode terbaik pada *time series* ditentukan berdasarkan perhitungan metode dengan kesalahan terkecil, cocok untuk peramalan jangka pendek atau menengah, mudah dipahami, mudah dibuat dan diaplikasikan, serta biaya yang dikeluarkan juga lebih murah (Marina dan Lestari, 2017).

Menurut Heizer dan Render (dikutip dalam Christopher, 2018) ada beberapa metode peramalan dengan *time series*, yaitu :

1) *Naive Approach* (Pendekatan *Naive*)

Pendekatan *naïve* mengasumsikan permintaan pada periode selanjutnya sama dengan permintaan pada periode yang paling

terakhir. Misalnya bulan lalu sebuah perusahaan berhasil menjual 460 unit produk, maka di bulan tersebut akan diramalkan bahwa terdapat 460 unit produk juga yang akan terjual.

Metode naif digambarkan secara matematis berikut :

$$\text{Permintaan periode mendatang} = \text{permintaan periode terakhir} \dots 2.1$$

2) *Moving Average*

Metode *moving average* merupakan metode untuk menghilangkan fluktuasi yang tidak beraturan untuk peramalan. *Moving average* biasanya digunakan untuk tiga hingga lima bulan tergantung seberapa banyak peramal ingin “memperhalus” data. Berikut adalah rumus matematis dari peramalan *moving average* :

$$F_t = \frac{\sum \text{Permintaan } n \text{ periode sebelumnya}}{n} \dots 2.2$$

Dimana n adalah jumlah periode dalam rata-rata bergerak.

3) *Weighted Moving Average (WMA)*

Jika *simple moving average* memberikan bobot yang sama untuk setiap komponen, *weighted moving average* dapat menetapkan bobot yang berbeda untuk setiap komponen. Menentukan bobot yang tepat untuk digunakan di setiap periode biasanya membutuhkan *trial and error*. Jika bobot terbaru terlalu besar, peramalan akan bereaksi berlebihan terhadap fluktuasi permintaan. Dan jika bobotnya terlalu kecil, peramalan mungkin tidak bereaksi terhadap perubahan perilaku permintaan. *Weighted Moving Average* dapat digambarkan secara matematik sebagai berikut :

$$F_t = \frac{\sum (\text{bobot pada periode } n)(\text{permintaan pada periode } n)}{\sum \text{bobot}} \dots 2.3$$

Dimana bobot yang diberikan pada periode n, nilainya diantara 0 dan 100 persen. Sedangkan untuk jumlah bobotnya (\sum bobot) bernilai 1.

4) *Single Exponential Smoothing (SES)*

Metode peramalan ini lebih sering mempertimbangkan data terbaru, sehingga peramalan akan bereaksi lebih kuat terhadap perubahan

permintaan terkini. Berikut merupakan model matematis dari perhitungan *single exponential smoothing* :

$$F_t = F_{t-1} + \alpha (A_{t-1} - F_{t-1}) \dots\dots\dots 2.4$$

Keterangan :

- F_t = peramalan baru
- F_{t-1} = peramalan periode sebelumnya
- α = *smoothing constant / weighting constant* ($0 \leq \alpha \leq 1$)
- A_{t-1} = permintaan aktual periode sebelumnya

Semakin tinggi α yang digunakan, maka peramalan akan menjadi semakin sensitif terhadap permintaan yang terjadi baru – baru ini. Nilai α yang sering digunakan yaitu antara 0,01 – 0,50. Dan menurut Heizer dan Render (dikutip dalam Christopher, 2018) bahwa sebaiknya nilai α yang digunakan berkisar antara 0,05 hingga 0,50.

2.4.4 Kesalahan Peramalan

Dalam peramalan, nilai kesalahan peramalan akan digunakan sebagai dasar kesesuaian metode yang digunakan berdasarkan model data permintaan perusahaan. Untuk menghitung kesalahan peramalan, dapat menggunakan rumus:

$$\text{Kesalahan peramalan} = A_t - F_t \dots\dots\dots 2.5$$

Keterangan :

- A_t : permintaan aktual
- F_t : peramalan

Menurut Heizer dan Render (dikutip dalam Christopher, 2018), ada beberapa pengukuran untuk mengukur kesalahan peramalan. Metode pengukuran tersebut adalah :

1) *Mean Absolute Deviation* (MAD)

Mean absolute deviation diukur dengan menjumlahkan nilai absolut dari masing – masing kesalahan peramalan kemudian dibagi dengan jumlah periode data. Berikut adalah rumus MAD :

$$MAD = \frac{\sum |A_t - F_t|}{n} \dots\dots\dots 2.6$$

2) *Mean Squared Error* (MSE)

Mean squared error merupakan rata-rata kuadrat dari perbedaan antara peramalan dan nilai yang diobservasi. MSE dapat dihitung dengan rumus:

$$MSE = \frac{\sum (At - Ft)^2}{n} \dots\dots\dots 2.7$$

3) *Mean Absolute Percent Error* (MAPE)

Permasalahan dalam *Mean Absolute Deviation* dan *Mean Squared Error* adalah nilai mereka bergantung pada besarnya barang yang diramalkan. Untuk menghindari permasalahan ini, dapat digunakan metode *Mean Absolute Percent Error* yang akan menghitung rata – rata dari perbedaan absolut antara peramalan dan nilai aktual yang diungkapkan dalam persentase dari nilai aktual. MAPE dapat dihitung dengan rumus :

$$MAPE = \frac{\sum_{i=1}^n 100 |At_i - Ft_i| / At_i}{n} \dots\dots\dots 2.8$$

Hasil peramalan tidak mungkin secara terus menerus meramalkan permintaan di masa depan secara akurat. Oleh karena itu, perlu dicari metode prediksi dengan tingkat kesalahan yang rendah. Namun, prediksi dengan tingkat kesalahan terkecil tidak dapat menjamin bahwa prediksi yang dihitung akan terjadi di masa mendatang. Oleh karena itu, jika diasumsikan bahwa pola permintaan yang terjadi di masa lalu di masa yang akan datang akan terulang kembali, maka perkiraan yang dihitung akan tepat (Christopher, 2018).

2.5 Model Pengendalian Persediaan

Secara umum, ada dua jenis model pengendalian persediaan, yaitu model detereministik dan model probabilistik. Model deterministik mengasumsikan bahwa semua parameter diketahui dengan pasti. Untuk menghitung persediaan deterministik dapat menggunakan *Economic Order Quantity* (EOQ) yang merupakan model persediaan sederhana. Tujuan dari model ini adalah untuk menentukan ukuran pemesanan yang paling ekonomis yang dapat meminimalkan biaya persediaan (Wati, 2019). Menurut Sugiono (dikutip dari Efendi, dkk, 2019), metode EOQ dapat dilakukan apabila barang

bergantung lebih dari satu pemasok sehingga perlu dipertimbangkan jumlah pembelian sesuai dengan kebutuhan. Menurut Lahu (dikutip dari Wati, 2019) model-model lain yang dapat digunakan dalam persediaan deterministik seperti *Period Order Quantity* (POQ) dan *Lot Sizing*.

Sedangkan model persediaan probabilistik model digunakan apabila salah satu dari permintaan, *lead time* atau keduanya tidak dapat diketahui dengan pasti, tetapi pola data distribusi dapat diprediksi dan didekati berdasarkan distribusi probabilitas. Pada model probabilistik, dapat digunakan model Q dan model P. Kebijakan berdasarkan model P yaitu periode pemesanan yang tetap dan jumlah pemesanan yang berbeda-beda. Sedangkan metode Q memiliki jumlah pemesanan yang tetap dan periode pemesanan yang berbeda-beda. Kriteria yang digunakan dalam menentukan metode pengendalian persediaan terbaik adalah dengan meminimumkan total biaya persediaan (Wati, 2019).

Menurut Bahagia (dikutip dalam Wati, 2019), macam-macam biaya yang dipertimbangkan dalam pengendalian persediaan diantaranya :

- 1) Ongkos pembelian (O_b) yang merupakan harga beli barang atau produksi per unit yang merupakan hasil perkalian antara jumlah barang yang dibeli (D) dengan harga barang per unitnya (p)
- 2) Ongkos pemesanan (O_p) yaitu biaya pemesanan tiap kali pesan yang merupakan hasil perkalian antara frekuensi pemesanan (f) dan ongkos setiap kali pemesanan barang (A)
- 3) Ongkos simpan (O_s) yaitu biaya akibat menyimpan barang pada periode tertentu yang merupakan hasil perkalian antara jumlah persediaan rata-rata di gudang (m) dengan biaya simpan per unit per periode (h).
- 4) Ongkos kekurangan persediaan (O_k) yaitu biaya konsekuensi akibat tidak terpenuhinya pesanan yang dapat berbentuk kekurangan dipesan ulang (*back order*) atau batal (*lost sales*).

Persamaan biaya total persediaan (O_T) yaitu sebagai berikut :

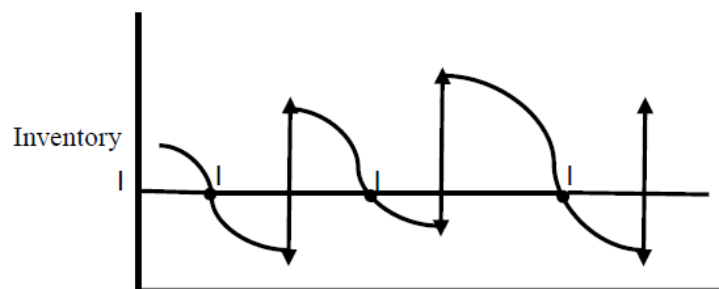
$$O_T = O_b + O_p + O_s + O_k \dots\dots\dots 2.9$$

2.6 Model Probabilistik Q (*Continuous Review System (CRS)*)

Pengendalian persediaan menggunakan model Q dikemukakan oleh Hadley dan Within pada tahun 1963 dalam tulisannya yang berjudul *Analysis of Inventory System* dimana dilakukan perhitungan iterasi sampai diperoleh iterasi yang optimal. Model Q termasuk pengendalian persediaan probabilistik yang memiliki karakteristik yaitu permintaan dan kedatangan pesanan tidak diketahui sebelumnya, tetapi nilai pola data distribusi, nilai ekspansi dan variansi kemungkinannya dapat diprediksi berdasarkan distribusi probabilitas. Model Q ini digunakan untuk mengendalikan persediaan karena dapat dilakukan proses peramalan permintaan di masa yang akan datang sebagai acuan perusahaan untuk memperkirakan biaya yang nantinya akan dikeluarkan. Model Q adalah model dimana jumlah ukuran pesanan selalu tetap, dan waktu pemesanan yang dilakukan akan bervariasi. Karakteristik model Q ditandai dua hal mendasar yaitu (Wati, 2019) :

- 1) Besarnya ukuran pemesanan (q_0) selalu tetap untuk setiap kali dilakukan pemesanan.
- 2) Ketika persediaan yang dimiliki mencapai tingkat tertentu (titik pemesanan ulang), maka pemesanan akan dilakukan. Pada model Q, sisa persediaan akan terus diperiksa dan akan dicatat setiap kali barang masuk dan keluar.

Model Q dapat digambarkan seperti berikut ini.



Gambar 2. 1 Situasi Inventori Dengan Metode Q

Sumber : (Wati, 2009)

Pada gambar tersebut, setiap kali persediaan (I) *reorder point*, maka pemesanan akan dilakukan. Namun, pemesanan ini tidak akan diterima seketika sesuai dengan *lead time*. Ketika penggunaan sepanjang *lead time* lebih besar dari *reorder point*, maka akan timbul kekurangan. Gambar tersebut juga menunjukkan bahwa waktu dari satu pesanan ke pesanan berikutnya berbeda, dan jumlah pesanan (Q) tetap. Terdapat dua kebijakan pada model Q yang dapat dijadikan usulan (Wati, 2019) :

- 1) Pemesanan ulang (*backorder*), yaitu melakukan pemesanan yang mendesak untuk menutupi kekurangan tersebut, dan biaya yang dikeluarkan biasanya lebih mahal dari pemesanan normal. Kondisi *backorder* dapat terjadi di pasar yang bersifat monopoli, atau pengguna bersedia menunggu hingga barang tersedia.
- 2) Kehilangan penjualan (*lost sales*), yaitu membiarkan pelanggan tidak terpenuhi pemesanannya. Keadaan ini menyebabkan pelanggan mencari barang di tempat lain. Biasanya ini terjadi dalam konteks persaingan yang ketat (pasar bebas).

2.6.1 Solusi dengan Hadley-Within pada kondisi *Backorder*

Salah satu cara untuk mencari total ongkos persediaan yaitu dikemukakan oleh Hadley-Within dimana nilai q_0 dan r didapatkan dengan cara berikut (Wati, 2019) :

- 1) Menghitung jumlah pemesanan optimal barang dengan persamaan:

$$q_{01} = \sqrt{\frac{2AD}{h}} \dots\dots\dots 2.10$$

- 2) Besarnya kemungkinan kekurangan inventori α berdasarkan nilai q_0 diperoleh dengan persamaan :

$$\alpha = \frac{hq_0}{c_u D} \dots\dots\dots 2.11$$

Menghitung nilai r_1 dengan persamaan :

$$r_1 = D_L + Z\alpha S\sqrt{L} \dots\dots\dots 2.12$$

- 3) Setelah nilai r_1 diperoleh, maka nilai q_{02} dapat dihitung dengan persamaan :

$$q_{02} = \sqrt{\frac{2D [A + c_u \int_{r_1}^{\infty} (x - r_1) f(x) dx]}{h}} \dots\dots\dots 2.13$$

4) Menghitung kembali nilai α dan r_2 dengan persamaan :

$$r_2 = D_L + z_\alpha S \sqrt{L} \dots\dots\dots 2.14$$

5) Membandingkan nilai r_1 dan r_2 . Jika nilai r_1 relatif sama dengan r_2 iterasi selesai dan akan diperoleh $r = r_2$ dan $q_0 = q_{02}$. Jika tidak, maka kembali ke langkah 3 dengan mengganti nilai r_1 dengan r_2 dan q_{01} dengan q_{02} .

6) Menghitung ekspektasi ongkos total per tahun kondisi *backorder* dengan persamaan :

$$OT = D_P + \frac{AD}{q_0} + h\left(\frac{1}{2}q_0 + r - D_L\right) + c_u \frac{D}{q_0} N \dots\dots\dots 2.15$$

7) Menghitung ekspektasi ongkos total per tahun kondisi *lost sales* dengan persamaan :

$$OT = D_P + \frac{AD}{q_0} + h\left(\frac{1}{2}q_0 + r - D_L\right) + \left(\frac{c_u \cdot D}{q_0} + h\right) N \dots\dots\dots 2.16$$

8) Menghitung ekspektasi ongkos total per tahun pada metode probabilistik dengan persamaan :

$$OT = D_P + \frac{AD}{q_0} + h\left(\frac{1}{2}q_0 + SS\right) + \frac{c_u \cdot D \cdot N}{q_0} \dots\dots\dots 2.17$$

2.6.2 Solusi dengan *Hadley-Within* pada kondisi *Lost Sales*

Pada kebijakan *lost sales*, pengguna atau konsumen tidak mau menunggu barang yang diminta sampai tersedia di gudang. Berdasarkan solusi *Hadley-Within*, rumus dan ketentuan iterasi dalam perhitungan *backorder* dan *lost sales* hampir sama, perbedaannya hanya pada perhitungan nilai α (Wati, 2019).

Rumus α dalam metode *lost sales* dapat dilihat dari persamaan berikut:

$$\alpha = \frac{hq_0}{c_u D + hq_0} \dots\dots\dots 2.18$$

Dalam pengolahan data, digunakan beberapa asumsi untuk menyederhanakan masalah :

- a. Permintaan bersifat probabilistik dan berdistribusi normal
- b. Barang yang dipesan datang dengan jumlah sesuai pesanan dan dalam keadaan baik
- c. Biaya persediaan di setiap bulan bersifat konstan.

2.7 Safety Stock

Safety stock atau stok pengaman adalah persediaan yang disiapkan untuk mengantisipasi ketidakpastian permintaan suatu produk. Dengan adanya *safety stock* , maka perusahaan dapat memiliki persediaan cadangan agar ketika penjualan tiba-tiba meningkat, perusahaan tetap masih memiliki persediaan stok barang (Christopher, 2018). *Safety stock* dapat dihitung dengan persamaan sebagai berikut :

$$SS = z_{\alpha} S\sqrt{L} \dots\dots\dots 2.19$$

2.8 Service Level (Tingkat Layanan)

Tujuan dari pengendalian persediaan tidak hanya untuk mempertimbangkan biaya penyimpanan dan biaya pemesanan, tetapi ada faktor lain yang perlu diperhatikan yaitu tingkat pelayanan yang dapat dihitung dengan persamaan sebagai berikut (Ahmad, 2014) :

$$\eta = 1 - \frac{N}{DL} \dots\dots\dots 2.20$$