

**PENGEMBANGAN MODEL PERSEDIAAN DENGAN
CRASHING LEAD TIME UNTUK KASUS PROBABILISTIK
MENGUNAKAN FUNGSI EKSPONENSIAL**

TESIS



Oleh:

Halton Novanta

2016881003

Pembimbing Tunggal:

Yoon Mac Kinley Aritonang, Ph.D

PROGRAM MAGISTER TEKNIK INDUSTRI

PROGRAM PASCASARJANA

UNIVERSITAS KATOLIK PARAHYANGAN

BANDUNG

2018

HALAMAN PENGESAHAN

**PENGEMBANGAN MODEL PERSEDIAAN DENGAN
CRASHING LEAD TIME UNTUK KASUS PROBABILISTIK
MENGUNAKAN FUNGSI EKSPONENSIAL**



Oleh:

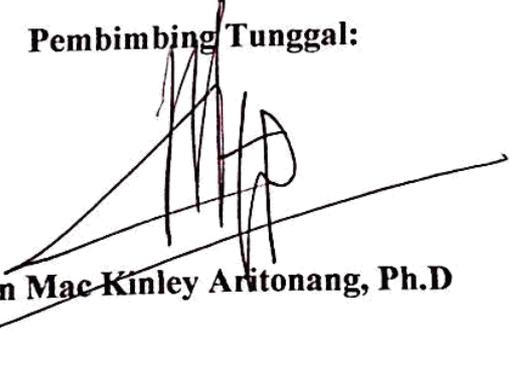
Halton Novanta

2016881003

Disetujui Untuk Diajukan Ujian Sidang pada Hari/Tanggal:

Selasa, 13 Februari 2018

Pembimbing Tunggal:


Yoon Mac Kinley Aritonang, Ph.D

PROGRAM MAGISTER TEKNIK INDUSTRI

PROGRAM PASCASARJANA

UNIVERSITAS KATOLIK PARAHYANGAN

BANDUNG

2018

Pernyataan

Yang bertandatangan di bawah ini, saya dengan data diri sebagai berikut:

Nama : Halton Novanta
Nomor Pokok Mahasiswa : 2016881003
Program Studi : Magister Teknik Industri
Program Pascasarjana
Universitas Katolik Parahyangan

Menyatakan bahwa Tesis dengan judul:

Pengembangan Model Persediaan dengan *Crashing Lead Time* untuk Kasus Probabilistik dengan Menggunakan Fungsi Eksponensial

adalah benar-benar karya saya sendiri di bawah bimbingan Pembimbing, dan saya tidak melakukan penjiplakan atau pengutipan dengan cara-cara yang tidak sesuai dengan etika keilmuan yang berlaku dalam masyarakat keilmuan.

Apabila di kemudian hari ditemukan adanya pelanggaran terhadap etika keilmuan dalam karya saya, atau jika ada tuntutan formal atau non formal dari pihak lain berkaitan dengan keaslian karya saya ini, saya siap menanggung segala resiko, akibat, dan/atau sanksi yang dijatuhkan kepada saya, termasuk pembatalan gelar akademik yang saya peroleh dari Universitas Katolik Parahyangan.

Dinyatakan : di Bandung

Tanggal : 6 Februari 2016



Halton Novanta

PENGEMBANGAN MODEL PERSEDIAAN DENGAN *CRASHING LEAD TIME* UNTUK KASUS PROBABILISTIK MENGGUNAKAN FUNGSI EKSPONENSIAL

**Halton Novanta (NPM: 2016881003)
Pembimbing Tunggal: Yoon Mac Kinley Aritonang, Ph.D
Magister Teknik Industri
Bandung
Januari 2018**

ABSTRAK

Manajemen persediaan dalam sebuah perusahaan mencakup kegiatan pembelian dan penyimpanan barang. Manajemen persediaan menjadi penting dalam manajemen rantai pasok karena memengaruhi banyak biaya yang dikeluarkan perusahaan. Variabel keputusan dalam permasalahan klasik manajemen persediaan adalah jumlah pemesanan optimum dan titik pemesanan kembali. Penelitian ini mempertimbangkan variabel keputusan yang lain yaitu *lead time*. *Crashing* atau perpendekan *lead time* dapat dilakukan dengan penambahan biaya yaitu biaya *crashing*. Biaya *crashing* dapat berupa perubahan moda transportasi maupun penambahan tenaga kerja dalam memproses pemesanan.

Lead time adalah selang waktu sejak pemesanan dilakukan sampai dengan pemesanan tersebut diterima. Penelitian ini menggunakan fungsi eksponensial untuk menggambarkan hubungan antara biaya *crashing* dan jumlah *lead time* yang diperpendek. Distribusi eksponensial juga digunakan untuk menggambarkan hubungan antara pengurangan *lead time* dengan pengurangan rata-rata jumlah kekurangan persediaan.

Penelitian ini juga menggunakan contoh kasus untuk memperlihatkan penggunaan model yang telah dikembangkan. Hasil dari perhitungan menunjukkan bahwa *lead time* yang lebih pendek cenderung lebih dipilih ketika dihadapkan pada situasi fungsi eksponensial untuk hubungan *stockout* dengan besar *lead time*.

Kata Kunci: distribusi eksponensial, manajemen persediaan, *lead time crashing*, stokastik

INVENTORY MODELS INVOLVING LEAD TIME CRASHING AND STOCK OUT COST AS AN EXPONENTIAL FUNCTION

Halton Novanta (NPM: 2016881003)
Advisor: Yoon Mac Kinley Aritonang, Ph.D
Magister of Industrial Engineering
Bandung
January 2018

ABSTRACT

Inventory management is concerned with the procurement and storage decision. Inventory management is vital in supply chain management because it requires much costs to be managed. The decision variable in classic fixed order size inventory management is optimum order quantity and reorder point. This paper considers another decision variable which is lead time. Lead time can be a controllable variable with an additional amount of cost known as crashing cost.

Lead time described as the interval of time since order is placed and the order is received. In this paper, we consider crashing cost as an exponential function of lead time crashed. Exponential function is also used to describe the relation between lead time reduction to stock out reduction. The exponential function is used to illustrate a more realistic condition that is faced by industry in high competitive market.

A numerical example is provided to show the use of the models developed. The result of numerical calculation shows that it is more desirable to choose a shorter period of lead time when it is faced with exponential cases as the relation between stock out and lead time.

Keywords: *exponential distribution, inventory management, lead time crashing, stochastic*

KATA PENGANTAR

Puji syukur penulis panjatkan kepada Tuhan Yang Maha Esa atas kasih sayang dan anugerah-Nya sehingga penulis dapat menyelesaikan tesis ini dengan baik dan tepat pada waktunya. Tesis yang berjudul “Pengembangan Model Persediaan Dengan *Crashing Lead Time* Untuk Kasus Probabilistik Menggunakan Fungsi Eksponensial” ini disusun sebagai salah satu syarat mata kuliah yang wajib ditempuh dalam Program Studi Magister Teknik Industri Universitas Katolik Parahyangan.

Seiring dengan diselesaikannya tesis ini, penulis ingin mengucapkan terima kasih banyak kepada semua pihak yang telah membantu, baik secara material maupun moral yang sangat berarti bagi penulis, antara lain:

1. Bapak Yoon Mac Kinley Aritonang, Ph.D selaku dosen pembimbing dan dosen wali sebagai kepala program studi magister teknik industri yang telah banyak membantu dan meluangkan waktu untuk penulis selama penyusunan tesis. Terima kasih atas waktu, kesabaran, masukan, dan dukungan yang luar biasa kepada penulis.
2. Bapak Dr. Carles Sitompul selaku dosen penguji dan komite tesis yang telah memberikan masukan berupa saran dan kritik kepada penulis dalam pengerjaan tesis ini
3. Bapak Dr. Julius Dharma Lesmono selaku dosen penguji dan komite tesis yang telah memberikan masukan berupa saran dan kritik kepada penulis dalam pengerjaan tesis ini.

4. Keluarga penulis yang selalu memberikan doa, perhatian dan dukungan serta memberikan masukan dan semangat kepada penulis selama melakukan penyusunan laporan.
5. Untuk teman-teman penulis yang telah mendukung serta membantu dalam penyusunan skripsi ini antara lain Cynthia Apriliani Gunawan, Robby Hartono, Jefvie Lois, dan Hans Sebastian.
6. Pihak-pihak lain yang tidak dapat disebutkan satu-persatu dalam mendukung pelaksanaan penelitian ini.

Penulis menyadari bahwa masih terdapat banyak kekurangan dalam pembuatan tesis ini akibat keterbatasan penulis dalam pengetahuan dan pengalaman yang dimiliki. Oleh karena itu, penulis sangat terbuka dengan adanya kritik dan saran dari pembaca untuk perbaikan lebih lanjut. Akhir kata penulis berharap agar penelitian ini dapat bermanfaat bagi semua pihak yang terkait dan untuk penelitian selanjutnya.

Bandung, 10 Januari 2018

Penulis

Halton Novanta

DAFTAR ISI

HALAMAN JUDUL	
HALAMAN PENGESAHAN TESIS	
ABSTRAK	
KATA PENGANTAR	i
DAFTAR ISI	iii
DAFTAR GAMBAR	v
DAFTAR TABEL	vii
BAB 1 PENDAHULUAN	1
1.1 Latar Belakang Permasalahan	1
1.2 Rumusan Masalah	4
1.3 Pembatasan Masalah dan Asumsi Penelitian	5
1.4 Tujuan Penelitian	6
1.5 Manfaat Penelitian	6
BAB 2 TINJAUAN PUSTAKA	9
2.1 Pengertian Persediaan	9
2.2 Jenis Biaya Persediaan	10
2.3 Metode Perancangan Sistem Persediaan Deterministik	12
2.4 Model Persediaan Probabilistik	19
2.5 <i>Safety Stock</i>	20
2.6 Pertimbangan Statistik	21
2.7 Model Persediaan dengan <i>Crashing Lead Time</i>	22
2.8 Pemeriksaan Bentuk Fungsi Banyak Peubah	23

2.9 Maksimasi dan Minimasi Fungsi Banyak Peubah Tanpa Batasan	24
BAB 3 METODE PENELITIAN	25
3.1 Sintesa Penelitian	25
3.2 Formulasi Model Awal Penelitian	28
3.3 Metodologi Penelitian	32
BAB 4 PENGEMBANGAN MODEL MATEMATIS	37
4.1 Penurunan Rumus TC (Q, L)	37
4.2 Perumusan Nilai Minimum untuk Q dan L	41
4.3 Contoh Perhitungan Nilai Q dan L	43
4.4 Pembuktian Titik Optimum Nilai Q dan L	52
4.5 Pembahasan Dampak Perubahan Parameter	54
4.6 Bentuk Model untuk Nilai Parameter Tertentu	55
BAB 5 KESIMPULAN DAN SARAN	59
5.1 Kesimpulan	59
5.2 Saran	60
DAFTAR PUSTAKA	

DAFTAR GAMBAR

Gambar 2.1 Grafik Biaya Persediaan	12
Gambar 2.2 Sistem Pemesanan Metode Q	13
Gambar 2.3 Model Inventori Klasik	14
Gambar 2.4 Model Pemesanan Metode T	16
Gambar 2.5 Sistem Pemesanan Metode T	17
Gambar 2.6 Model Persediaan Probabilistik	19
Gambar 3.1 Sintesa Penelitian	25
Gambar 3.2 Metodologi Penelitian	33
Gambar 4.1 Grafik Variabel Q Terhadap Fungsi TC (Q, L)	47
Gambar 4.2 Grafik Variabel L Terhadap Fungsi TC (Q, L)	48
Gambar 4.3 Grafik Fungsi TC (Q, L)	51
Gambar 4.4 Perbesaran Grafik Fungsi TC (Q, L)	52

DAFTAR TABEL

Tabel 4.1 Iterasi Perhitungan Q dan L Optimum	47
Tabel 4.2 Rekapitulasi Perhitungan Q dan L Optimum	48
Tabel 4.3 Dampak Variansi Terhadap Pemilihan <i>Lead Time</i>	54
Tabel 4.4 Dampak Biaya <i>Crashing</i> Terhadap Pemilihan <i>Lead Time</i>	55

BAB 1

PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Pada era globalisasi saat ini, ilmu pengetahuan dan teknologi berkembang dengan sangat pesat. Hal ini berdampak pada perekonomian setiap negara yang semakin berkembang pesat. Persaingan antar perusahaan juga menjadi semakin ketat karena berlomba-lomba untuk menekan biaya operasional perusahaan dan bisa memberikan harga yang lebih rendah dibandingkan dengan pesaing.

Suatu perusahaan manufaktur biasanya memiliki komponen pengeluaran biaya yang besar pada biaya persediaan. Perusahaan yang memiliki kompetisi ketat akan selalu berusaha untuk menyimpan persediaan barang dengan jumlah yang cukup banyak untuk menghindari terjadinya kehilangan penjualan. Penyediaan barang dengan jumlah yang besar akan mengurangi jumlah kehilangan penjualan namun menyebabkan tingginya biaya penyimpanan. Manajemen persediaan diperlukan untuk mencari parameter-parameter yang digunakan untuk melakukan pemesanan dengan mengeluarkan biaya yang serendah mungkin. Model-model manajemen persediaan juga banyak dikembangkan untuk semakin mengakomodasi berbagai kejadian yang dihadapi dalam praktik penyediaan barang.

Saat ini, perusahaan dalam melakukan pengadaan bahan baku sering kali menggunakan kerja sama jangka panjang dengan pemasok. Kerja sama jangka panjang ini memungkinkan perusahaan dalam melakukan negosiasi harga jangka

panjang, kualitas bahan yang dikirimkan, dan juga kesepakatan lama pengiriman barang. Jika kesepakatan lama pengiriman barang (*lead time*) dapat dinegosiasikan maka *lead time* sudah menjadi salah satu variabel keputusan yang harus dicari nilai optimumnya. Pada keadaan normal, sebuah perusahaan pasti menginginkan *lead time* untuk sesingkat mungkin namun biaya untuk memproses pengiriman menjadi lebih cepat juga akan meningkat. Peningkatan biaya memperpendek *lead time* terhadap jumlah waktu yang dipersingkat memiliki hubungan tertentu yang seringkali tidak linear.

Lead time yang singkat dapat membantu perusahaan dalam menerapkan proses *Just in Time* (JIT). Tujuan dari penerapan JIT adalah untuk tetap mempertahankan kualitas dan menjaga agar jumlah persediaan selalu mendekati nol. Salah satu cara yang cukup layak dipertimbangkan adalah mempersingkat *lead time*. Memperpendek *lead time* dapat dilakukan dengan memperpendek salah satu atau lebih komponen dari *lead time*. Tersine (1994) menjelaskan bahwa semakin singkat *lead time* yang kita miliki maka akan semakin kecil pula kemungkinan *stockout* terjadi. Hal ini disebabkan oleh kemungkinan *stockout* terjadi pada model persediaan Q hanya terjadi pada periode *lead time*.

Di Indonesia, terdapat contoh kasus bahwa penambahan biaya untuk memperpendek *lead time* dapat memberikan keuntungan yang signifikan. Kasus ini telah dimuat dalam artikel koran *tribunnews* oleh Widiyanto, W (2014). Produk yang dikirimkan dalam kasus ini adalah bahan makanan yang berasal dari laut. Pada tahun 2004 seorang pedagang bahan makanan laut bernama Susi Pudjihastuti mencoba memperpendek *lead time* pengiriman produk secara signifikan untuk mempertahankan kualitas produk. Pengiriman produk laut seperti lobster dan ikan

dikirim dari Pangandaran ke banyak kota di Indonesia bahkan sampai ke Jepang. Hal tersebut membutuhkan biaya yang mahal sehingga tidak banyak orang yang melakukan. *Crashing lead time* yang dilakukan membuahkan hasil karena biaya *crashing* yang mahal dapat terkompensasi dengan keuntungan penjualan yang berlipat ganda. Keuntungan yang didapat dari contoh *crashing lead time* pada kasus di atas adalah berhasil mempertahankan kualitas produk terhadap waktu, meningkatnya kepuasan konsumen, dan berkurangnya *stockout*.

Penelitian ini juga memperhatikan hubungan antara *stockout* dengan lamanya *lead time*. Hubungan antara *stockout* dan *lead time* digambarkan dalam bentuk fungsi eksponensial karena semakin lebar masa *lead time*, maka akan semakin besar pula kemungkinan *stockout* terjadi. Penambahan besar kemungkinan terjadinya *stockout* terhadap *lead time* menggunakan fungsi eksponensial karena besarnya yang dapat menjadi signifikan ketika mencapai batas-batas tertentu. Fungsi eksponensial untuk menghubungkan biaya *crashing lead time* dengan pengurangan *lead time* pernah dilakukan oleh Vijayashree dan Uthayakumar pada 2016. Pemilihan kasus yang menggunakan fungsi eksponensial maupun bentuk distribusi lainnya harus melalui analisis yang mendalam karena tidak semua kasus dapat diselesaikan dengan model yang sama. Fungsi eksponensial terbukti cocok digunakan untuk kasus-kasus industri dengan tingkat persaingan yang tinggi.

Pada tesis ini akan dikembangkan model pengambilan keputusan ketika menghadapi pilihan untuk melakukan *crashing lead time* yang membutuhkan biaya dalam bentuk fungsi eksponensial serta memperhitungkan terjadinya *stockout*. Pertimbangan tentang terjadinya *stockout* diperhitungkan karena dampaknya yang dapat menjadi luar biasa terhadap citra perusahaan. Kejadian *stockout* memberikan

dampak pada pengurangan kepercayaan konsumen ketika ingin melakukan pemesanan berulang. *Stockout* juga perlu diperhitungkan karena permintaan yang dihadapi oleh perusahaan akan bersifat stokastik dan selalu ada kemungkinan untuk mengalami kekurangan persediaan.

1.2 Rumusan Masalah

Tesis ini akan memfokuskan pengembangan model persediaan untuk model persediaan dengan pilihan *crashing lead time* untuk kasus probabilistik. Pengembangan untuk model persediaan probabilistik dipilih karena keadaan nyata yang dialami akan bersifat probabilistik. Pendekatan hubungan *crashing cost* digambarkan dalam fungsi eksponensial. Fungsi eksponensial dipilih karena dapat menggambarkan hubungan yang nyata antara penambahan biaya dengan pengurangan *lead time*.

Pengembangan model persediaan ini dapat juga dikaitkan dengan manajemen rantai pasok yang berfokus pada pemilihan metode pengiriman karena akan sangat erat kaitannya dengan biaya dan juga *lead time*. Model hubungan dengan fungsi eksponensial dapat digunakan untuk berbagai macam jenis pengiriman untuk berbagai produk. Kebutuhan untuk melakukan *crashing lead time* biasa dihadapi perusahaan dalam melakukan pembahasan kontrak dengan pemasok. Dalam menentukan *lead time* yang disepakati, perusahaan perlu mencari nilai optimum yang menghasilkan biaya terendah, *lead time* tersingkat, atau memberikan keuntungan yang paling besar.

Perumusan masalah yang dapat dibuat berdasarkan paparan di atas adalah sebagai berikut:

1. Bagaimana model persamaan total biaya persediaan ketika perusahaan menghadapi pilihan mengurangi *lead time* dengan mempertimbangkan hubungannya dengan *stockout*?
2. Berapa jumlah pemesanan optimum ketika perusahaan menghadapi pilihan mengurangi *lead time* dengan mempertimbangkan hubungannya dengan *stockout*?
3. Berapa *lead time* optimum ketika perusahaan menghadapi pilihan mengurangi *lead time* dengan mempertimbangkan hubungannya dengan *stockout*?

1.3 Pembatasan Masalah dan Asumsi Penelitian

Pada penulisan tesis ini, penulis membatasi ruang lingkup masalah yang ada sehingga penelitian tetap terfokus pada inti permasalahan penelitian dan tujuan yang ingin dicapai. Beberapa batasan masalah yang digunakan antara lain:

1. Kapasitas gudang tidak diperhitungkan dalam penelitian ini
2. Penurunan kualitas produk tidak dipertimbangkan

Selain adanya batasan masalah yang digunakan, dibutuhkan pula asumsi dalam penelitian ini. Asumsi ini bertujuan untuk menyederhanakan masalah yang diteliti. Beberapa asumsi yang digunakan sebagai berikut:

1. Permintaan yang dihadapi perusahaan berdistribusi normal. Distribusi normal juga berlaku bagi jumlah permintaan selama periode *lead time*.
2. Biaya *crashing lead time* akan bertambah secara eksponensial terhadap jumlah hari yang diperpendek dalam *lead time*. Besar perubahan hubungan ini akan dilambangkan dengan sebuah parameter berupa konstanta positif.

3. Besar *stockout* akan berbanding lurus secara eksponensial terhadap *lead time*. Pengurangan *lead time* akan berdampak pada berkurangnya *stockout* dan memiliki hubungan sesuai dengan fungsi eksponensial yang dipengaruhi oleh sebuah konstanta positif.

1.4 Tujuan Penelitian

Penelitian ini dilakukan untuk mencapai beberapa tujuan. Tujuan dari penelitian ini adalah sebagai berikut:

1. Merumuskan model persamaan total biaya persediaan ketika perusahaan menghadapi pilihan mengurangi *lead time* dengan mempertimbangkan hubungannya dengan *stockout*.
2. Menentukan jumlah pemesanan optimum ketika perusahaan menghadapi pilihan mengurangi *lead time* dengan mempertimbangkan hubungannya dengan *stockout*.
3. Menentukan *lead time* optimum ketika perusahaan menghadapi pilihan mengurangi *lead time* dengan mempertimbangkan hubungannya dengan *stockout*.

1.5 Manfaat Penelitian

Ada beberapa manfaat yang didapat dari penelitian ini, yaitu manfaat untuk penulis dan manfaat untuk pembaca. Berikut merupakan penjelasan dari manfaat yang diperoleh.

1. Untuk Penulis

Penulis dapat menyalurkan ide-ide untuk pengembangan model persediaan dari yang sudah ada. Selain itu, penulis juga dapat menyalurkan pengetahuan

yang sudah didapat selama ini ke bentuk yang nyata yaitu pengembangan ilmu pengetahuan.

2. Untuk Pembaca

Penulisan tesis ini diharapkan dapat menambah pengetahuan atau ide sehingga dapat menjadi referensi untuk melakukan pengembangan penelitian di bidang manajemen persediaan.

