



TUGAS AKHIR – TI 141501

**MODEL OPTIMASI PERENCANAAN PENGADAAN
DAN PERSEDIAAN KARKAS SAPI
(STUDI KASUS: PD RPH X)**

ANDIKA PARAMA PUTRA

NRP 02411340000148

DOSEN PEMBIMBING

Prof. Iwan Vanany S.T., M.T., Ph.D.

NIP. 19710927 199903 1002

DEPARTEMEN TEKNIK INDUSTRI

Fakultas Teknologi Industri

Institut Teknologi Sepuluh Nopember

Surabaya

2018



FINAL PROJECT – TI 141501

**OPTIMIZATION MODEL OF PROCUREMENT AND
INVENTORY PLANNING OF BEEF CARCASS
(CASE STUDY: PD RPH X)**

ANDIKA PARAMA PUTRA

NRP 02411340000148

SUPERVISOR

Prof. Iwan Vanany ST., M.T., Ph.D.

NIP. 19710927 199903 1002

INDUSTRIAL ENGINEERING DEPARTMENT

Faculty of Industrial Technology

Institut Teknologi Sepuluh Nopember

Surabaya

2018

LEMBAR PENGESAHAN
MODEL OPTIMASI PERENCANAAN PENGADAAN DAN
PERSEDIAAN KARKAS SAPI
(STUDI KASUS : PD RPH X)

TUGAS AKHIR

Diajukan untuk Memenuhi Salah Satu Syarat Memperoleh Gelar Sarjana Teknik

Program Studi S-1 Departemen Teknik Industri

Fakultas Teknologi Industri

Institut Teknologi Sepuluh Nopember

Surabaya

Oleh :

ANDIKA PARAMA PUTRA

NRP 024 1134 0000 148

Disetujui oleh Dosen Pembimbing Tugas Akhir:



Prof. Iwan Vanany, S.T., M.T., Ph.D.

NIP. 19710927 199903 1002

SURABAYA
JANUARI 2018

MODEL OPTIMASI PERENCANAAN PENGADAAN DAN PERSEDIAAN KARKAS SAPI STUDI KASUS (PD RPH X)

Nama : Andika Parama Putra
NRP : 02411340000148
Pembimbing : Prof. Iwan Vanany, S.T., M.T., Ph.D.

ABSTRAK

PD RPH (Perusahaan Daerah Rumah Pemotongan Hewan) X adalah perusahaan yang bergerak di bidang jasa potong, penjualan dan distribusi daging sapi. PD RPH X memiliki tantangan baru untuk memenuhi permintaan daging sapi masyarakat Kota Y. Penelitian ini merancang model optimasi untuk menentukan jumlah dan periode pengadaan karkas agar dapat memenuhi permintaan produk daging sapi segar berdasarkan hasil peramalan. Tujuan perancangan model optimasi adalah untuk mendapatkan total biaya pengadaan bahan baku dan biaya persediaan produk yang paling optimal. Total biaya tersebut terdiri dari biaya pembelian dan biaya pemesanan bahan baku serta biaya produksi, biaya penyimpanan dan biaya kerusakan produk. Model optimasi ini menggunakan model matematis ILP (*Integer Linear Programming*) dengan mempertimbangkan *shelf-life time* untuk *perishable product* daging sapi. Peramalan permintaan dilakukan dengan metode *Triple Exponential Smoothing (Winter's Method)* dan ARIMA. Berdasarkan perbandingan nilai MAPE, didapatkan bahwa metode Winter dengan parameter $\alpha = 0.2$, $\beta = 0.1$ dan $\gamma = 0.2$ adalah metode peramalan permintaan yang paling sesuai untuk meramalkan permintaan daging sapi masyarakat Kota Y. Hasil peramalan permintaan digunakan sebagai data *input* pada perhitungan model optimasi. Hasil perhitungan model optimasi menunjukkan total biaya sebesar Rp2.853.421.260,00. Penelitian ini juga merancang model optimasi skenario perbaikan untuk pengadaan bahan baku per jenis potongan daging. Dari hasil perhitungan skenario perbaikan didapatkan total biaya sebesar Rp1.277.627.686,00 sehingga terdapat penghematan sebesar 55% dari model optimasi pengadaan karkas.

Kata kunci: ARIMA, ILP (*Integer Linear Programming*), Karkas, Model Optimasi, *Perishable Product*, *Shelf-life Time*, *Triple Exponential Smoothing (Winter's Method)*

(halaman ini sengaja dikosongkan)

OPTIMIZATION MODEL OF PROCUREMENT AND INVENTORY PLANNING OF BEEF CARCASS (CASE STUDY: PD RPH X)

Name : Andika Parama Putra
NRP : 02411340000148
Supervisor : Prof. Iwan Vanany, S.T., M.T., Ph.D.

ABSTRACT

PD RPH (Perusahaan Daerah Rumah Pemotongan Hewan) X is an enterprise in field of cattle slaughtering, and beef selling and distribution. PD RPH X faces the new challenge to fulfill the demand of beef in Y city. This research designed optimization model to determine the amount and procurement period of carcass to fulfill fresh beef demand based on the forecast. Optimization model is designed to get the total cost of raw material procurement and the most optimum product procurement cost. The total costs consist of raw material purchasing cost, ordering cost, production cost, holding cost, and waste cost. This optimization model used Integer Linear Programming (ILP) that considers shelf-life time for perishable product (beef). Demand forecast is conducted with Triple Exponential Smoothing method (Winter's Method) and ARIMA. Based on MAPE value comparison, Winter's method with parameter $\alpha=0.2$, $\beta=0.1$, and $\gamma=0.2$ is the most suitable method to forecast beef demand of Y city. The forecast result then will be used as the input of optimization model. As the result of optimization model calculation, the total cost of raw material procurement and the most optimum product procurement cost is Rp 2.853.421.260,00 This research also designed optimization method for improvement scenario of raw materials procurement for each type of beef cut. From the improvement scenario calculation, the total costs incurred is Rp1.277.627.686,00 so there will be 55% saving of carcass procurement from the optimization model.

Keywords: ARIMA, Carcass, ILP (*Integer Linear Programming*), *Optimization Model*, *Perishable Product*, *Shelf-life Time*, *Triple Exponential Smoothing (Winter's Method)*

(halaman ini sengaja dikosongkan)

KATA PENGANTAR

Puji syukur penulis panjatkan ke hadirat Allah SWT atas limpahan rahmat, hidayah dan taufik-Nya sehingga penulis berhasil menyelesaikan laporan Tugas Akhir yang berjudul “**Model Optimasi Perencanaan Pengadaan dan Persediaan Karkas Sapi (Studi Kasus: PD RPH X)**” sebagai persyaratan untuk menyelesaikan studi strata satu (S-1) dan memperoleh gelar Sarjana Teknik. Selesainya Laporan Tugas Akhir ini tidak terlepas dari bantuan banyak pihak yang telah memberikan dukungan, masukan dan bantuan kepada penulis. Untuk itu penulis mengucapkan terimakasih kepada:

1. Abi Anindita Pragnya Danurdara dan Umi Kadaryatie selaku orang tua penulis yang senantiasa memberikan doa, motivasi, bantuan dan dukungan yang tidak terhingga dalam pengerjaan Tugas Akhir ini.
2. Dianita Nindya Ratnasari dan Rizky Nurwicaksana Putra, selaku saudara penulis yang selalu memberikan nasehat dan doa dalam pengerjaan Tugas Akhir ini.
3. Bapak Prof. Iwan Vanany S.T., M.T., Ph.D. selaku dosen pembimbing yang senantiasa mendampingi, memberikan ide-ide, kritik, saran dan meluangkan waktunya kepada penulis dalam menyelesaikan Tugas Akhir.
4. Ibu Niniet Indah Arvitrida S.T., M.T., Ph.D. dan Bapak Dody Hartanto S.T., M.T. selaku dosen penguji saat pelaksanaan seminar dan sidang Tugas Akhir yang telah memberi masukan atas penelitian Tugas Akhir ini.
5. Bapak Dr.Eng. Erwin Widodo, S.T., M.Eng. dan Ibu Diesta Iva Maftuhah S.T., M.T. selaku dosen wali penulis yang telah memberikan arahan dan motivasi selama diperkuliahan.
6. Bapak Nurhadi Siswanto, S.T., M.S.I.E., Ph.D selaku Kepala Departemen Teknik Industri ITS yang telah mengkoordinasikan kegiatan belajar mengajar di kampus dengan baik.
7. Seluruh bapak dan ibu dosen serta karyawan Departemen Teknik Industri ITS.

8. Keluarga Besar Cyprium TI-29 yang memberikan dukungan selama 4,5 tahun perkuliahan ini dan akan terus berlanjut.
9. Semua pihak yang tidak dapat disebutkan satu per satu oleh penulis dalam pengerjaan Tugas Akhir ini.

Penulis berharap Tugas Akhir ini mampu memberikan manfaat bagi para pembacanya, Laporan Tugas Akhir ini masih jauh dari sempurna. Oleh karena itu, kritik dan saran sangat penulis butuhkan untuk perbaikan ke depannya.

Surabaya, Januari 2018

Andika Parama Putra

DAFTAR ISI

ABSTRAK	i
ABSTRACT	iii
KATA PENGANTAR	v
DAFTAR ISI	vii
DAFTAR GAMBAR	xi
DAFTAR TABEL	xiii
BAB 1 PENDAHULUAN	1
1.1 Latar Belakang	1
1.2 Rumusan Masalah	6
1.3 Tujuan Penelitian	7
1.4 Manfaat Penelitian	7
1.5 Ruang Lingkup Penelitian.....	7
1.5.1 Batasan.....	8
1.5.2 Asumsi	8
1.6 Sistematika Penulisan.....	8
BAB 2 TINJAUAN PUSTAKA	11
2.1 <i>Bill of Material (BOM Tree)</i>	11
2.2 Peramalan Permintaan.....	14
2.2.1 <i>Metode Peramalan</i>	15
2.3 <i>Linear Programming</i>	20
2.3.1 <i>Integer Linear Programming (ILP)</i>	21
2.4 Model Matematis Pengadaan dan Persediaan Produk <i>Perishable</i> Karkas Babi (Mesias, Osorio dan Ramirez, 2017)	22
2.5 Model Pengendalian Persediaan untuk Produk <i>Perishable</i> dengan Permintaan <i>Non-Stationary</i> dan Konstrain <i>Service Level</i> (Pauls-Worm, Hendrix, Haijema, Vorst, 2013).....	25

2.6 Penelitian Sebelumnya	27
BAB 3 METODOLOGI PENELITIAN	31
3.1 Tahap Persiapan.....	32
3.1.1 Studi Literatur.....	33
3.1.2 Studi Lapangan.....	33
3.2 Tahap Pengumpulan Data.....	33
3.3 Tahap Pengolahan Data	34
3.3.1 Peramalan Permintaan.....	34
3.3.2 Perancangan Model Optimasi Pengadaan Karkas	35
3.3.3 Verifikasi dan Validasi Model Optimasi Pengadaan Karkas.....	39
3.3.4 Perhitungan Solusi Optimal Model Pengadaan Karkas	39
3.3.5 Perancangan dan Perhitungan Model Optimasi Skenario Perbaikan.....	39
3.4 Tahap Analisis Data dan Intepretasi Hasil	40
3.5 Tahap Kesimpulan dan Saran	40
BAB 4 PENGUMPULAN DAN PENGOLAHAN DATA.....	41
4.1 Pengumpulan Data.....	41
4.1.1 Historis Permintaan Daging Sapi Masyarakat Kota Y	41
4.1.2 Deskripsi Bahan Baku Karkas.....	44
4.1.3 Biaya Pengadaan dan Persediaan	46
4.2 Pengolahan Data	53
4.2.1 Peramalan Permintaan Daging Sapi Masyarakat Kota Y	54
4.2.2 Perhitungan Permintaan Konsumen Rumah Tangga untuk Produk Daging Sapi Rumah Daging.....	69
4.2.3 Perancangan Model Optimasi Pengadaan Karkas	76
4.2.4 Verifikasi dan Validasi Model Optimasi Pengadaan Karkas.....	80

4.2.5 <i>Running Model Optimasi Pengadaan Karkas</i>	88
4.2.6 <i>Model Optimasi Skenario Perbaikan Pengadaan Bahan Baku per Jenis Kebutuhan Potongan Daging</i>	92
BAB 5 ANALISIS DAN INTEPRETASI DATA	99
5.1 Analisis dan Intepretasi Data Hasil Peramalan Permintaan	99
5.2 Analisis Hasil <i>Running Model Optimasi Pengadaan Karkas</i>	101
5.3 Analisis Perbandingan Model Optimasi Pengadaan Karkas dan Model Optimasi Skenario Perbaikan	103
5.4 Analisis Sensitivitas	104
BAB 6 KESIMPULAN DAN SARAN.....	111
6.1 Kesimpulan	111
6.2 Saran.....	112
DAFTAR PUSTAKA	113
LAMPIRAN A	117
LAMPIRAN B	133
BIOGRAFI PENULIS	141

(halaman sengaja dikosongkan)

DAFTAR GAMBAR

Gambar 1. 1 Perkembangan Konsumsi Daging Sapi Nasional Tahun 2000-2015..2	
Gambar 1. 2 Perkembangan Produksi Daging Sapi Nasional Tahun 2000-20153	
Gambar 2. 1 Contoh <i>Planning Bill</i>14	
Gambar 2. 2 <i>Forecasting Classifications</i>16	
Gambar 3. 1 <i>Flowchart</i> Metodologi Penelitian.....31	
Gambar 3. 2 <i>Flowchart</i> Lanjutan Metodologi Penelitian32	
Gambar 4. 1 Peta Karkas dan Persentase tiap Potongan Daging dari Karkas 250 Kilogram.....45	
Gambar 4. 2 Grafik Time Series Permintaan Daging Sapi	54
Gambar 4. 3 Plot <i>Forecast Data In-Sample Winter's Method</i> $\alpha=0.2, \beta=0.1, \gamma=0.1$56	
Gambar 4. 4 Plot <i>Forecast Data In-Sample Winter's Method</i> $\alpha=0.2, \beta=0.1, \gamma=0.2$57	
Gambar 4. 5 Plot <i>Forecast Data In-Sample Winter's Method</i> $\alpha=0.2, \beta=0.2, \gamma=0.1$57	
Gambar 4. 6 Plot <i>Forecast Data In-Sample Winter's Method</i> $\alpha=0.2, \beta=0.2, \gamma=0.2$58	
Gambar 4. 7 <i>Box-Cox Plot</i> Data <i>In-Sample</i>59	
Gambar 4. 8 Grafik <i>Box-Cox Plot</i> Data Transformasi <i>In-Sample</i>60	
Gambar 4. 9 Grafik ACF Data Transformasi.....61	
Gambar 4. 10 Grafik PACF Data Transformasi.....62	
Gambar 4. 11 Plot Distribusi Normal Residual ARIMA (1,0,1).....65	
Gambar 4. 12 <i>Problem Window</i> Hasil <i>Running Uji Verifikasi Software CPLEX Open Source</i>82	
Gambar 5. 1 Grafik Jumlah Produk Kadaluarsa tiap Jenis Potongan Daging.....102	
Gambar 5. 2 Grafik Perbandingan Total Biaya Pengadaan dan Persediaan Bahan untuk Berbagai Skenario <i>Market Share</i>108	

(halaman sengaja dikosongkan)

DAFTAR TABEL

Tabel 1. 1 Katalog Produk Daging Sapi Rumah Daging PD RPH X	4
Tabel 2. 1 Contoh <i>Intended Bill</i>	13
Tabel 2. 2 Contoh <i>Summarized Parts List</i>	14
Tabel 2. 3 Perbandingan Karakteristik tiap Metode Peramalan.....	20
Tabel 2. 4 Daftar Penelitian Sebelumnya.....	27
Tabel 4. 1 Konsumsi Daging Sapi Masyarakat Kota Y Tahun 2012-2016.....	42
Tabel 4. 2 Konsumsi Daging Sapi Masyarakat Kota Y Per Bulan	43
Tabel 4. 3 Biaya Pemesanan Bahan Baku Karkas	48
Tabel 4. 4 Biaya Produksi tiap Unit Produk	48
Tabel 4. 5 Biaya Penyimpanan tiap Unit Produk.....	49
Tabel 4. 6 Biaya Kerusakan tiap Unit Produk.....	51
Tabel 4. 7 Biaya Gaji Pelaksana Pergudangan.....	52
Tabel 4. 8 Biaya Listrik Pergudangan.....	52
Tabel 4. 9 Biaya Perawatan Aset Pergudangan	53
Tabel 4. 10 Pembagian Data <i>In-Sample</i> dan <i>Out-Sample</i> Permintaan Daging Sapi	55
Tabel 4. 11 Parameter Transformasi Data.....	59
Tabel 4. 12 Hasil Transformasi Data <i>In-Sample</i>	60
Tabel 4. 13 Perhitungan (1) MAPE <i>Winter's Method</i>	67
Tabel 4. 14 Perhitungan (2) MAPE <i>Winter's Method</i>	67
Tabel 4. 15 Perhitungan MAPE Metode ARIMA (1,0,1)	68
Tabel 4. 16 Hasil Peramalan Permintaan Daging Sapi Masyarakat Kota Y	69
Tabel 4. 17 Permintaan Daging Sapi Konsumen Rumah Tangga Rumah Daging Bulan Januari-Maret	72
Tabel 4. 18 Permintaan Daging Sapi Konsumen Rumah Tangga Rumah Daging Bulan April-Juni	73
Tabel 4. 19 Permintaan Daging Sapi Konsumen Rumah Tangga Rumah Daging Bulan Juli-September	74

Tabel 4. 20 Permintaan Daging Sapi Konsumen Rumah Tangga Rumah Daging Bulan Oktober-Desember	75
Tabel 4. 21 Status Solusi dan Algoritma Model pada Software CPLEX Open Source.....	80
Tabel 4. 22 Data <i>Dummy Initial Inventory</i> (t=0)	83
Tabel 4. 23 Data <i>Dummy</i> Permintaan	83
Tabel 4. 24 Data <i>Dummy</i> Berat Produk Hasil Pemotongan Karkas, <i>Weight</i> <i>Converter, Production Cost, Holding Cost</i> dan <i>Waste Cost</i>	84
Tabel 4. 25 Data <i>Dummy Warehouse Operation Cost, Purchase Cost, Order Cost</i> dan <i>Capacity Storage</i>	85
Tabel 4. 26 Pemeriksaan Konstrain untuk Validasi	85
Tabel 4. 27 Hasil <i>Running</i> Data <i>Dummy</i> untuk Pemesanan dan Pembelian Karkas	86
Tabel 4. 28 Hasil <i>Running</i> Data <i>Dummy</i> untuk <i>Ending Inventory</i>	87
Tabel 4. 29 Hasil <i>Running</i> Data <i>Dummy</i> untuk Jumlah Produksi	87
Tabel 4. 30 Hasil <i>Running</i> Model Optimasi untuk Pemesanan dan Pembelian Karkas	91
Tabel 4. 31 Total Biaya Tunai Hasil <i>Running</i> Model Optimasi	92
Tabel 4. 32 Total Biaya Non Tunai Hasil <i>Running</i> Model Optimasi	92
Tabel 4. 33 Rekap Total Biaya Hasil <i>Running</i> Model Optimasi	92
Tabel 4. 34 Hasil <i>Running</i> Model Optimasi Skenario Perbaikan	97
Tabel 4. 35 Total Biaya Tunai Hasil <i>Running</i> Model Skenario Perbaikan	98
Tabel 4. 36 Total Biaya Non Tunai Hasil <i>Running</i> Model Skenario Perbaikan ...	98
Tabel 4. 37 Rekap Total Biaya Hasil <i>Running</i> Model Optimasi Skenario Perbaikan	98
Tabel 5. 1 Perbandingan Data Historis dan Hasil Peramalan Permintaan	100
Tabel 5. 2 Perbandingan Biaya Hasil <i>Running</i> Model Pengadaan Karkas dan Model Skenario Perbaikan	103
Tabel 5. 3 Hasil <i>Running</i> Model Skenario <i>Market Share</i> (2.5%)	105
Tabel 5. 4 Total Biaya Hasil <i>Running</i> Model Skenario <i>Market Share</i> (2.5%) ...	106
Tabel 5. 5 Hasil <i>Running</i> Model Optimasi Skenario <i>Market Share</i> (7.5%)	107
Tabel 5. 6 Total Biaya Hasil <i>Running</i> Model Skenario <i>Market Share</i> (7.5%) ...	108

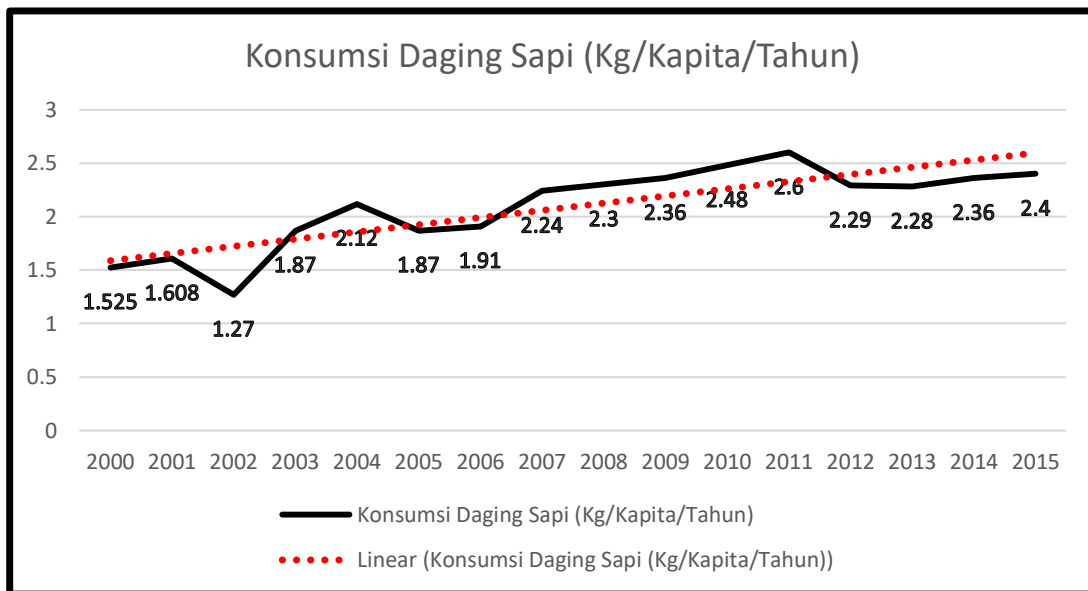
BAB 1

PENDAHULUAN

Bab ini berisi latar belakang penyusunan Tugas Akhir, rumusan permasalahan yang diselesaikan, tujuan penyusunan Tugas Akhir, manfaat penyusunan Tugas Akhir bagi penulis dan perusahaan sebagai objek penelitian, lingkup penelitian yang terdiri dari batasan dan asumsi dan sistematika penulisan Tugas Akhir.

1.1 Latar Belakang

Meningkatnya jumlah penduduk dan tingkat kesejahteraan masyarakat Indonesia secara tidak langsung telah mempengaruhi daya beli dan mengubah preferensi konsumsi masyarakat Indonesia terhadap produk protein hewani. Akibatnya, kebutuhan pangan konsumen rumah tangga mengalami perubahan prioritas dari bahan pangan sumber protein nabati ke bahan pangan sumber protein hewani. Berdasarkan data dari Kementerian Pertanian tahun 2015, konsumsi daging sapi masyarakat Indonesia mengalami peningkatan yang signifikan setiap tahunnya. Bahkan kontribusi daging sapi terhadap kebutuhan daging nasional mencapai 23% dan diperkirakan akan terus mengalami peningkatan (Direktorat Jenderal Peternakan, 2015). Permintaan produk pangan hewani seperti daging sapi cenderung meningkat sejalan dengan pertumbuhan penduduk, perkembangan ekonomi, perubahan pola hidup, peningkatan kesadaran akan gizi dan perbaikan pendidikan masyarakat (PUSDATIN, 2014). Dengan adanya perubahan prioritas kebutuhan dan konsumsi pangan ke arah produk protein hewani pasti juga akan mempengaruhi kebijakan pemerintah dan pelaku usaha dalam memenuhi permintaan tersebut. Artinya, tingkat produksi daging sapi dalam negeri harus menyesuaikan dengan proyeksi permintaan daging sapi yang terus meningkat untuk beberapa tahun kedepan. Hal ini sebagai salah satu upaya dalam mencapai target swasembada daging sapi yang ditetapkan oleh pemerintah. Berikut merupakan grafik pertumbuhan konsumsi daging sapi per kilogram per kapita masyarakat Indonesia antara tahun 2000 hingga tahun 2015.



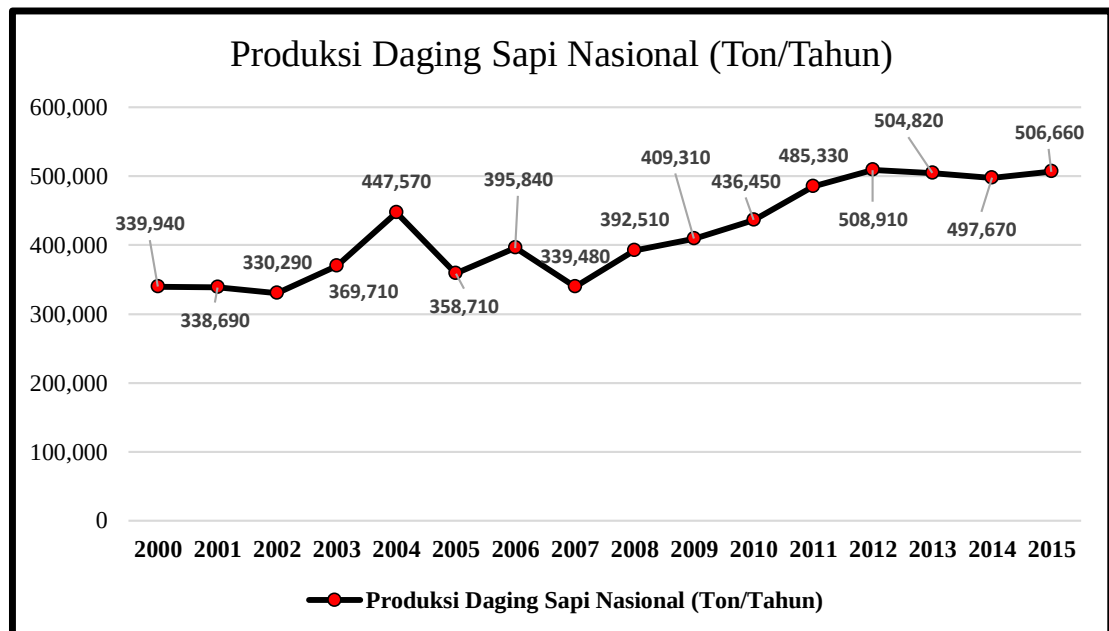
Gambar 1. 1 Perkembangan Konsumsi Daging Sapi Nasional Tahun 2000-2015
Sumber: SUSENAS, BPS

Dari gambar 1.1 dapat dilihat bahwa pola konsumsi daging sapi per kapita masyarakat Indonesia berfluktuasi dan cenderung naik. Nilai konsumsi daging sapi tersebut merupakan penjumlahan konsumsi daging sapi segar, daging olahan dan daging awetan. Kenaikan tersebut paling jelas terlihat dari besarnya perbedaan tingkat konsumsi daging pada tahun 2000 dengan tingkat konsumsi daging pada tahun 2015 dengan peningkatan sebesar 0.875 kg/kapita/tahun.

Pemenuhan permintaan daging sapi masyarakat Indonesia dipenuhi melalui dua cara ,yaitu melalui produksi dalam negeri dan impor dari negara-negara lainnya. Untuk produksi daging sapi dalam negeri didapat dari sapi peternakan rakyat dan bibit sapi unggul impor yang digemukkan di Indonesia sedangkan untuk pemenuhan kebutuhan daging sapi melalui impor didapat dari impor daging sapi beku dan impor sapi bakalan siap potong.

Aktivitas pemenuhan permintaan konsumen menjadi hal yang penting dalam proses bisnis suatu usaha. Hal ini menjadi pertimbangan perusahaan agar tidak terjadi *overstock* maupun *stockout* yang justru menimbulkan kerugian. Maka dari itu, penentuan kapasitas produksi yang disesuaikan dengan kapasitas permintaan menjadi hal krusial yang perlu diperhatikan perusahaan. Penentuan kapasitas produksi daging sapi yang harus tersedia didapat dari jumlah permintaan

daging sapi sedangkan jumlah permintaan daging sapi didapat dari jumlah penduduk dan tingkat konsumsi daging sapi per kapita di daerah tersebut. Berikut merupakan produksi daging sapi nasional antara tahun 2000 hingga tahun 2015 sebagai upaya pemenuhan permintaan daging sapi nasional.



Gambar 1. 2 Perkembangan Produksi Daging Sapi Nasional Tahun 2000-2015

Sumber: Ditjen Peternakan dan Kesehatan Hewan, PUSDATIN

Perusahaan Daerah Rumah Pemotongan Hewan (PD RPH) X adalah perusahaan yang bergerak di bidang jasa potong, penjualan dan distribusi daging sapi. RPH X melakukan pemotongan sapi sebanyak 140-150 ekor setiap hari dan pemotongan babi sebanyak 60 ekor setiap dua hari sekali. Selain bergerak di bidang penyedia jasa potong, RPH X juga melakukan aktivitas penjualan dan distribusi daging sapi. Untuk aktivitas tersebut, RPH X memiliki Rumah Daging sebagai *point of sales* dalam sistem penjualan dan distribusi produk daging guna menyediakan daging berstandar ASUH (Aman, Sehat, Utuh dan Halal) bagi masyarakat Kota Y. Saat ini RPH X baru memiliki 1 rumah daging yang terletak di samping kantor utama. Daging ASUH yang dijual di Rumah Daging merupakan daging sapi beku yang dikemas melalui proses vakum untuk menjaga higienitas dan memperpanjang umur simpan daging (*shelf-life time*). Proses pengemasan produk dengan menggunakan mesin vakum di Rumah Daging bertujuan untuk

memperpanjang umur simpan (*shelf-life time*) dan membuat kemasan produk menjadi lebih efisien. Daging sapi milik Rumah Daging adalah daging yang telah melalui proses pelayuan pada suhu minus 0-4 derajat celcius dilanjutkan dengan proses pembekuan pada suhu minus 20 derajat celcius dengan menggunakan mesin *Cold Storage Chilled Frozen* RPH X. Daging sapi tersebut dapat bertahan sekitar 3-4 bulan dan terbebas dari bibit penyakit. Setiap kemasan produk daging sapi di Rumah Daging mempunyai *barcode* yang menunjukkan catatan tanggal pemotongan dan harga produk. Berikut merupakan katalog produk daging sapi segar beserta harganya yang dijual di Rumah Daging RPH X.

Tabel 1. 1 Katalog Produk Daging Sapi Rumah Daging PD RPH X

No	Kode Produk	Produk	Harga/Kg
1	11110000	Rawis Gulean	Rp 70,000
2	11130000	Tahu Campur/Rawonan	Rp 70,000
3	11140000	Buntut Biasa	Rp 80,000
4	11160000	Iga/Rib	Rp 85,000
5	11150000	Buntut Spesial	Rp 90,000
6	11260000	Rawis	Rp 95,000
7	11090000	Punuk/Chuck	Rp 110,000
8	11100000	Paha Depan/Blade	Rp 110,000
9	11120000	Betis/Kisi/Shank	Rp 110,000
10	11040000	Kelapa/Knuckle	Rp 120,000
11	11070000	Silap/Topside	Rp 120,000
12	11050000	Outside	Rp 120,000
13	11020000	Pendasar Gandik/Silverside	Rp 120,000
14	11060000	Limas/Rump	Rp 120,000
15	11080000	Gandik	Rp 120,000
16	11010000	Lulur Luar/Sirloin	Rp 130,000
17	11111000	Lulur Dalam/Tenderloin	Rp 135,000

Sumber: Rumah Daging PD RPH X

Daging ASUH yang dijual di Rumah Daging merupakan daging yang diambil dari RPH Z. Hingga saat ini, RPH X belum memutuskan untuk mengambil daging hasil pemotongan sapi di perusahaannya sendiri karena spesifikasi karkas

sapi yang dihasilkan belum memenuhi persyaratan bobot yang diinginkan, yakni 250 kg untuk setiap pemotongan sapi. Untuk itu, RPH X membeli karkas dari RPH Z sebagai bahan baku produk daging di Rumah Daging. Karkas dari RPH Z merupakan hasil pemotongan sapi yang berasal dari Perusahaan Peternakan Sapi A. Perusahaan Peternakan Sapi A adalah perusahaan agribisnis budidaya sapi potong yang terstandar dan mengelola lebih dari 2.000 ekor sapi potong dengan berbagai jenis sapi (simental, limosin, brangus dan peranakan ongole). RPH X membeli karkas setiap seminggu sekali dari hasil pemotongan 5 ekor sapi dengan masing-masing bobot sapi 500 kg. Sehingga dengan standar pemotongan yang baik, total bobot karkas yang didapatkan RPH X selama seminggu adalah 1.250 kg atau 1,25 ton.

Dengan meningkatnya permintaan daging sapi oleh masyarakat Kota Y, RPH X berusaha untuk memenuhi permintaan tersebut. Selama ini kebutuhan daging sapi masyarakat Kota Y dipenuhi oleh pasar tradisional dan pasar modern yang tersebar di seluruh wilayah kota. Namun, sebagian besar daging sapi yang dijual di pasar tradisional belum memenuhi standar ASUH. Hal ini berkaitan dengan aspek higienitas dan komposisi daging sapi. Umumnya, pasar tradisional tidak memiliki fasilitas pendingin dan cuci tangan. Selain itu, sebagian besar penjual daging di pasar tradisional tidak memiliki pengetahuan yang baik tentang pemotongan daging ditambah dengan penggunaan pisau kotor dan berkarat. Hal tersebut yang membuat daging sapi di pasar tradisional mudah terserang bakteri dan mikroba. Terdapat juga banyak kasus terkait daging sapi suntik (daging sapi yang disuntik air untuk menambah bobotnya) dan daging sapi oplosan (daging sapi yang dicampur daging babi agar harga menjadi murah) yang di jual di pasar tradisional sedangkan pasar modern (*supermarket/hypermarket*) lebih banyak menjual daging beku yang merupakan daging impor walaupun mereka juga menjual daging lokal. Biasanya, pasar modern menyediakan daging impor dengan jumlah yang lebih banyak saat hari-hari besar seperti Idul Fitri dan Idul Adha. Tingginya penjualan daging sapi impor jelas akan menyebabkan menurunnya penjualan daging sapi lokal.

Hal-hal itulah yang mendasari RPH X mendirikan Rumah Daging untuk memenuhi kebutuhan masyarakat Kota Y akan produk daging dengan harga

terjangkau dan berstandar ASUH. Saat ini Rumah Daging sebagian besar baru memenuhi permintaan daging untuk masyarakat sekitar lokasi Rumah Daging yakni untuk wilayah kota Y bagian Utara. Untuk wilayah lainnya, sebagian besar belum dapat dipenuhi karena jarak yang jauh antara Rumah Daging dengan titik lokasi permintaan. Oleh karena itu, untuk memenuhi permintaan daging sapi di seluruh wilayah kota Y, RPH X memiliki rencana mendirikan satu Rumah Daging satu kecamatan. Rencana tersebut jelas membutuhkan perencanaan produksi dan penjualan yang baik agar perusahaan tidak mengalami kerugian akibat kelebihan atau kekurangan produksi dalam memenuhi permintaan daging sapi. Perencanaan produksi dilakukan dengan menghitung peramalan permintaan konsumen terlebih dahulu. Hasil dari peramalan tersebut digunakan untuk menentukan *lot-size* atau jumlah unit pembelian bahan baku dan jumlah unit produk yang akan diproduksi.

Tantangan yang dihadapi adalah RPH X adalah melakukan peramalan permintaan dengan akurat dan juga menentukan kebijakan pengadaan dan persediaan yang tepat agar biaya pengadaan bahan baku dan persediaan menjadi serendah mungkin dalam memenuhi permintaan tersebut. Permasalahan yang terjadi saat melakukan tantangan tersebut adalah sulitnya melakukan perencanaan produksi untuk produk *perishable* seperti daging. Hal tersebut karena terdapat beberapa batasan berkaitan dengan karakteristik yang dimiliki produk daging. Produk daging merupakan produk yang memiliki *shelf-life time* (umur simpan) yang cenderung pendek. Oleh karena itu, pada penelitian ini dilakukan peramalan terhadap tingkat konsumsi daging sapi di Kota Y menurut jenis produk daging sapi yang dijual oleh Rumah Potong Hewan (RPH) X. Kemudian dari hasil peramalan ditentukan jumlah dan periode pengadaan karkas agar mendapatkan total biaya pengadaan bahan baku dan biaya persediaan yang paling optimal dengan mempertimbangkan umur simpan produk daging.

1.2 Rumusan Masalah

Berdasarkan latar belakang yang telah dijelaskan, penelitian ini melakukan peramalan permintaan daging sapi di Kota Y menurut jenis produk daging sapi yang dijual oleh Rumah Potong Hewan (RPH) X. Kemudian dari hasil peramalan

ditentukan jumlah dan periode pengadaan karkas untuk mendapatkan total biaya pengadaan bahan baku dan biaya persediaan produk yang paling optimal dengan mempertimbangkan umur simpan produk daging.

1.3 Tujuan Penelitian

Tujuan penelitian Tugas Akhir ini adalah sebagai berikut.

1. Melakukan analisis peramalan permintaan daging sapi di Kota Y menurut jenis produk daging sapi yang dijual oleh Rumah Pemotongan Hewan (RPH) X.
2. Merancang model optimasi penentuan jumlah dan periode pengadaan bahan baku karkas untuk mengoptimalkan biaya pengadaan bahan baku dan biaya persediaan.
3. Merancang model optimasi skenario perbaikan untuk mengurangi biaya pengeluaran perusahaan.

1.4 Manfaat Penelitian

Manfaat yang diperoleh dari pelaksanaan penelitian Tugas Akhir ini adalah sebagai berikut.

1. Perusahaan, dalam hal ini PD RPH X, menerima rekomendasi tentang metode peramalan permintaan yang akurat sesuai jenis produk yang dijual. Selain itu, perusahaan juga mendapatkan rekomendasi terkait kebijakan pengadaan bahan baku, persediaan produk dan perencanaan produksi yang lebih efektif dan efisien.
2. Penelitian Tugas Akhir ini juga bermanfaat bagi Pemerintah Kota dengan mendapatkan gambaran permintaan daging sapi yang dapat dijadikan pertimbangan dalam menentukan kebijakan pemenuhan permintaan daging sapi di Kota Y.

1.5 Ruang Lingkup Penelitian

Ruang lingkup penelitian terdiri dari batasan dan asumsi yang digunakan dalam melakukan penelitian Tugas Akhir.

1.5.1 Batasan

Berikut merupakan batasan yang digunakan dalam penelitian Tugas Akhir.

1. Produk yang diteliti adalah 10 produk potongan daging sapi dengan 2 jenis tipe ukuran kemasan (1 kilogram dan 0.5 Kilogram) yang dijual oleh RPH X.
2. Data permintaan daging sapi yang digunakan untuk peramalan yakni Januari 2012 – Desember 2016.

1.5.2 Asumsi

Berikut merupakan asumsi yang digunakan dalam penelitian Tugas Akhir.

1. Faktor-faktor sosial ekonomi yang mempengaruhi peramalan dianggap tetap.
2. Satu unit karkas sapi terdiri dari 10 jenis potongan daging yang menjadi objek penelitian.
3. Hanya ada satu kali pengiriman untuk setiap pemesanan.
4. Tidak ada pengiriman bahan baku dari *supplier* untuk pemesanan sebelumnya.
5. Tidak ada *lead time* pengiriman bahan baku dan produksi.
6. Tidak ada *shortage* dan *backordering* dalam pemenuhan permintaan.

1.6 Sistematika Penulisan

Penulisan laporan pada penelitian Tugas Akhir ini ditulis dalam 6 bab, dengan rincian sebagai berikut.

BAB 1 PENDAHULUAN

Bab ini berisi latar belakang penyusunan Tugas Akhir, rumusan permasalahan yang diselesaikan, tujuan penyusunan Tugas Akhir, manfaat penyusunan Tugas Akhir bagi penulis dan perusahaan sebagai objek penelitian, lingkup penelitian yang terdiri dari batasan dan asumsi dan keseluruhan sistematika penulisan Tugas Akhir.

BAB 2 TINJAUAN PUSTAKA

Bab ini berisi teori dasar dan formula perhitungan yang telah ada sebelumnya dan menjadi dasar penelitian pada laporan Tugas Akhir ini. Bab ini sangat membantu untuk memperkuat keabsahan dari hasil yang didapatkan pada penelitian ini. Tinjauan pustaka pada penelitian ini didapatkan dari sumber yang sesuai dengan kaidah penelitian dan penulisan laporan ilmiah seperti buku, jurnal, publikasi ilmiah dan bentuk penelitian lainnya. Teori dan formula perhitungan yang digunakan dalam bab ini meliputi *BOM Tree*, *peramalan permintaan*, *integer linear programming* dan *mathematical modelling perishable product*.

BAB 3 METODOLOGI PENELITIAN

Bab ini menguraikan prosedur dan urutan langkah-langkah kerja yang dipakai dalam penyusunan laporan Tugas Akhir ini. Bab ini menjadi paduan dalam melakukan penelitian dari awal hingga akhir agar penelitian dapat dilakukan secara konstruktif dan sistematis. Metodologi penelitian pada bab ini disajikan dalam bentuk *flowchart* agar dapat dipahami aliran kerja selama penelitian.

BAB 4 PENGUMPULAN DAN PENGOLAHAN DATA

Pada penelitian ini terlebih dahulu dilakukan identifikasi kebutuhan data dan sumber data sebelum dilakukan pengumpulan data. Data-data numerik yang telah dikumpulkan kemudian diolah sesuai metode statistik dan metodologi yang telah ditetapkan sebelumnya untuk mencapai tujuan yang diharapkan.

BAB 5 ANALISIS DAN INTERPRETASI DATA

Pada bab ini diuraikan analisis data secara kualitatif dan kuantitatif. Setelah itu, dilakukan interpretasi terhadap analisis data yang telah dilakukan untuk menjelaskan pola hubungan deskripsi antar analisis data yang ada. Bab ini terdiri dari analisis dan interpretasi data peramalan daging sapi segar masyarakat Kota Y, analisis dan interpretasi data untuk hasil *running* model optimasi, analisis perbandingan model optimasi pengadaan karkas dan model optimasi skenario perbaikan dan analisis sensitivitas.

BAB 6 KESIMPULAN DAN SARAN

Bab ini berisi kesimpulan yang didapatkan setelah melakukan semua prosedur penelitian untuk menjawab tujuan penelitian di awal. Bab ini juga berisi saran dan pertimbangan untuk penelitian selanjutnya.

BAB 2

TINJAUAN PUSTAKA

Bab ini berisi teori dasar dan formula perhitungan yang telah ada sebelumnya dan menjadi dasar penelitian pada laporan Tugas Akhir ini. Tinjauan pustaka pada penelitian ini didapatkan dari sumber yang sesuai dengan kaidah penelitian dan penulisan laporan ilmiah seperti buku, jurnal, publikasi ilmiah dan bentuk penelitian lainnya. Teori dan formula perhitungan yang digunakan dalam bab ini meliputi *BOM Tree*, peramalan permintaan, *linear programming*, model dari Mesian, Osorio dan Ramirez (2017) dan model dari Pauls-Worm, Hendrix, Haijema dan Vorst (2013) serta penelitian-penelitian sebelumnya yang menjadi referensi dalam penyusunan laporan.

2.1 Bill of Material (BOM Tree)

Menurut APICS (*The Association for Operations Management*), *bill of material* didefinisikan sebagai daftar dan jumlah komponen-komponen yang dibutuhkan untuk dapat menyusun sebuah *end-product* atau *parent-product*. Dalam menyusun *bill of material*, terdapat 3 hal penting yang perlu diperhatikan. Pertama, *bill of material* merupakan susunan semua komponen yang dibutuhkan untuk menyusun satu produk. Kedua, masing-masing *part* atau *item* hanya mempunyai satu nomor identitas. Ketiga, suatu *part* diidentifikasi berdasarkan bentuk, kesesuaian dan fungsinya. Sampai saat ini, *bill of material* merupakan dokumen yang paling banyak digunakan oleh perusahaan manufaktur. Terdapat beberapa kegunaan dari *bill of material* dalam perencanaan kebutuhan material. Beberapa kegunaan *bill of material* adalah sebagai berikut.

1. *Product Definition* yang menguraikan kebutuhan komponen untuk membuat suatu produk.
2. *Engineering Change Control* yang digunakan bagian desain produk suatu perusahaan dalam mengubah desain produk dan komponen yang dibutuhkan.

3. *Service Parts* yang digunakan saat melakukan penggantian komponen yang rusak.
4. *Planning* yang digunakan untuk menentukan penjadwalan jenis material yang dibutuhkan dalam membuat produk akhir. *Bill of material* mendefinisikan komponen yang harus dibeli atau dibuat untuk mendukung perencanaan produksi.
5. *Order Entry* sering digunakan untuk produk dengan komponen dalam jumlah yang sangat besar seperti mobil. Pada fungsi ini *bill of material* juga dapat digunakan untuk menentukan harga dari suatu produk.
6. *Manufacturing* yang digunakan untuk mendaftar sejumlah *part* yang dibutuhkan dalam membuat atau merakit sebuah produk.
7. *Costing* yang digunakan saat menentukan struktur biaya produk meliputi *direct material*, *direct labor* dan *overhead*.

Setiap perusahaan bahkan untuk tiap departemen dalam perusahaan menggunakan *bill of material* untuk berbagai tujuan. *Bill of material* dapat dipresentasikan dalam berbagai format dan cara. Terdapat beberapa macam format penulisan *bill of material* salah satunya adalah *Product Tree*. *Product Tree* adalah cara paling konvensional dalam menuliskan *bill of material*. *Product Tree* merupakan format yang jarang digunakan kecuali untuk tujuan pengajaran dan pengujian. *Product Tree* dibagi menjadi 2 jenis, yaitu *single-level bill* dan *multi-level bill*. *Single-level bill* hanya berisi komponen *parents* dan *immediate*. Penggunaan *single-level bill* memiliki banyak keuntungan seperti menghindari adanya pencatatan ganda, mengurangi ukuran file nomor pencatatan dalam sistem komputer karena menghindari adanya pencatatan ganda dan memudahkan dalam *maintenance bill of material*. *Multi-level bill* dibentuk sebagai *logical grouping* dari *part* berdasarkan cara produk tersebut dirakit. *Item* terakhir pada struktur pohon di *multi-level bill* menunjukkan semua *item* yang harus dibeli oleh perusahaan. Setiap *level* pada *bill of material* dihitung mulai dari atas ke bawah. *Top level* atau *end product level* merupakan level 0 yang kemudian dilanjutkan kebawah oleh komponen penyusunnya mulai dari level 1 dan seterusnya.

Selain format *product tree*, *bill of material* juga dapat dipresentasikan melalui *intended bill*. Berikut merupakan contoh *intended bill* untuk bahan baku karkas sapi.

Tabel 2. 1 Contoh *Intended Bill*

Part Number	Description	Quantity Required (Kg)
00000000	<i>Carcass</i>	
11100000	<i>Rib</i>	72
11200000	<i>Chuck</i>	
11090000	<i>Chuck/Punuk</i>	72.3
11100000	<i>Blade/Paha Depan</i>	27.2
11130000	<i>Rawonan</i>	37.2
11300000	<i>Shank</i>	23.2
11400000	<i>Round</i>	
11020000	<i>Silverside/Pendasar Gandik</i>	10.1
11040000	<i>Knuckle/Kelapa</i>	16
11050000	<i>Outside</i>	24.7
11060000	<i>Rump/Limas</i>	5.9
11070000	<i>Topside/Silap</i>	25.6
11080000	<i>Gandik</i>	2.6
11260000	<i>Rawis</i>	65.8
11500000	<i>Loin</i>	
11010000	<i>Sirloin</i>	50.5
11111000	<i>Tenderloin</i>	11.6
11110000	<i>Rawis Gulean</i>	34.3
11600000	<i>Miscellaneous</i>	
11140000	<i>Buntut Biasa</i>	26.5
11150000	<i>Buntut Spesial</i>	26.5

Sumber: PD RPH X

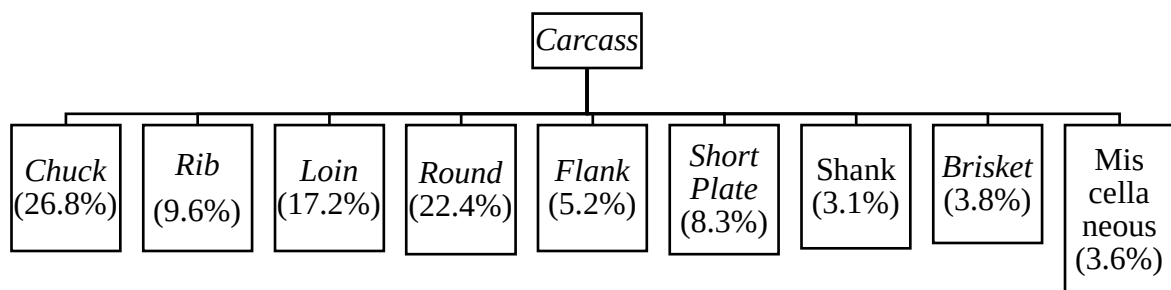
Format *bill of material* lainnya adalah *summarized parts list*. *List* ini berisi semua *part* yang dibutuhkan untuk merakit sebuah produk beserta nomor, nama dan jumlah dari *part* yang dibutuhkan. Berikut ini merupakan contoh *summarized part list* untuk jenis potongan daging *chuck*.

Tabel 2. 2 Contoh *Summarized Parts List*

<i>Description</i> : Chuck <i>Product Number</i> : 00000000		
<i>Part Number</i>	<i>Description</i>	<i>Quantity Required (Kg)</i>
11090000	Chuck/Punuk	72.3
11100000	Blade/Paha Depan	27.2
11130000	Rawonan	37.2

Sumber: PD RPH X

Format *bill of material* yang terakhir adalah *planning bill*. *Planning bill* merupakan format *bill of material* yang digunakan untuk tujuan perencanaan produksi. Format ini digunakan untuk memudahkan melakukan *forecasting*, *master production scheduling* dan *material requirements planning*. Berikut ini merupakan contoh *planning bill* dari bahan baku karkas sapi.



Gambar 2. 1 Contoh *Planning Bill*

Sumber: The University of Tennessee, 2014

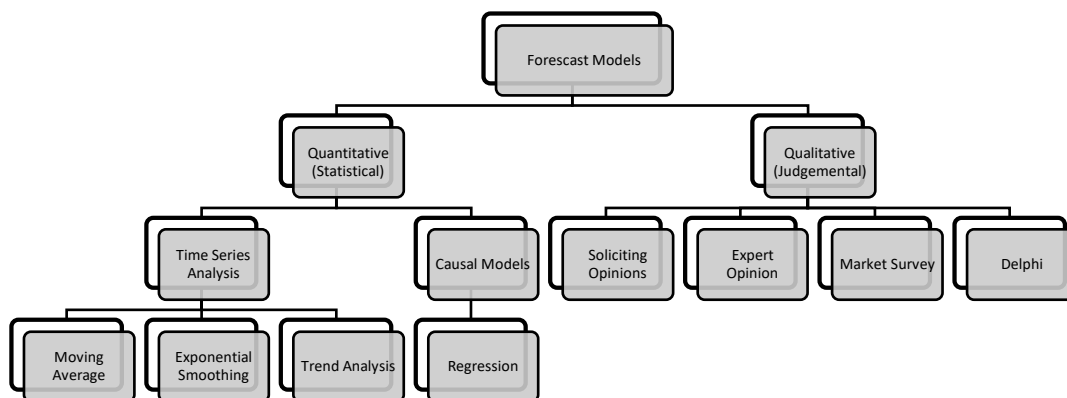
2.2 Peramalan Permintaan

Sebelum dilakukan tahap perencanaan produksi maka terlebih dilakukan tahap peramalan permintaan. Hal tersebut harus dilakukan untuk mengantisipasi permintaan di masa depan. Pihak perusahaan harus mengantisipasi permintaan di masa depan dan melakukan perencanaan produksi agar kapasitas produksi sesuai dengan permintaan tersebut. Terdapat beberapa faktor yang mempengaruhi permintaan produk, yaitu iklim bisnis dan ekonomi, faktor kompetitif, tren pasar dan perubahan kebijakan perusahaan dalam *advertising*, *promotion*, *pricing* dan *product*.

Tugas perusahaan untuk memenuhi permintaan *customer* sekaligus melakukan perencanaan produksi disebut sebagai *demand management*. *Demand Management* dapat dilakukan untuk periode jangka pendek, jangka menengah dan jangka panjang. Untuk jangka pendek, *demand management* dilakukan pada tingkat *item* dan dihubungkan dengan *master production scheduling*. Untuk jangka menengah, tujuan melakukan *demand management* adalah memproyeksikan permintaan gabungan yang digunakan untuk merencanakan produksi. Pada perencanaan jangka panjang, *demand management* dibutuhkan untuk merencanakan strategi bisnis seperti pengadaan fasilitas. Terdapat 4 aktivitas dalam *demand management*, yaitu *forecasting*, *order processing*, *making delivery promises* dan *interfacing between manufacturing planning control and marketplace*.

2.2.1 Metode Peramalan

Terdapat 2 pendekatan utama dalam melakukan peramalan, yaitu pendekatan kuantitatif dan pendekatan kualitatif. Pendekatan kuantitatif dilakukan dengan *input* berupa data kuantitatif yang diolah secara statistik sedangkan pendekatan kualitatif membutuhkan *input* berupa *judgement*, *intuition* dan *experience*. Metode peramalan dengan pendekatan kuantitatif terdiri dari analisis deret waktu (*time series*) dan model peramalan kausal. Analisis deret waktu merupakan rangkaian nilai-nilai suatu variabel yang bergerak terhadap waktu dan dicatat dalam jangka waktu berurutan. Analisis deret waktu terdiri dari metode *moving average*, *exponential smoothing* dan *trend analysis*. Peramalan kausal merupakan rancangan suatu model sebab akibat antara variabel yang diramalkan dengan variabel lain yang berpengaruh. Salah satu metode peramalan yang termasuk model kausal adalah analisis regresi. Selanjutnya, metode peramalan dengan pendekatan kualitatif terdiri dari *soliciting opinions*, *expert opinion*, *market survey* dan *delphi*. Tidak ada satupun teknik peramalan yang paling baik digunakan untuk semua bentuk permasalahan. Setiap perusahaan menggunakan teknik peramalan yang berbeda untuk produk yang berbeda. Berikut merupakan klasifikasi metode peramalan berdasarkan pendekatan kuantitatif dan pendekatan kualitatif.



Gambar 2. 2 *Forecasting Classifications*

Sumber: Principles of Inventory and Materials Management, 1994

Langkah pertama dalam peramalan permintaan melalui pendekatan kuantitatif adalah mengidentifikasi pola dari deret data yang dimiliki. Selanjutnya adalah menentukan metode peramalan yang sesuai dengan pola data yang dimiliki. Untuk menentukan metode peramalan, terlebih dahulu dilakukan uji autokorelasi. Uji autokorelasi digunakan untuk mengetahui adanya korelasi variabel pada model peramalan dengan perubahan waktu. Jika hasil pengujian menunjukkan adanya hubungan linier, maka proses peramalan dapat dilanjutkan dengan metode *time series*. Tapi, jika tidak ada hubungan linier, maka proses peramalan harus menggunakan metode lain seperti metode regresi.

Pada kasus peramalan dengan menggunakan data terdahulu untuk memprediksi kondisi di masa depan, teknik peramalan *trend series analysis* sangat cocok digunakan. Pada *time series analysis*, data historis dianalisis dan diuraikan untuk mendapatkan komponen relevan yang mempengaruhi variabel yang diramalkan. Secara umum, terdapat 5 pola interaksi untuk data *time series*, yaitu *horizontal*, *trends*, *seasonal variations*, *cyclical variations* dan *random variations*. Pola *horizontal* digunakan saat data berfluktuasi di sekitar suatu nilai konstan atau *mean* yang membentuk garis *horizontal*. Pola *trend* digunakan untuk data *time series* yang mengalami kenaikan atau penurunan selama periode jangka panjang. Pola *seasonal* digunakan saat suatu deret data dipengaruhi oleh faktor musiman. Pola data musiman akan berulang di satu periode ke periode berikutnya. Pola data

cyclical digunakan ketika deret data dipengaruhi oleh fluktuasi ekonomi jangka panjang seperti yang berkaitan dengan siklus bisnis. Pola data *random variations* tidak memiliki pola yang jelas dan banyak digunakan untuk kasus banjir, kebakaran, gempa, perang dan kondisi tidak biasa lainnya.

Metode peramalan *time series* yang digunakan adalah metode *exponential smoothing* dan metode *Autoregressive Integrated Moving Average* (ARIMA).

- Metode *Exponential Smoothing*

Metode *Exponential Smoothing* terdiri dari metode *Single Exponential Smoothing*, metode *Double Exponential Smoothing* dan metode *Triple Exponential Smoothing*. Berikut merupakan model matematis dari metode *Single Exponential Smoothing*.

$$\hat{Y}_{t+1} = \hat{Y}_t + \alpha (Y_t - \hat{Y}_t) \quad (2.1)$$

Keterangan :

$\hat{Y}_{t+1}$ = nilai ramalan pada periode $t + 1$

$\hat{Y}_t$ = nilai ramalan pada waktu ke t

Y_t = nilai aktual periode ke t

α = koefisien *smoothing* ($0 < \alpha < 1$)

Metode *Single Exponential Smoothing* yang diuraikan di atas hanya diperuntukkan untuk tipe data *stationer*. Sehingga metode tersebut tidak dapat digunakan untuk data dengan pola *trend* atau *seasonal*, sehingga perlu digunakan metode *Double Exponential Smoothing* dan *Triple Exponential Smoothing* yang melingkupi data dengan komponen *trend* dan *seasonal*. Metode *Double Exponential Smoothing* (Holt) hanya dapat menangani data dengan unsur *trend* sedangkan metode *Triple Exponential Smoothing* (Winter) merupakan metode yang dapat menangani faktor musiman dan unsur kecenderungan yang muncul secara sekaligus pada sebuah data deret waktu. Berikut merupakan model matematis dari metode Holt (*Double Exponential Smoothing*).

1. *Smoothing series forecast* A_t

$$A_t = \alpha Y_t + (1 - \alpha)(A_{t-1} + T_{t-1}) \quad (2.2)$$

2. *Smoothing trend forecast T_t*

$$T_t = \beta (A_t - A_{t-1}) + (1 - \beta) T_{t-1} \quad (2.3)$$

3. *Forecast p periods into the future*

$$\hat{Y}_{t+p} = A_t + pT_t \quad (2.4)$$

Berikut merupakan model matematis dari metode Winter (*Triple Exponential Smoothing*).

1. *Smoothing series forecast A_t*

$$A_t = \alpha \frac{Y_t}{S_{t-L}} + (1 - \alpha)(A_{t-1} + T_{t-1}) \quad (2.5)$$

2. *Smoothing trend forecast T_t*

$$T_t = \beta (A_t - A_{t-1}) + (1 - \beta) T_{t-1} \quad (2.6)$$

3. *Smoothing seasonality forecast S_t*

$$S_t = \gamma \frac{Y_t}{A_t} + (1 - \gamma)S_{t-1} \quad (2.7)$$

4. *Forecast p periods into the future*

$$\hat{Y}_{t+p} = (A_t - pT_t)S_{t-L+p} \quad (2.8)$$

Keterangan :

A_t = nilai series dari forecast pada periode t

T_t = nilai trend dari forecast pada periode t

S_t = nilai seasonality dari forecast pada periode t

$\hat{Y}_{t+p}$ = nilai peramalan selama p periode

p = jumlah periode peramalan

α, β = koefisien smoothing ($0 < \alpha, \beta < 1$)

- Metode *Autoregressive Integrated Moving Average* (ARIMA)

Metode *Autoregressive Integrated Moving Average* (ARIMA) pertama kali dikembangkan oleh Box dan Jenkins. Metode ARIMA merupakan gabungan dari model *Autoregressive* (AR) dan *Moving Average* (MA). Menurut Sugiarto dan

Harijono (2002), metode ini mengasumsikan bahwa data dihasilkan oleh proses acak atau random dengan bentuk yang dapat dijelaskan dan tidak mengasumsikan pola tertentu pada data historis yang diramalkan. Pada model ARIMA (p,d,q), p adalah ordo AR (*Autoregressive*), q adalah ordo MA (*Moving Average*) dan d adalah jumlah *difference* untuk mendapatkan data stasioner terhadap rata-rata. Model ARIMA dapat digunakan jika tipe datanya adalah stasioner. Sehingga perlu dilakukan uji stationeritas data terlebih dahulu.

Setelah disebutkan beberapa metode peramalan, penentuan metode peramalan dilakukan dengan cara menghitung dan membandingkan nilai *error* dari masing-masing metode peramalan. Metode peramalan yang dipilih adalah metode peramalan dengan *forecast error* yang paling kecil. Secara umum, perhitungan nilai *error* merupakan selisih antara *forecast demand* pada periode t dengan *actual demand* pada periode t . Berikut merupakan perhitungan *forecast error* dengan beberapa metode.

$$\text{Mean Absolute Deviation (MAD)} = \frac{\sum_{i=1}^n |Y_i - \hat{Y}_i|}{n} \quad (2.9)$$

$$\text{Mean Squared Error (MSE)} = \frac{\sum_{i=1}^n (Y_i - \hat{Y}_i)^2}{n} \quad (2.10)$$

$$\text{Mean Absolute Percent Error} = \frac{100 \sum_{i=1}^n \frac{|Y_i - \hat{Y}_i|}{Y_i}}{n} \quad (2.11)$$

MAD didapatkan dengan menghitung rata-rata nilai *absolute error* pada seluruh hasil peramalan untuk melihat penyimpangan peramalan dalam unit yang sama pada data sedangkan perhitungan MSE dengan mengkuadratkan nilai *absolute error* menyebabkan nilai *error* akan semakin besar. MSE akan cocok digunakan untuk melihat pengaruh penyimpangan terhadap hasil peramalan apabila nilai *error* yang kecil tidak berpengaruh secara signifikan tetapi nilai *error* yang sangat besar memberikan pengaruh yang besar pada hasil peramalan. MAPE digunakan saat data aktual dengan nilai besar mempengaruhi besarnya nilai rentang *error*. Perhitungan MAPE merupakan perhitungan akurasi peramalan dalam bentuk persentase.

Masing-masing metode peramalan yang telah disebutkan di atas memiliki karakteristiknya masing-masing. Setiap metode peramalan sesuai digunakan untuk

suatu pola deret data tertentu. Berikut merupakan perbandingan metode-metode peramalan yang telah disebutkan di atas berdasarkan karakteristiknya.

Tabel 2. 3 Perbandingan Karakteristik tiap Metode Peramalan

Metode Peramalan	Pola data	Jangka Waktu Peramalan	Kebutuhan Minimum Jumlah Data
<i>Triple Exponential Smoothing (Winter's Method)</i>	<i>Trend & Seasonal</i>	Pendek	10
ARIMA	<i>Stationer, Trend, Seasonal, Cyclic</i>	Pendek	24

Sumber: *Probability and Statistics for Engineers and Scientists*, 1989

2.3 Linear Programming

Linear programming adalah teknik matematis untuk menyelesaikan permasalahan umum optimisasi. Permasalahan ini memaksimalkan dan meminimalkan fungsi linear dari n -real variable terhadap m -constraint. Terdapat beberapa permasalahan nyata yang bisa diformulasikan dan diselesaikan dengan *linear programming* seperti penjadwalan dan penugasan tenaga kerja, permasalahan logistik dan distribusi, serta pengendalian persediaan dan perencanaan produksi.

Terdapat beberapa komponen yang menyusun formulasi matematis dalam penyelesaian permasalahan *linear programming*, yaitu

1. Fungsi Objektif

Fungsi Objektif merupakan solusi kuantitatif yang kita harapkan dengan cara memaksimalkan atau meminimalkan nilai. Formulasi fungsi objektif dalam *linear programming* adalah $c_1x_1 + c_2x_2 + \dots + c_nx_n$. Pada aplikasi di dunia bisnis, umumnya fungsi objektif-nya adalah meminimalkan biaya dan memaksimalkan keuntungan.

2. Konstrain

Konstrain merupakan kombinasi persamaan dan pertidaksamaan linear dari setiap variabel batasan. Setiap persamaan dan pertidaksamaan konstrain diikuti hubungan operasi ($\leq$ atau $=$ atau $\geq$) dan konstanta non negatif ($x_i \geq 0$).

3. Variabel Keputusan

Variabel keputusan adalah variabel persoalan yang akan mempengaruhi nilai tujuan yang akan dicapai.

4. Daerah Feasibel

Daerah feasibel merupakan sekumpulan nilai variabel keputusan yang memenuhi konstrain. Karena setiap konstrain dibentuk dengan persamaan dan pertidaksamaan linear, maka daerah feasibel memiliki bentuk geometri tertentu.

5. Titik Ekstrim

Titik ekstrim adalah nilai batasan pada struktur daerah feasibel.

6. Solusi Feasibel

Solusi feasibel merupakan sekumpulan nilai tertentu dari variabel keputusan yang memenuhi konstrain. Solusi feasibel adalah titik dalam area feasibel yang dapat berupa titik ekstrim atau titik interior.

7. Solusi Optimal

Solusi optimal merupakan solusi feasibel yang memaksimalkan atau meminimalkan fungsi tujuan, tergantung dari fungsi tujuan yang ditetapkan. Di beberapa permasalahan, solusi optimal bukan nilai yang unik melainkan merupakan nilai tak terbatas.

2.3.1 *Integer Linear Programming (ILP)*

Integer Linear Programming (ILP) merupakan sebuah model *linear programming* bilangan bulat yang menghasilkan solusi dengan nilai *integer* maupun nilai *non-integer*. Berdasarkan variabel keputusan yang digunakan, ILP dibagi menjadi 3 jenis, yaitu *Pure Integer Linear Programming (PILP)*, *Mixed Integer Linear Programming* dan *Zero One Integer Linear Programming*. ILP dikatakan termasuk *Pure Integer Linear Programming (PILP)* jika semua variabel keputusan yang digunakan adalah bilangan bulat. ILP dikatakan termasuk *Mixed Integer Linear Programming* jika variabel keputusan yang digunakan sebagian adalah bilangan bulat dan sebagian lagi adalah bilangan pecahan. ILP dikatakan termasuk *Zero One Integer Linear Programming* jika variabel keputusan hanya bernilai 0 atau 1 (*boolean*) yang berarti pemilihan keputusan dilaksanakan atau tidak. Berikut merupakan contoh model *Integer Linear Programming (ILP)*.

Fungsi Objektif

$$Max(Min)Z = \sum c_j x_j \quad (2.12)$$

Konstrain

$$\sum a_{ij} x_j (\leq, =, \geq) b_i \quad \forall i = 1, \dots, I ; \forall j = 1, \dots, J \quad (2.13)$$

$$x_j \geq 0 \quad \forall j = 1, \dots, J \quad (2.14)$$

$$x_j \in \{integer\} \quad (2.15)$$

$$x_j \in R \quad (2.16)$$

$$x_j \in \{0, 1\} \quad (2.17)$$

Persamaan (2.12) merupakan fungsi objektif yang meminimalkan biaya yang ditimbulkan oleh variabel x_j . Persamaan (2.13) adalah *non-negativity constraint* dengan nilai variabel x_j adalah bilangan positif. Persamaan (2.14) merupakan batasan nilai bilangan bulat murni untuk variabel x_j . Artinya, persamaan (2.15) merupakan contoh dari *Pure Integer Linear Programming*. Persamaan (2.16) merupakan contoh dari *Mixed Integer Linear Programming*. Artinya, nilai dari variabel x_j termasuk bilangan *real* dengan nilai dapat berupa bilangan bulat atau bilangan pecahan. Persamaan (2.17) merupakan contoh dari *Zero One Integer Programming* dengan nilai dari variabel x_j harus bernilai 0 atau 1.

2.4 Model Matematis Pengadaan dan Persediaan Produk *Perishable*

Karkas Babi (Mesias, Osorio dan Ramirez, 2017)

Model matematis persediaan ini dirancang untuk mengidentifikasi kapasitas pemesanan dan penelusuran umur dari produk potongan daging. Model ini melakukan estimasi jumlah optimal pemesanan bahan baku karkas babi untuk memenuhi permintaan produk potongan mingguan selama periode perencanaan. Tujuan dari pembuatan model ini adalah untuk mengurangi level persediaan dan memaksimalkan keuntungan dengan mempertimbangkan umur produk yang tetap. Pengaturan tiap jenis potongan daging pada *inventory* menggunakan kebijakan FIFO (*First In, First Out*) untuk menjamin perputaran produk dan mengurangi jumlah produk yang kadaluarsa. Berikut merupakan formulasi model matematis berdasarkan jurnal.

Indeks

- i : produk potongan; $i = 1, \dots, n$
 j : periode pembelian; $j = 1, \dots, t$
 t : periode perencanaan; $t = 1, \dots, T$

Parameter

- tw : total berat dari karkas
 w_i : berat dari produk potongan i setelah dipotong dari karkas
 sp_i : harga jual produk potongan i per kilogram
 sc : harga beli karkas
 d_{it} : *demand* produk potongan i pada minggu ke- t
 I_{ij1} : *inventory* produk potongan i pada minggu ke-1 dari pembelian minggu ke- j
 dc : biaya pemotongan karkas
 tc : biaya transportasi per unit karkas
 cc : biaya pembelian karkas
 ic : biaya penyimpanan per kilogram
 ss : harga jual daging olahan per kilogram
 K : kapasitas penyimpanan gudang (dalam kilogram)
 T_x : kapasitas *truck* (dalam unit karkas)
 tm : minimum pengangkutan oleh *truck* (dalam unit karkas)
 D_x : kapasitas produksi tiap minggu (maksimal jumlah karkas yang dipotong)
 L_i : *shelf-life time* produk potongan i (dalam mingguan)

Variabel Keputusan

- x_t : jumlah karkas yang dijual pada minggu ke- t
 y_t : jumlah karkas yang dipotong pada minggu ke- t

- I_{ijt} : ending inventory produk potongan i pada minggu ke- t yang dibeli pada minggu ke- j
- d_{ijt} : permintaan minggu ke- t untuk produk potongan i yang dipenuhi oleh pembelian pada minggu ke- j
- f_{it} : shortage dari produk potongan i pada minggu ke- t

Fungsi Objektif

$$\max \quad \sum_{i=1}^n \sum_{t=1}^T (sp_i(d_{it} - f_{it}) + sc \sum_{t=1}^T x_t + ss \sum_{i=1}^n I_{iL_{iT}} - (tc + cc) \sum_{t=1}^T (x_t + y_t) - dc \sum_{t=1}^T y_t - ic \sum_{i=1}^n \sum_{t=1}^T \sum_{j=1}^t I_{ijt}) \quad (2.18)$$

Konstrain

$$(x_t + y_t) \leq T_x \quad \forall t \quad (2.19)$$

$$(x_t + y_t) \geq tm \quad \forall t \quad (2.20)$$

$$y_t \leq D_x \quad \forall t \quad (2.21)$$

$$d_{ijt} = \min(d_{it} - \sum_{j=1}^{j-1} d_{ijt}, I_{ijt}) \quad \forall i, \forall t, \forall j < t \quad (2.22)$$

$$d_{itt} = \min(d_{it} - \sum_{j=1}^{j-1} d_{ijt}, w_i y_t) \quad \forall i, \forall t, \forall j = t \quad (2.23)$$

$$\sum_{j=1}^t d_{ijt} = d_{it} \quad \forall i, \forall t \quad (2.24)$$

$$w_i y_t - \sum_{j=1}^t d_{ijt} + \sum_{j=1}^{t-1} I_{ijt} + f_{it} - I_{itt} = 0 \quad \forall i, \forall t \quad (2.25)$$

$$I_{ijt+1} = I_{ijt} - d_{ijt} \quad \forall i, \forall t, \forall j < t \quad (2.26)$$

$$I_{ijt+1} = w_i y_t - d_{ijt} \quad \forall i, \forall t, \forall j = t \quad (2.27)$$

$$\sum_{i=1}^n \sum_{j=1}^t I_{ijt} \leq K \quad \forall t \quad (2.28)$$

$$x_t y_t \geq 0, \text{interger} \quad \forall t \quad (2.29)$$

$$I_{it}, f_{it} \geq 0 \quad \forall t \quad (2.30)$$

Fungsi objektif (2.18) didapatkan dengan memaksimalkan selisih antara pemasukan (penjualan karkas, potongan daging dan olahan daging) dengan pengeluaran (biaya pembelian dan biaya transportasi karkas, biaya pemotongan karkas dan biaya penyimpanan). Selanjutnya konstrain (2.19) dan (2.20) menentukan batasan jumlah karkas yang bisa dikirim dalam satu periode. Konstrain

(2.21) menunjukkan kapasitas produksi. Konstrain (2.22), (2.23) dan (2.24) merupakan strategi FIFO. Konstrain (2.25), (2.26) dan (2.27) menunjukkan persamaan keseimbangan *supply* dan *demand*. Konstrain (2.28) menunjukkan bahwa *inventory* terbatas pada kapasitas gudang. Terakhir, persamaan (2.29) dan (2.30) menunjukkan *non-negativity* dan *integer constraint*.

2.5 Model Pengendalian Persediaan untuk Produk *Perishable* dengan Permintaan *Non-Stationary* dan Konstrain *Service Level* (Pauls-Worm, Hendrix, Haijema, Vorst, 2013)

Penelitian ini memformulasikan model *stochastic programming* untuk permasalahan perencanaan produksi *single item* dan *single echelon*. Model ini mengasumsikan tidak ada *lead time* dan *backlogging* dari adanya *shortage*. Tujuan dari model ini adalah untuk menentukan *lot-size* dan periode produksi selama horizon perencanaan sehingga total biaya dapat diminimalkan. Penelitian ini menggunakan kriteria minimum *service-level* dalam pemenuhan permintaan yang bersifat *non-stationary*. Berikut ini merupakan model matematis berdasarkan jurnal.

Indeks

b : umur produk; $b = 1, \dots, M$
 t : periode perencanaan; $t = 1, \dots, T$

Parameter

k : *setup cost* untuk setiap *production run*
 c : *production cost* untuk setiap *item* yang diproduksi
 h : *holding cost* yang dikeluarkan untuk setiap *item* yang disimpan
 w : *waste cost*
 Y_t : jumlah *production run* pada periode ke- t
 I_{1t} : jumlah *inventory* dengan umur 1 periode pada akhir periode ke- t
 I_{bt} : jumlah *inventory* dengan umur b periode pada akhir periode ke- t
 Q_t : jumlah produk yang diproduksi pada periode ke- t
 I_{Mt} : jumlah *inventory* yang melewati batas umur pada akhir periode ke- t

d_t : permintaan produk pada periode ke- t
 g_t : *probability density function* dari permintaan d pada periode ke- t
 G_t : *cummulative distribution function* dari permintaan d pada periode ke- t

Fungsi Objektif

$$\min E(TC) = \int_{d_1} \dots \int_{d_T} \sum_{t=1}^T (kY_t + h \max\{I_{1t}, 0\} + h \sum_{b=2}^{M-1} I_{bt} + cQ_t + wI_{Mt}) g_1(d_1) \dots g_T(d_T) d_1 \dots d_T \quad (2.31)$$

Konstrain

$$Y_t = \begin{cases} 1, & \text{if } Q_t > 0 \\ 0, & \text{otherwise} \end{cases} \quad \forall t = 1, \dots, T \quad (2.32)$$

$$\sum_{b=1}^M I_{bt} = \sum_{b=1}^{M-1} I_{b,t-1} + Q_t - d_t \quad \forall t = 1, \dots, T \quad (2.33)$$

$$P(\sum_{b=1}^M I_{bt} \geq 0) \geq \alpha \quad \forall t = 1, \dots, T \quad (2.34)$$

$$I_{bt} = \max\{I_{b-1,t-1} - \max\{d_t - \sum_{j=b}^{M-1} I_{j,t-1}, 0\}, 0\} \quad t = 1..T; b = 2..M \quad (2.35)$$

$$I_{1t} = Q_t - \max\{d_t - \sum_{b=1}^{M-1} I_{b,t-1}, 0\} \quad \forall t = 1, \dots, T \quad (2.36)$$

$$I_{b0} = 0 \quad \forall b = 1, \dots, M \quad (2.37)$$

$$I_{bt} \geq 0 \quad \forall t = 1..T; b = 2..M \quad (2.38)$$

$$I_{1t} \in R \quad \forall t = 1, \dots, T \quad (2.39)$$

$$Y_t \in \{0,1\}, Q_t \geq 0 \quad \forall t = 1, \dots, T \quad (2.40)$$

Fungsi objektif (2.31) dari model adalah untuk meminimalkan total biaya yang diharapkan yang terdiri dari biaya tetap *setup* untuk setiap *production run*, biaya penyimpanan untuk setiap *item* yang disimpan, biaya produksi dan biaya kerusakan untuk setiap unit. Variabel biner (2.32) menunjukkan nilai 1 jika ada *production run* pada periode t dan 0 jika tidak. Persamaan (2.33) menunjukkan keseimbangan level persediaan untuk semua umur. Item dengan umur M tidak bisa digunakan untuk periode setelahnya. Sehingga periode t dimulai dengan level persediaan di akhir periode $t-1$ dan umur produk yang belum melewati batas. Persediaan di akhir periode t sama dengan persediaan awal ditambah dengan hasil produksi pada periode t dikurangi permintaan pada periode tersebut. Konstrain

service level (2.34) menunjukkan total level persediaan untuk semua umur tidak boleh bernilai negatif dengan probabilitas α . Persamaan (2.35) dan (2.36) adalah konstrain FIFO. Hal itu untuk memastikan bahwa permintaan dipenuhi terlebih dahulu oleh *item* dengan umur yang lebih tua kemudian oleh *item* dengan umur yang lebih muda. Pertambahan persamaan (2.35) dan (2.36) menghasilkan persamaan (2.33). Persamaan (2.37) menunjukkan bahwa nilai persediaan awal untuk semua umur adalah 0. Persamaan (2.38) menunjukkan bahwa level persediaan untuk semua umur pada semua periode tidak boleh bernilai negatif. Kecuali, level persediaan untuk *item* berumur 1 pada semua periode karena *stock* terlalu kecil untuk memenuhi permintaan yang ditunjukkan pada persamaan (2.39). Persamaan (2.40) menunjukkan nilai biner untuk variabel keputusan Y_t dan nilai non-negatif untuk variabel keputusan Q_t .

2.6 Penelitian Sebelumnya

Pada subbab ini diuraikan beberapa penelitian yang telah dilakukan dan berkaitan dengan penelitian Tugas Akhir ini. Penelitian-penelitian tersebut terkait dengan analisis peramalan permintaan dan perencanaan produksi daging sapi atau produk *perishable* yang memiliki kedekatan karakteristik dengan produk daging sapi. Penelitian-penelitian tersebut berguna sebagai referensi dalam penyusunan laporan. Selain itu, pada subbab ini dijelaskan perbedaan penelitian Tugas Akhir ini dibanding penelitian-penelitian tersebut.

Tabel 2. 4 Daftar Penelitian Sebelumnya

Judul	Penulis	Tahun
<i>Inventory Control for A Perishable Product With Non-Stationary Demand and Service Level Constraints</i>	Karin Pauls-Worm, Eligius Hendrix, Rene Haijema, Jack van der Vorst	2013
Analisis Peramalan Tingkat Produksi dan Kosumsi Daging Sapi Nasional dalam Rangka Swasembada Pangan	Nova Melinda Sinaga	2015
Penentuan Metode <i>Forecast</i> dan Perencanaan Pengadaan <i>Raw Material</i> di Industri Manufaktur <i>Filter</i> Rokok	Ratih Dewi Ramadhani	2017
<i>Inventory Supply Model for Perishable Product -The Calicarnes Case</i>	Ivan Daniel Mesias, Fernando Alberto Osorio, Jenny Diaz Ramirez	2017

Referensi penelitian yang pertama adalah penelitian tentang pengendalian persediaan untuk produk *perishable* dengan batasan *service level* dan *demand non-stationary*. Penelitian ini menggunakan kebijakan FIFO dalam pengendalian persediaan untuk produk *perishable* dengan umur produk yang tetap dan permintaan yang tak pasti. Bagian utama dari penelitian ini adalah formulasi model *stochastic programming* untuk produk *perishable*. Penelitian ini membangun model untuk menentukan periode produksi dan memperhatikan *inventory* yang telah melewati batas umur.

Penelitian (Sinaga, 2015) membahas tentang analisis peramalan tingkat produksi dan konsumsi daging sapi dalam lingkup nasional. Pada penelitian ini dilakukan proyeksi tingkat produksi dan konsumsi daging sapi nasional dengan membandingkan metode *forecast* yang memiliki tingkat *error* paling kecil. Metode *forecast* yang digunakan adalah metode *Time Series*, yakni ARIMA, *Trend* dan *Exponential Smoothing*. Penelitian ini hanya sebatas melakukan peramalan untuk masing-masing tingkat produksi dan konsumsi serta dilakukan analisis perbedaan diantara keduanya. Selanjutnya tidak dibahas mengenai analisis strategi dan skenario perencanaan produksi dalam memenuhi permintaan tersebut.

Kemudian penelitian oleh (Ramadhani, 2017) menjelaskan tentang perencanaan produksi di industri rokok dengan bahan baku nya adalah *filter* rokok. Penelitian ini menggunakan metode *forecast Simple Exponential Smoothing*, Holt's dan ARIMA untuk melakukan peramalan permintaan konsumen sedangkan untuk penentuan *lot-size* bahan baku dilakukan dengan cara optimasi melalui model matematis *linear programming*.

Penelitian terakhir oleh (Mesias, Osorio, Ramirez, 2017) berfokus pada penyusunan model matematis untuk mengidentifikasi *order size* dengan mempertimbangkan *shelf-life time* dari dari produk daging babi. Model pada penelitian ini mengestimasi jumlah optimal *raw material (pig carcasses)* yang dibutuhkan untuk memenuhi permintaan tiap jenis potongan daging di tiap periode selama 8 minggu.

Perbedaan penelitian ini dengan penelitian-penelitian sebelumnya adalah penggunaan karkas sapi sebagai bahan baku produksi potongan daging sapi. Daging sapi merupakan salah satu produk *perishable* yang memiliki *shelf-life time* yang

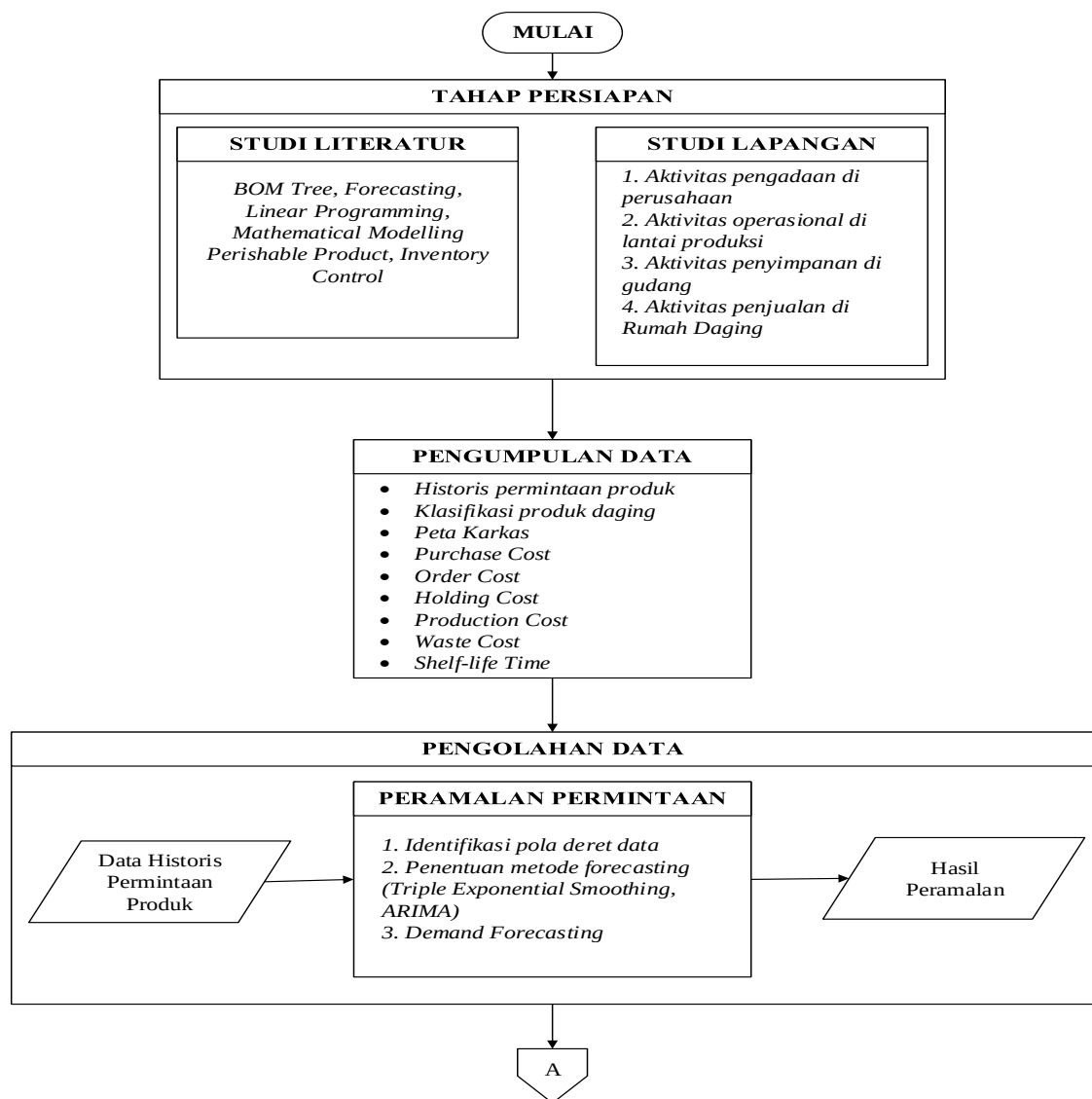
cenderung pendek dibanding produk-produk *non-perishable* lainnya. Selain itu bahan baku karkas memiliki struktur *bill of material* yang unik bila dibandingkan dengan produk lain. Pada bahan baku karkas, produk *parent*-nya merupakan *raw material* sedangkan komponen-komponen yang menyusunnya merupakan *end-product*. Oleh karena itu, penelitian ini berusaha merancang model matematis perencanaan produksi dengan mempertimbangkan kedua karakteristik bahan baku karkas tersebut.

(halaman ini sengaja dikosongkan)

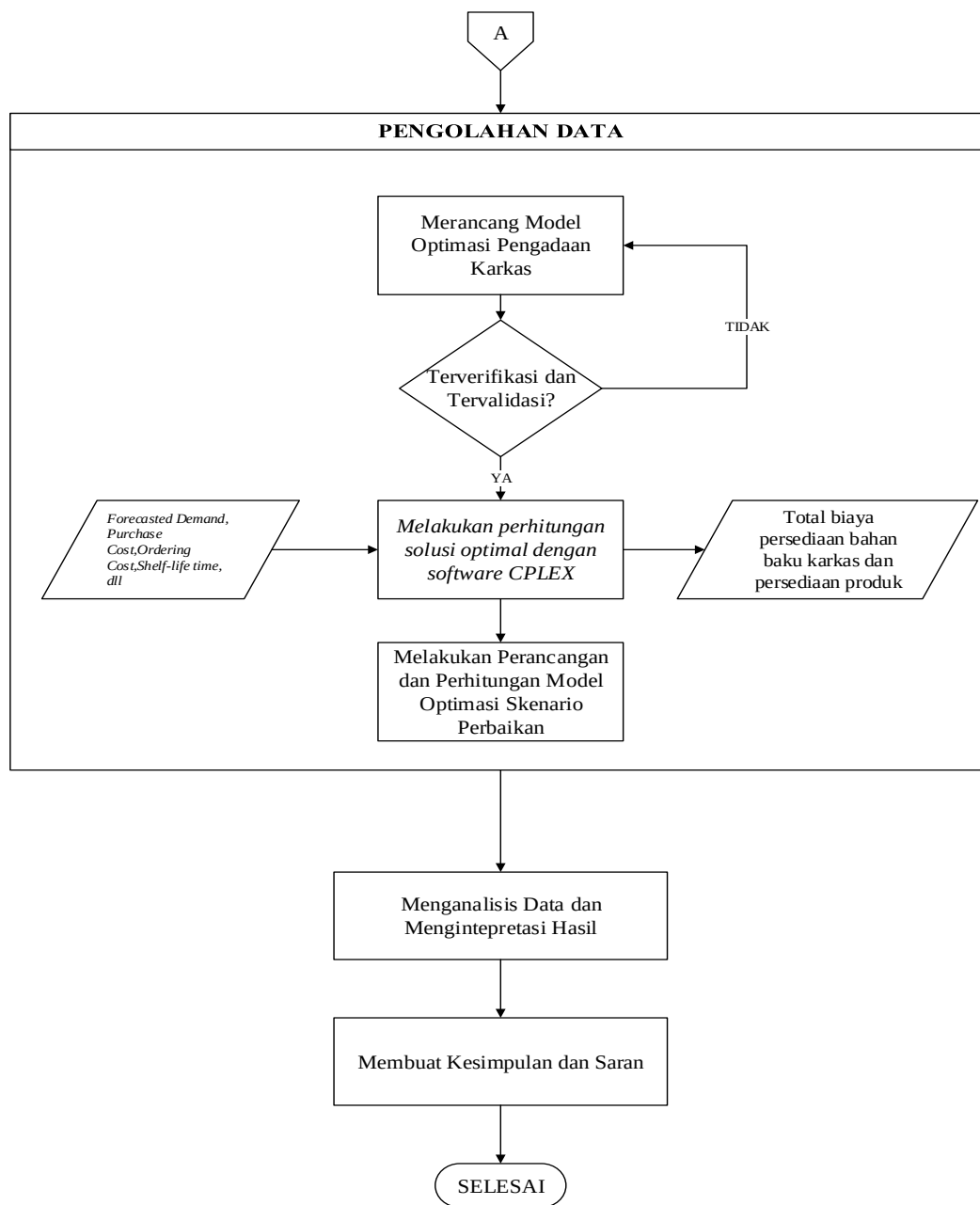
BAB 3

METODOLOGI PENELITIAN

Bab ini menguraikan prosedur dan urutan kerja secara konstruktif dan sistematis yang dipakai dalam penyusunan laporan Tugas Akhir dan menjadi paduan dalam melakukan penelitian. Metodologi penelitian pada bab ini disajikan dalam bentuk *flowchart* agar dapat dipahami aliran kerja selama penelitian.



Gambar 3. 1 *Flowchart* Metodologi Penelitian



Gambar 3. 2 *Flowchart* Lanjutan Metodologi Penelitian

3.1 Tahap Persiapan

Tahap persiapan merupakan tahap paling awal dari serangkaian prosedur kerja penyusunan laporan Tugas Akhir ini. Pada tahap ini dirumuskan permasalahan yang diselesaikan berdasarkan studi lapangan yang dilakukan. Selain itu, juga dirancang metode penyelesaian permasalahan berdasarkan studi literatur yang dilakukan. Berikut merupakan hal-hal yang dilakukan pada tahap persiapan.

3.1.1 *Studi Literatur*

Pada bagian studi literatur dilakukan pencarian teori dasar dan formula perhitungan dari sumber yang sesuai dengan kaidah penelitian dan penulisan laporan ilmiah seperti buku, jurnal, publikasi ilmiah dan bentuk penelitian lainnya. Pada penelitian Tugas Akhir ini, studi literatur dilakukan untuk mencari metode yang tepat dalam melakukan peramalan dan merumuskan formulasi matematis untuk pengadaan dan persediaan produk *perishable* dengan meminimalkan total biaya pengadaan bahan baku dan persediaan produk.

3.1.2 *Studi Lapangan*

Studi lapangan dilakukan untuk menemukan dan memetakan permasalahan yang ada di PD RPH X. Selain itu, studi lapangan juga dilakukan untuk mendapatkan data-data yang diperlukan dalam merancang solusi terhadap permasalahan yang telah ditetapkan. Oleh karena itu, studi lapangan dilakukan pada aktivitas pengadaan, produksi (*cutting & packing*), penyimpanan dan penjualan produk daging di PD RPH X. Studi lapangan dilakukan melalui teknik observasi dan wawancara dengan pihak-pihak yang terlibat dalam permasalahan yang diselesaikan.

3.2 **Tahap Pengumpulan Data**

Setelah tahap persiapan, penelitian dilanjutkan dengan tahap pengumpulan data. Tahap pengumpulan data dilakukan untuk mencari data primer maupun sekunder yang dibutuhkan dalam melakukan peramalan permintaan dan perhitungan pada model matematis untuk mencari biaya pengadaan dan persediaan yang paling minimal. Data yang diperlukan untuk peramalan permintaan adalah data historis permintaan daging sapi oleh masyarakat Kota Y. Data untuk perhitungan pada model matematis adalah data parameter atau variabel *input* yang didapatkan dari hasil observasi dan disesuaikan dengan model yang dirancang.

3.3 Tahap Pengolahan Data

Tahap pengolahan data dilakukan setelah mengetahui target permasalahan yang diselesaikan dan mendapatkan data-data penunjang dalam penyelesaian permasalahan. Berikut merupakan hal-hal yang dilakukan pada tahap pengolahan data.

3.3.1 Peramalan Permintaan

Peramalan permintaan dilakukan dengan melakukan proyeksi statistik untuk beberapa periode kedepan berdasarkan data historis permintaan produk. Pada penelitian ini, peramalan permintaan daging sapi dilakukan untuk 24 periode (24 minggu) mendatang dengan data historis permintaan daging sapi selama 5 tahun (2012-2016) untuk tiap bulan. Metode peramalan yang digunakan adalah metode *time series* karena adanya pola data peubah pada periode sebelumnya yang diasumsikan mempengaruhi nilai peubah tersebut dimasa yang akan datang. Metode *time series* yang digunakan pada penelitian ini adalah metode *Triple Exponential Smoothing (Winter's Method)* dan Metode ARIMA. Terdapat metode Winter dengan 4 kombinasi *smoothing factor*, yakni parameter $\alpha = 0.2$, $\beta = 0.1$, $\gamma = 0.1$, parameter $\alpha = 0.2$, $\beta = 0.1$, $\gamma = 0.2$, parameter $\alpha = 0.2$, $\beta = 0.2$, $\gamma = 0.1$) dan parameter $\alpha = 0.2$, $\beta = 0.2$, $\gamma = 0.2$. Pada metode ARIMA digunakan 3 jenis model ARIMA dengan kombinasi ordo untuk masing-masing komponennya. Komponen ARIMA terdiri dari *Autoregressive (p)*, *Moving Average (q)* dan *Difference (d)*. Pada penelitian ini, kombinasi model ARIMA (p,q,d) yang digunakan adalah ARIMA (1,0,0), ARIMA (1,0,1) dan ARIMA (0,0,1). Setelah itu, penentuan metode peramalan dilakukan dengan menghitung nilai akurasi peramalan masing-masing metode melalui hasil nilai MAPE yang paling rendah. Perhitungan MAPE dipilih nilainya dapat digunakan oleh perusahaan untuk memperoleh informasi persentase kesalahan (tinggi atau rendah) hasil peramalan terhadap permintaan aktual selama periode tertentu.

3.3.2 Perancangan Model Optimasi Pengadaan Karkas

Setelah mengetahui proyeksi permintaan selama beberapa periode kedepan, maka yang dilakukan adalah membuat perencanaan produksi yang efektif dan efisien untuk memenuhi permintaan tersebut. Tujuan akhir dari sistem perencanaan produksi pada penelitian ini adalah meminimasi total biaya yang berkaitan dengan pengadaan bahan baku dan persediaan sehingga secara tidak langsung juga akan meningkatkan keuntungan yang didapatkan perusahaan. Dalam proses produksi daging sapi, produk daging sapi yang dihasilkan dari pemotongan karkas disimpan dalam lemari pendingin yang akan menimbulkan biaya penyimpanan (*holding cost*) dan selanjutnya akan mempengaruhi tujuan optimasi. Pada produk *perishable* seperti daging sapi, *holding cost* juga berkaitan dengan biaya kerusakan (*waste cost*) yang menyebabkan optimasi pengadaan bahan baku dan penjadwalan produksi menjadi semakin kompleks. Fungsi tujuan dari model matematis yang dibuat adalah meminimalkan beberapa biaya yang terkait dengan proses produksi daging ,yaitu biaya pembelian dan biaya pemesanan bahan baku, biaya produksi, biaya penyimpanan dan biaya kerusakan produk.

Berikut merupakan formulasi matematis model optimasi perencanaan pengadaan dan persediaan karkas sapi.

Indeks

i : jenis potongan daging sapi,

$i = 1, \dots, I$ (I: jumlah jenis potongan daging sapi dari karkas)

j : jenis kemasan,

$j = 1, \dots, J$ (J: jumlah jenis ukuran kemasan)

b : umur produk,

$b = 1, \dots, B$ (B: batas maksimal umur produk)

t : periode (minggu),

$t = 1, \dots, T$ (T: jumlah minggu selama horizon perencanaan)

Parameter

d_{ijt} : *demand* produk jenis potongan i dengan ukuran kemasan j pada periode t
 w_i : berat produk jenis potongan i dari keseluruhan karkas
 sc : biaya operasional gudang tahunan
 pc : harga beli karkas per unit
 oc : biaya tiap pemesanan
 dc_{ij} : biaya produksi produk jenis potongan i dengan ukuran kemasan j
 hc_{ij} : biaya penyimpanan produk jenis potongan i dengan ukuran kemasan j
 gc : biaya kerusakan produk jenis potongan i dengan ukuran kemasan j
 $I0_{ijb}$: *initial inventory* produk potongan i dengan jenis ukuran kemasan j dengan umur produk b ($t=0$)
 wc_j : *weight converter* tiap unit produk untuk jenis ukuran kemasan j
 K : kapasitas penyimpanan gudang (dalam kilogram)
 M : nilai *big-M*

Variabel Keputusan

Z_t : jumlah karkas yang dibeli pada periode t
 Q_{ijt} : hasil produksi pemotongan karkas menjadi produk i dengan jenis kemasan j pada periode t
 O_t : $\begin{cases} 1, & \text{jika ada order karkas pada periode } t \\ 0, & \text{jika tidak ada order} \end{cases}$
 I_{ijbt} : *ending inventory* produk jenis potongan i , ukuran kemasan j , dengan umur b pada periode t
 X_{ijb} : produk jenis potongan i , ukuran kemasan j , dengan umur b yang diambil dari *initial inventory* untuk memenuhi permintaan
 Y_{ijbt} : produk jenis potongan i , ukuran kemasan j , dengan umur b yang diambil dari *ending inventory* pada periode $t-1$ untuk memenuhi permintaan periode t

P_{ij1t} : produk jenis potongan i , ukuran kemasan j , dengan umur produk 1 yang diambil dari hasil produksi periode t untuk memenuhi permintaan pada periode tersebut

Fungsi Objektif

$$\text{Minimasi } Z = \sum_{t=1}^T Z_t pc + \sum_{t=1}^T O_t oc + \sum_{i=1}^I \sum_{j=1}^J \sum_{b=1}^{B-1} \sum_{t=1}^T I_{ijbt} hc_{ij} + \sum_{i=1}^I \sum_{j=1}^J \sum_{t=1}^T Q_{ijt} dc_{ij} + \sum_{i=1}^I \sum_{j=1}^J \sum_{t=1}^T I_{ijbt} gc_{ij} + sc \quad (3.1)$$

Konstrain

$$Q_{ijt} + \sum_{b=1}^{B-1} x_{ijb} \geq d_{ijt} \quad \forall i = 1, \dots, I; \forall j = 1, \dots, J; \forall t = 1 \quad (3.2)$$

$$I0_{ijb} - x_{ijb} = I_{ijb+1t} \quad \forall i = 1, \dots, I; \forall j = 1, \dots, J; \forall b = 1, \dots, B-1; t = 1 \quad (3.3)$$

$$\sum_{b=1}^{B-1} x_{ijb} + P_{ij1t} = d_{ijt} \quad \forall i = 1, \dots, I; \forall j = 1, \dots, J; \forall t = 1 \quad (3.4)$$

$$Q_{ijt} - P_{ij1t} = I_{ijbt} \quad \forall i = 1, \dots, I; \forall j = 1, \dots, J; \forall b = 1; \forall t = 1, \dots, T \quad (3.5)$$

$$Q_{ijt} + \sum_{b=1}^{B-1} Y_{ijbt} \geq d_{ijt} \quad \forall i = 1, \dots, I; \forall j = 1, \dots, J; \forall t = 2, \dots, T \quad (3.6)$$

$$I_{ijbt-1} - Y_{ijbt} = I_{ijb+1t} \quad \forall i = 1, \dots, I; \forall j = 1, \dots, J; \forall b = 1, \dots, B-1; \forall t = 2, \dots, T \quad (3.7)$$

$$\sum_{b=1}^{B-1} Y_{ijbt} + P_{ij1t} = d_{ijt} \quad \forall i = 1, \dots, I; \forall j = 1, \dots, J; \forall t = 2, \dots, T \quad (3.8)$$

$$X_{ijb} \leq d_{ijt} \quad \forall i = 1, \dots, I; \forall j = 1, \dots, J; \forall b = 1, \dots, B; \forall t = 1, \dots, T \quad (3.9)$$

$$Y_{ijbt} \leq d_{ijt} \quad \forall i = 1, \dots, I; \forall j = 1, \dots, J; \forall b = 1, \dots, B; \forall t = 1, \dots, T \quad (3.10)$$

$$\sum_{j=1}^J Q_{ijt} \leq MO_t \quad \forall i = 1, \dots, I; \forall t = 1, \dots, T \quad (3.11)$$

$$\sum_{j=1}^J Q_{ijt} wc_j \leq w_i Z_t \quad \forall i = 1, \dots, I; \forall t = 1, \dots, T \quad (3.12)$$

$$\sum_{i=1}^I \sum_{j=1}^J \sum_{b=1}^{B-1} I_{ijbt} wc_j \leq K \quad \forall t = 1, \dots, T \quad (3.13)$$

$$Q_{ijt}; Z_t; I_{ijbt}; Y_{ijbt}; P_{ij1t}; X_{ijb} \in \{interger\} \quad (3.14)$$

$$O_t \in \{0, 1\} \quad (3.15)$$

Fungsi tujuan (3.1) adalah meminimasi total biaya yang terdiri dari biaya pembelian karkas, biaya pemesanan, biaya penyimpanan, biaya produksi, biaya kerusakan produk dan biaya tetap operasional gudang. Biaya pembelian karkas dihitung per kilogram berat karkas yang dibeli. Biaya penyimpanan merupakan biaya yang muncul akibat tiap unit produk disimpan. Biaya pemesanan yang juga mencakup biaya transportasi pengiriman karkas, dihitung untuk tiap sekali pemesanan. Biaya produksi muncul sebagai biaya pemotongan karkas untuk tiap unit produk. Biaya kerusakan dihitung untuk tiap *inventory* unit produk yang melewati batas umur produk. Biaya operasional gudang merupakan biaya tetap tahunan. Persamaan (3.2) dan persamaan (3.3) secara berturut-turut adalah konstrain pemenuhan *demand* periode pertama dan *demand* periode selain periode pertama. Persamaan (3.4) dan persamaan (3.5) secara berturut-turut adalah konstrain yang mendefinisikan *inventory* periode pertama dan *inventory* periode selain periode pertama. Persamaan (3.6) dan persamaan (3.7) secara berturut-turut merupakan konstrain yang mendefinisikan *demand* periode pertama dan *demand* periode selain periode pertama. Persamaan (3.8) menunjukkan bahwa *ending inventory* pada semua periode merupakan sisa hasil produksi dari pemenuhan *demand* pada periode yang sama. Persamaan (3.9) dan persamaan (3.10) secara berturut-turut menunjukkan prioritas pemenuhan *demand* pada periode pertama dan periode selain periode pertama. Persamaan (3.11) menjelaskan bahwa produksi akan menghasilkan produk jika terdapat pemesanan bahan baku pada periode yang sama. Persamaan (3.12) menjelaskan bahwa total berat unit produk yang diproduksi pada suatu periode dalam satuan kilogram tidak boleh lebih dari total berat jenis potongan yang tersedia dari karkas yang dibeli pada periode yang sama. Persamaan (3.13) menunjukkan batasan bahwa jumlah *inventory* pada suatu periode tidak boleh melebihi kapasitas. Persamaan (3.14) adalah konstrain nilai integer untuk variabel keputusan Q_{ijt} , Z_t , I_{ijbt} , Y_{ijb} , P_{ij1t} , X_{ijb} . Persamaan (3.15) adalah *integrality constraint* yang merupakan batasan nilai biner untuk variabel keputusan O_t .

3.3.3 Verifikasi dan Validasi Model Optimasi Pengadaan Karkas

Setelah merancang model matematis menggunakan persamaan *linear programming*, model tersebut harus di uji verifikasi dan uji validasi. Uji verifikasi dilakukan untuk memastikan perhitungan model matematis berjalan benar dengan mendeteksi kesalahan data dan logika pada model. Uji validasi adalah proses untuk menentukan apakah model tersebut merupakan representasi yang akurat dari sistem nyata atau tidak (Hoover dan perry, 1990). Manfaat dari adanya verifikasi dan validasi adalah untuk menghasilkan model representatif dari sistem yang diteliti, meningkatkan kredibilitas model dan secara bertahap memperbaiki model selama proses perancangan. Pada penelitian ini, uji verifikasi dan validasi model *linear programming* dilakukan dengan bantuan *software* CPLEX *open source*.

3.3.4 Perhitungan Solusi Optimal Model Pengadaan Karkas

Model yang telah terverifikasi dan tervalidasi digunakan untuk mencari solusi optimal dari permasalahan yang ada dengan bantuan *software* CPLEX *open source*. Dalam melakukan perhitungan, data-data yang digunakan sebagai *input*, yaitu jumlah produk potongan daging, jumlah ukuran kemasan, jumlah umur produk, jumlah periode, data permintaan hasil peramalan, *inventory* awal, kapasitas penyimpanan, biaya pembelian, biaya pemesanan, biaya produksi, biaya penyimpanan dan biaya kerusakan produk. Hasil yang didapatkan dari perhitungan menggunakan model ini adalah total biaya pengadaan dan persediaan karkas yang paling optimal.

3.3.5 Perancangan dan Perhitungan Model Optimasi Skenario Perbaikan

Pada penelitian ini juga dirancang model optimasi skenario perbaikan untuk perencanaan pengadaan bahan baku per jenis kebutuhan potongan daging. Hasil *running* untuk skenario perbaikan ini dibandingkan dengan hasil *running* model optimasi pengadaan bahan baku karkas. Berdasarkan perbandingan tersebut dipilih model optimasi terbaik dengan total biaya pengadaan dan persediaan yang paling optimal.

Pada skenario perbaikan ini, perusahaan membeli bahan baku langsung sesuai dengan kebutuhan potongan daging yang ada pada periode tersebut. Perusahaan membeli bahan baku dari tukang jagal dalam bentuk potongan daging sesuai jenis dan berat yang dibutuhkan.

3.4 Tahap Analisis Data dan Intepretasi Hasil

Data yang telah dikumpulkan dan diolah kemudian dianalisis dan diintepretasi hasilnya. Analisis data adalah suatu tahap mengorganisir data sesuai dengan pola, kategori dan unit-unit deskriptif tertentu sedangkan interpretasi adalah proses memberi arti dan signifikansi terhadap analisis yang dilakukan, menjelaskan pola-pola deskriptif, mencari hubungan dan keterkaitan antar deskripsi-deskripsi data yang ada (Barnsley & Ellis, 1992). Tahap analisis dan intepretasi hasil meliputi hasil peramalan permintaan, analisis hasil *running* model optimasi pengadaan karkas, analisis hasil perbandingan model optimasi pengadaan karkas dan model optimasi skenario perbaikan dan analisis sensitivitas terhadap model optimasi pengadaan karkas.

3.5 Tahap Kesimpulan dan Saran

Tahap ini merupakan tahap terakhir dari penyusunan laporan Tugas Akhir yang berisi kesimpulan dari hasil pengolahan dan analisis data untuk menjawab rumusan permasalahan yang telah disebutkan pada bab 1 dari laporan ini. Kesimpulan yang didapatkan pada penelitian ini berkaitan dengan periode pemesanan dan jumlah pembelian karkas oleh RPH X berdasarkan peramalan permintaan yang dilakukan sehingga total biaya pengadaan dan persediaan menjadi seminimal mungkin. Kesimpulan lainnya adalah adanya perancangan model optimasi skenario perbaikan terhadap model optimasi pengadaan karkas. Selain itu, pada tahap ini juga disusun saran dan pertimbangan untuk penelitian selanjutnya.

BAB 4

PENGUMPULAN DAN PENGOLAHAN DATA

Pada penelitian ini terlebih dahulu dilakukan identifikasi kebutuhan data dan sumber data sebelum dilakukan pengumpulan data. Data-data numerik yang telah dikumpulkan kemudian diolah sesuai metode statistik dan metodologi yang telah ditetapkan sebelumnya untuk mencapai tujuan yang diharapkan. Bab ini terdiri dari pengumpulan dan pengolahan data. Pengumpulan data berisi data historis permintaan produk, data material penyusun produk dan data-data lain yang menjadi *input variable* dalam perhitungan model optimasi sedangkan untuk pengolahan data terdiri dari peramalan permintaan dan perancangan serta *running* model matematis dari optimasi perencanaan pengadaan bahan baku.

4.1 Pengumpulan Data

Pada subbab ini dijelaskan tentang data-data yang kredibel dan terkait dengan penelitian yang selanjutnya digunakan dalam pengolahan data.

4.1.1 Historis Permintaan Daging Sapi Masyarakat Kota Y

Peramalan permintaan pada penelitian ini menggunakan data historis permintaan produk selama 5 tahun terakhir ,yaitu dari bulan Januari tahun 2012 hingga bulan Desember tahun 2016. Data permintaan daging sapi Kota Y dari tahun 2012-2016 didapatkan melalui beberapa pendekatan perhitungan statistik. Pendekatan pertama dilakukan dengan data jumlah penduduk Kota Y tahun 2012-2016. Hal ini didasarkan pada permintaan produk pangan hewani, seperti daging sapi, cenderung meningkat sejalan dengan pertumbuhan penduduk, perkembangan ekonomi, perubahan pola hidup dan peningkatan kesadaran akan gizi serta perbaikan pendidikan masyarakat (PUSDATIN, 2014). Selanjutnya, data konsumsi daging sapi per tahun didapatkan melalui hasil kali penduduk mampu Kota Y dengan rata-rata konsumsi daging sapi segar per kapita pada tahun tersebut sedangkan penduduk mampu Kota Y didapatkan dari jumlah penduduk Kota Y dikurangi dengan jumlah penduduk kurang mampu. Menurut BPS, penduduk

kurang mampu adalah penduduk yang memiliki rata-rata pengeluaran per kapita per bulan di bawah garis kemiskinan. Melalui pendekatan ini, garis kemiskinan merupakan batasan ketidakmampuan ekonomi untuk memenuhi kebutuhan dasar makanan dan bukan makanan yang diukur dari sisi pengeluaran. Pendekatan pengeluaran kebutuhan dasar makanan dan bukan makanan diambil dari hasil Survei Sosial Ekonomi Nasional (Susenas), dengan jumlah komponen kebutuhan dasar terdiri atas 52 jenis komoditi makanan (termasuk daging sapi segar) dan 51 komoditi bukan makanan. Selain itu, rata-rata konsumsi daging sapi merupakan data rata-rata konsumsi daging sapi segar tanpa daging olahan, daging awetan, daging dari makanan jadi dan bagian daging lainnya seperti hati, jeroan, daging tetelan, tulang, lemak dan lain-lain (KEMENTAN, 2017). Untuk lebih jelasnya, berikut merupakan data permintaan daging sapi segar masyarakat Kota Y tahun 2012-2016 dengan pendekatan perhitungan statistik data jumlah penduduk, persentase penduduk kurang mampu dan rata-rata konsumsi daging sapi segar per kapita untuk tiap tahunnya.

Tabel 4. 1 Konsumsi Daging Sapi Masyarakat Kota Y Tahun 2012-2016

Rata-rata Konsumsi Daging Per-Kapita Kota Y (kg/kapita)	0.365	0.261	0.261	0.417	0.417
Persentase Penduduk Miskin (%)	6.25%	6%	5.79%	5.82%	5.63%
	2012	2013	2014	2015	2016
Jumlah penduduk (jiwa)	3,125,576	3,200,454	2,853,661	2,943,528	3,016,653
Jumlah penduduk miskin (jiwa)	195,349	192,027	165,227	171,313	169,838
Jumlah penduduk mampu (jiwa)	2,930,228	3,008,427	2,688,434	2,772,215	2,846,815
Konsumsi daging penduduk mampu (kg)	1,069,533	785,199	701,681	1,156,014	1,187,122

Selanjutnya, data konsumsi daging sapi segar masyarakat mampu Kota Y per tahun dibagi menjadi data konsumsi per bulan melalui pendekatan pola konsumsi daging per bulan. Pendekatan pola konsumsi daging per bulan didapatkan melalui data fluktuasi harga daging sapi per bulan dari Dinas Pertanian dan Ketahanan Pangan Kota Y. Fluktuasi harga daging sapi per bulan tersebut juga dibandingkan dengan fluktuasi harga barang substitusi dan komplemen dari daging

sapi. Harga menjadi variabel yang mempengaruhi kemampuan beli (*purchasing power*) dan keinginan untuk mendapatkan barang terealisasi. Hal ini didasarkan pada penelitian (Rusdi dan Suparta, 2016) yang menyebutkan bahwa variabel harga daging sapi dan daging ayam (sebagai barang substitusi) berpengaruh positif terhadap permintaan daging sapi di Kota Y. Penelitian tersebut bertujuan untuk menganalisis pengaruh harga daging sapi, harga daging ayam, PDRB (Produk Domestik Regional Bruto) dan jumlah penduduk di Kota Y sebagai variabel bebas terhadap permintaan daging sapi Kota Y sebagai variabel terikat melalui beberapa uji statistik. Uji statistik yang digunakan adalah uji koefisien determinasi, uji signifikansi regresi secara parsial (*t-test*) dan uji signifikansi regresi secara simultan (*f-test*). Berdasarkan uji koefisien determinasi didapatkan hasil bahwa harga daging sapi, harga daging ayam, PDRB dan jumlah penduduk berpengaruh positif sebesar 31% terhadap permintaan daging sapi di Kota Y. Berdasarkan *t-test* didapatkan hasil bahwa variabel harga daging sapi memiliki pengaruh paling dominan terhadap variabel bebas lainnya terhadap permintaan daging sapi di Kota Y.

Berdasarkan pendekatan tersebut didapatkan persentase permintaan daging sapi masyarakat per bulan. Persentase inilah yang dikalikan dengan konsumsi daging sapi per tahun untuk mendapatkan data konsumsi daging sapi per bulan dalam kilogram.

Tabel 4. 2 Konsumsi Daging Sapi Masyarakat Kota Y Per Bulan

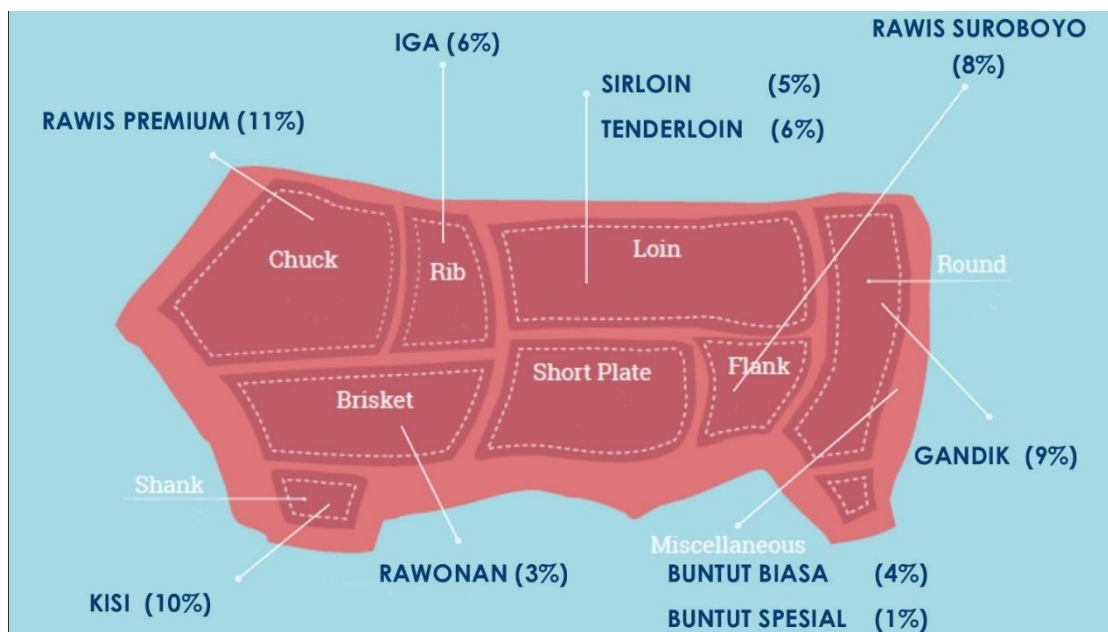
	2012	2013	2014	2015	2016
Januari	91,175	66,936	59,816	98,547	101,199
Februari	74,544	54,726	48,905	80,571	82,739
Maret	80,125	58,824	52,567	86,604	88,934
April	83,199	61,081	54,584	89,926	92,346
Mei	118,925	87,309	78,022	128,541	132,000
Juni	134,590	98,809	88,299	145,472	149,387
Juli	94,405	69,308	61,936	102,039	104,784
Agustus	75,632	55,525	49,619	81,748	83,947
September	143,306	105,208	94,018	154,893	159,061
Oktober	52,958	38,879	34,744	57,240	58,781
November	52,462	38,515	34,418	56,704	58,230
Desember	68,213	50,079	44,752	73,729	75,713

Dari tabel 4.2 dapat dilihat bahwa permintaan daging sapi meningkat di bulan-bulan tertentu. Permintaan daging sapi di Kota Y pada Bulan Mei-Juli, September dan Januari lebih besar dibanding dengan bulan-bulan lainnya. Hal ini karena pada Bulan Mei-Juli dan Bulan September merupakan bulan-bulan saat ada perayaan hari besar agama Islam, yakni bulan Ramadhan dan Hari Raya Idul Fitri sedangkan permintaan daging sapi meningkat di Bulan Januari karena merupakan periode pergantian tahun. Hal tersebut merupakan faktor tradisi dan budaya masyarakat Indonesia tiap tahunnya yang tidak hanya mempengaruhi permintaan komoditi makanan tapi juga komoditi bukan makanan. Selain itu, peningkatan permintaan tersebut juga dipengaruhi oleh daya beli konsumen dengan ekspektasi pendapatan yang meningkat. Menjelang perayaan Hari Raya Idul Fitri dan pergantian tahun, para pekerja di Indonesia biasanya mendapatkan THR (Tunjangan Hari Raya) dan Tunjangan Akhir Tahun dari tempat mereka bekerja sedangkan para penduduk Indonesia yang bekerja di luar negeri, biasanya memanfaatkan momen liburan hari raya dan liburan pergantian tahun untuk pulang kampung ke Indonesia dan tentunya juga membawa uang yang banyak. Hal tersebut merupakan aliran modal masuk (*capital inflow*) yang cukup besar dan mampu menggerakkan permintaan.

4.1.2 Deskripsi Bahan Baku Karkas

Produk daging sapi merupakan produk yang unik dari segi struktur material penyusunnya atau *bill of material* (BOM). Dibandingkan dengan produk-produk manufaktur pada umumnya, seperti produk elektronik dan produk otomotif, produk daging sapi memiliki struktur BOM yang terbalik. Struktur BOM seringkali ditunjukkan melalui format *product tree*. *Product tree* merupakan format BOM dengan bentuk hirarki vertikal yang tersusun dalam kerangka *parent-component relationship*. Setiap *parent item* terdiri dari satu atau lebih *component item*. Biasanya *component item* merupakan satu atau lebih *raw material* yang menyusun *parent item* (*end-product*). Namun, pada produk daging sapi, *component item* adalah produk potongan daging sapi yang secara langsung menyusun karkas sapi yang merupakan *raw material* untuk produk akhir potongan daging sapi.

Menurut Standar Nasional Indonesia, yang disebut dengan karkas adalah bagian dari tubuh sapi sehat yang telah disembelih secara halal sesuai dengan CAC/GL 24-1997 dan kemudian dikuliti, dikeluarkan jeroan, serta dipisahkan mulai dari kepala, kaki, tarsus/karpus ke bawah, organ reproduksi dan lemak yang berlebih. Proporsi berat karkas dari ternak hidup berbeda-beda tergantung dari beberapa faktor, seperti tipe ternak, jenis aktivitas penggemukan dan porsi makanan yang diatur. Besar proporsi berat karkas juga akan menentukan proporsi berat tiap jenis potongan daging dari karkas. Tahapan awal pengolahan karkas dilakukan dengan cara membagi karkas utuh menjadi 2 bagian besar, yaitu karkas paruh kiri dan kanan. Selanjutnya, setiap bagian karkas paruh dibagi lagi menjadi 2 bagian, yaitu karkas perempat depan dan belakang. Kemudian tiap karkas perempat dibagi menjadi beberapa *primal cuts*. Terakhir, *primal cuts* diolah lagi menjadi *sub-primal cuts* atau *retail cuts*. Berikut merupakan peta karkas dan persentase tiap potongan daging (*primal cut* dan *sub-primal cut*) sesuai dengan paduan pemotongan yang digunakan oleh RPH X. Persentase tiap potongan daging ini merupakan persentase dari keseluruhan karkas dengan berat 250 kilogram. Peta karkas dibawah ini hanya menunjukkan 10 jenis potongan daging hasil pemotongan karkas yang menjadi objek pada penelitian Tugas Akhir ini.



Gambar 4. 1 Peta Karkas dan Persentase tiap Potongan Daging dari Karkas 250 Kilogram
Sumber: PD RPH X

4.1.3 Biaya Pengadaan dan Persediaan

Biaya pengadaan dan persediaan adalah biaya-biaya yang berpengaruh terhadap persediaan. Biaya-biaya ini menjadi *input* data dalam perhitungan fungsi tujuan dari model matematis yang dibuat. Fungsi tujuan dari model matematis yang dibuat adalah meminimalkan total biaya pengadaan karkas sapi dan persediaan produk daging sapi. Total biaya pengadaan dan persediaan pada fungsi tujuan terdiri dari biaya pembelian bahan baku, biaya pemesanan bahan baku, biaya produksi produk, biaya penyimpanan produk dan biaya kehilangan dari produk yang melewati batas umur penyimpanan. Setiap nilai dari komponen-komponen biaya tersebut dipengaruhi oleh variabel keputusan yang ada. Semua data komponen-komponen biaya tersebut didapatkan dari *interview* dengan direksi PD RPH X.

4.1.3.1 Biaya Pembelian Bahan Baku

PD RPH X membeli bahan baku berupa karkas dari RPH Z. Karkas yang dibeli oleh perusahaan merupakan karkas dari ternak sapi jenis limosin dengan berat rata-rata sebesar 250 Kg. Harga dari sapi hidup jenis limosin adalah Rp42.500,00 per kilogram. Dengan ketentuan bahwa berat karkas adalah setengah dari berat sapi hidup, maka harga karkas sapi adalah dua kali lipatnya menjadi Rp85.000,00 per kilogram. Sehingga jika berat karkas yang didapatkan adalah sebesar 250 Kg, maka harga total pembelian satu unit karkas adalah sebesar Rp21.250.000,00. Namun, penelitian ini membatasi objek penelitian untuk 10 jenis potongan daging. Sehingga, pembelian satu unit karkas diasumsikan terdiri dari hanya 10 jenis potongan daging. Dengan menggunakan persentase dari peta karkas di atas dan harga per-kilogram karkas yang sama maka didapatkan perhitungan harga total unit karkas yang terdiri dari 10 jenis potongan daging ,yaitu sebesar Rp13,387,500,00.

4.1.3.2 Biaya Pemesanan Bahan Baku

Biaya pemesanan adalah biaya yang dikeluarkan mulai dari penempatan pemesanan sampai tersedianya barang di gudang. Biaya administrasi dan penempatan pemesanan, biaya pengangkutan/transportasi, biaya bongkar muat dan biaya penerimaan dan pemeriksaan barang.

Perusahaan melakukan pemesanan karkas kepada RPH Z. Alur proses pengadaan karkas dimulai dengan pembuatan *Purchase Request* (PR). PR dibuat Berdasarkan data permintaan barang yang masuk ke Sub Bagian Pengadaan dibawah bagian Sekretariat Perusahaan. Data permintaan barang hanya didapatkan Berdasarkan penaksiran dari data penjualan sebelumnya dan disesuaikan dengan persediaan *stock* produk daging di gudang serta di *cold display* Rumah Daging. Data penjualan periode sebelumnya didapatkan dari Sub Bagian Keuangan Niaga dan Penyimpanan dibawah Bagian Niaga. Data permintaan ini dibuat oleh Bagian Keuangan dan Gudang. Selanjutnya, dokumen PR yang berisi kebutuhan bahan baku karkas dikirim ke Bagian Akutansi untuk dilakukan perhitungan pengeluaran dana yang disesuaikan dengan kondisi keuangan perusahaan. Apabila Bagian Akutansi menyetujui pengeluaran dana untuk pembelian karkas maka Bagian Akutansi akan mengirimkan Surat Persetujuan Pembelian (SPP) ke Sub Bagian Pengadaan. Karena *supplier* karkas RPH X hanya ada satu, maka tidak ada prosedur seleksi *supplier*. Selanjutnya, Berdasarkan Surat Persetujuan Pembelian (SPP), Bagian Sekretariat Perusahaan yang membawahi Sub Bagian Pengadaan menerbitkan dokumen *Purchase Order* (PO). Sebelumnya, terlebih dahulu dokumen *Purchase Order* ini ditanda tangani oleh Direktur Administrasi Keuangan. Selanjutnya, dokumen PO yang telah ditandatangani dikirim oleh Bagian Sekretariat Perusahaan ke RPH Z. Setelah itu, proses pengadaan barang tinggal menunggu pengiriman barang dari *supplier*.

Ketika karkas sudah sampai di perusahaan, maka barang yang datang dilakukan penerimaan dan pemeriksaan barang yang dilakukan oleh Sub Bagian Pengadaan. Petugas gudang akan melakukan inspeksi barang meliputi spesifikasi, kuantitas dan kualitasnya sesuai dengan persyaratan-persyaratan yang tercantum dalam *Purchase Contract* (PC). Jika barang yang diterima sesuai dengan persyaratan maka Sub Bagian Pengadaan akan segera membuat *Receiving Inspection Report* (RIR) dan dikirim ke *supplier* sebagai bukti bahwa barang sudah diterima baik oleh pihak gudang RPH X. Namun, jika barang yang diterima tidak sesuai dengan persyaratan maka RPH X akan mengirimkan surat komplain kepada *supplier*. Selanjutnya, barang yang telah diterima dan lulus pemeriksaan akan dikirimkan langsung ke Sub Bagian Produksi untuk dilakukan proses produksi.

Karkas yang telah diterima langsung diproses pada hari yang sama saat penerimaan karkas. Berikut merupakan biaya pemesanan bahan baku karkas yang terdiri dari biaya administrasi pemesanan, biaya komunikasi pemesanan, biaya transportasi pengiriman pesanan, biaya bongkar muat dan biaya pemeriksaan pesanan yang sudah dikirim.

Tabel 4. 3 Biaya Pemesanan Bahan Baku Karkas

Biaya Pemesanan		
Komponen Biaya	Biaya	
Administrasi	Rp	20,000
Komunikasi	Rp	15,000
Transportasi	Rp	300,000
Bongkar Muat	Rp	15,000
Pemeriksaan	Rp	10,000
Total	Rp	360,000

Total biaya pemesanan tersebut adalah total biaya untuk sekali pemesanan. Komponen biaya administrasi dan komunikasi adalah biaya yang dikeluarkan untuk melakukan prosedur pengadaan karkas yang telah disebutkan di atas. Biaya bongkar muat dan biaya pemeriksaan adalah biaya yang dikeluarkan untuk aktivitas pengadaan saat barang tiba di perusahaan sedangkan biaya transportasi adalah biaya yang ditetapkan oleh *supplier* untuk aktivitas pengiriman barang dari RPH Z.

4.1.3.3 Biaya Produksi Produk

Biaya produksi adalah biaya yang dibutuhkan untuk memproduksi satu unit produk dari bahan baku karkas. Biaya tersebut meliputi biaya pemotongan karkas menjadi beberapa potongan daging sesuai dengan peta karkas. Setelah itu, terdapat juga proses pembagian potongan daging menjadi ukuran-ukuran yang lebih kecil sesuai dengan kemasan produk. Biaya produksi mencakup hingga biaya pengemasan unit produk melalui proses vakum.

Tabel 4. 4 Biaya Produksi tiap Unit Produk

Produk Potongan	Kemasan (Kg)	Biaya Produksi
Rawis Gulean	1	Rp52,500
	0.5	Rp26,250

Tabel 4. 4 Biaya Produksi tiap Unit Produk

Produk Potongan	Kemasan (Kg)	Biaya Produksi
Rawonan	1	Rp52,500
	0.5	Rp26,250
Buntut Biasa	1	Rp60,000
	0.5	Rp30,000
Buntut Spesial	1	Rp67,500
	0.5	Rp33,750
Iga	1	Rp63,750
	0.5	Rp31,875
Rawis Premium	1	Rp71,250
	0.5	Rp35,625
Kisi	1	Rp82,500
	0.5	Rp 41,250
Gandik	1	Rp90,000
	0.5	Rp45,000
Sirloin	1	Rp97,500
	0.5	Rp48,750
Tenderloin	1	Rp101,250
	0.5	Rp50,625

4.1.3.4 Biaya Penyimpanan Produk

Biaya penyimpanan produk dihitung untuk tiap unit produk yang disimpan. Biaya penyimpanan didefinisikan sebagai nilai jual produk dibagi dengan umur maksimal penyimpanan produk tersebut. Biaya penyimpanan termasuk biaya non tunai. Artinya, perusahaan tidak mengeluarkan biaya penyimpanan secara langsung dari kas. Biaya penyimpanan adalah biaya yang muncul akibat keputusan penyimpanan produk tersebut. Berikut merupakan biaya penyimpanan untuk tiap unit produk.

Tabel 4. 5 Biaya Penyimpanan tiap Unit Produk

Produk Potongan	Kemasan (Kg)	Biaya Penyimpanan
Rawis Gulean	1	Rp5,833
	0.5	Rp2,917
Rawonan	1	Rp5,833
	0.5	Rp2,917
Buntut Biasa	1	Rp6,667
	0.5	Rp3,333

Tabel 4. 5 Biaya Penyimpanan tiap Unit Produk

Produk Potongan	Kemasan (Kg)	Biaya Penyimpanan
Buntut Spesial	1	Rp7,500
	0.5	Rp3,750
Iga	1	Rp7,083
	0.5	Rp3,542
Rawis Premium	1	Rp7,917
	0.5	Rp3,958
Kisi	1	Rp9,167
	0.5	Rp4,583
Gandik	1	Rp10,000
	0.5	Rp5,000
Sirloin	1	Rp10,833
	0.5	Rp5,417
Tenderloin	1	Rp11,250
	0.5	Rp5,625

4.1.3.5 Biaya Kerusakan dari Produk yang Melewati Batas Umur

Produk *perishable* seperti produk daging merupakan produk yang mudah rusak. Kerusakan tersebut dapat disebabkan oleh faktor alamiah dari sifat produk maupun disebabkan oleh faktor kondisi lingkungan. Kerusakan produk daging yang disebabkan oleh faktor alamiah terjadi karena adanya reaksi kimia, biokimia dan mikrobiologi oleh sel-sel produk daging sendiri yang berakibat pada perubahan fisik produk sedangkan kerusakan yang disebabkan oleh faktor kondisi lingkungan pada produk daging paling sering disebabkan oleh kontaminasi dengan mikroorganisme di lingkungan. Interaksi antara oksigen lingkungan dengan air dan protein pada daging akan menyebabkan kerusakan biologis seperti kehilangan dan perubahan cita rasa. Produk daging yang dijual Rumah Daging merupakan produk yang telah melalui proses pengemasan secara vakum dan proses pembekuan pada suhu di atas -20°C . Sebelum dilakukan proses pembekuan, daging sapi melalui proses pelayuan. Proses pelayuan daging dilakukan dengan mendinginkan daging selama kurang lebih 7 hari pada suhu 0 derajat celcius. Proses pelayuan bertujuan untuk membuat enzim-enzim tertentu pada daging bekerja sehingga membuat daging menjadi lebih empuk. Produk daging yang telah melalui proses pengemasan dan pendinginan ini rata-rata memiliki umur produk kurang lebih 6 bulan. Produk daging yang telah mengalami kerusakan tidak bisa digunakan atau

diolah kembali karena berkaitan dengan keamanan pangan bagi konsumen. Kerusakan produk merupakan hal yang sangat dihindari khususnya oleh industri/usaha yang menjual produk-produk *perishable*. Hal ini karena kerusakan produk menimbulkan kehilangan keuntungan bagi produsen akibat produk yang tidak bisa dijual. Biaya kerusakan dihitung melalui pendekatan biaya *lost sales*. Hal ini karena biaya kerusakan menyebabkan kehilangan keuntungan bagi perusahaan akibat tidak bisa memenuhi permintaan barang dari konsumen pada periode tertentu.

Tabel 4. 6 Biaya Kerusakan tiap Unit Produk

Produk Potongan	Kemasan (Kg)	Harga Jual	HPP	Biaya Kerusakan
Rawis Gulean	1	Rp70,000	Rp52,500	Rp17,500
	0.5	Rp35,000	Rp26,250	Rp8,750
Rawonan	1	Rp70,000	Rp52,500	Rp17,500
	0.5	Rp35,000	Rp26,250	Rp8,750
Buntut Biasa	1	Rp80,000	Rp60,000	Rp20,000
	0.5	Rp40,000	Rp30,000	Rp10,000
Buntut Spesial	1	Rp90,000	Rp67,500	Rp22,500
	0.5	Rp45,000	Rp33,750	Rp11,250
Iga	1	Rp85,000	Rp63,750	Rp21,250
	0.5	Rp42,500	Rp31,875	Rp10,625
Rawis Premium	1	Rp95,000	Rp71,250	Rp23,750
	0.5	Rp47,500	Rp35,625	Rp11,875
Kisi	1	Rp110,000	Rp82,500	Rp27,500
	0.5	Rp55,000	Rp41,250	Rp13,750
Gandik	1	Rp120,000	Rp90,000	Rp30,000
	0.5	Rp60,000	Rp45,000	Rp15,000
Sirloin	1	Rp130,000	Rp97,500	Rp32,500
	0.5	Rp65,000	Rp48,750	Rp16,250
Tenderloin	1	Rp135,000	Rp101,250	Rp33,750
	0.5	Rp67,500	Rp50,625	Rp16,875

4.1.3.6 Biaya Operasional Gudang

Biaya operasional gudang adalah biaya-biaya tetap yang muncul akibat aktivitas penyimpanan barang. Komponen biaya operasional gudang antara lain, biaya gaji pelaksana pergudangan, biaya listrik dan biaya perawatan aset gudang.

Biaya-biaya tersebut dihitung sebagai biaya tetap yang dibebankan untuk tiap periode dan tidak bergantung pada jumlah produk yang disimpan. Berikut merupakan perhitungan komponen biaya-biaya operasional gudang.

Tabel 4. 7 Biaya Gaji Pelaksana Pergudangan

Biaya Pegawai	Biaya/Bulan	Biaya/Tahun
Gaji Pokok Pegawai	Rp 3,583,312	Rp 42,999,744
THR Pegawai	Rp 298,610	Rp 3,583,320
BPJS Pegawai	Rp 63,067	Rp 756,804
Total Biaya	Rp 3,944,989	Rp 47,339,868

RPH X memiliki 2 petugas pergudangan yang termasuk karyawan Sub Bagian Gudang. Petugas gudang memiliki tugas untuk melakukan pelayanan barang yang masuk dan keluar gudang. Saat ini, gudang RPH X memiliki 2 unit *Cold Storage* dengan kapasitas masing-masing 5 ton dan juga 2 unit *Cold Display* (3 pintu) dengan kapasitas masing-masing 300 Kilogram. Petugas gudang juga akan menuliskan informasi berupa transaksi barang yang masuk dan keluar pada *Bin Card* dan *Stock Card* untuk membantu pengendalian *stock* barang di gudang. Semua perhitungan biaya pegawai tersebut disesuaikan dengan UMR (Upah Minimum Regional) Kota Y, tingkat jabatan karyawan dan peraturan ketenagakerjaan tentang gaji/upah dan tunjangan.

Tabel 4. 8 Biaya Listrik Pergudangan

Nama Barang	Jumlah	Konsumsi Listrik (KWh)	Biaya Listrik/K Wh	Total Biaya Listrik per Jam	Total Biaya Listrik per Tahun
<i>Cold Display</i> (150 Kg)	2	0.96	1076	Rp2,066	Rp 18,097,459.20
<i>Cold Storage</i> (5000 Kg)	2	1.56	1076	Rp3,357	Rp 29,408,371.20
<i>PC Computer</i>	1	0.25	1076	Rp269	Rp 785,480.00
<i>Printer</i>	1	0.02	1076	Rp22	Rp 62,838.40
Lampu <i>LED TL Neon Tube</i>	4	0.02	1076	Rp86	Rp 251,353.60
Total Biaya					Rp 48,605,502.40

Penetapan biaya listrik per KWh pada tabel 4.8 didasarkan pada Tarif Dasar Listrik (TDL) tahun 2017 untuk golongan tarif P1. Karena PD RPH X merupakan perusahaan daerah yang menjadi bagian dari Pemerintah Kota Y, maka penggunaan listriknya dikategorikan termasuk golongan tarif P1. Golongan tarif P1 merupakan TDL yang diperuntukkan untuk pelayanan publik, kantor pemerintahan dan penerangan jalan umum. Selanjutnya, total biaya listrik per tahun untuk *cold display* dan *cold storage* dihitung untuk penggunaan selama 24/7 dalam setahun. *Cold display* dan *cold storage* diasumsikan beroperasi setiap waktu dengan suhu konstan. Penghentian operasi *cold storage* dan *cold display* walaupun sebentar akan mempengaruhi kondisi fisik produk daging yang termasuk produk yang mudah rusak sedangkan total biaya listrik per tahun untuk *pc computer*, *printer* dan lampu dihitung untuk penggunaan selama jam operasional perusahaan (8 jam) setiap hari dalam setahun.

Biaya perawatan atau pemeliharaan hanya dibebankan pada mesin dan alat utama yang berpengaruh langsung terhadap penyimpanan produk. Biaya perawatan pada tabel 4.9 merupakan total biaya perawatan untuk 2 unit *cold display* dan 2 unit *cold storage*. Biaya perawatan untuk masing-masing aset terdiri dari biaya pengisian *refrigerant* R134a dan biaya jasa perawatan. Jasa perawatan untuk *cold display* dan *cold storage* adalah pembersihan unit kondensor, pembersihan unit evaporator dan pemeriksaan kontrol *electrical*. Aktivitas perawatan dilakukan sebanyak 2 kali dalam setahun atau 6 bulan sekali.

Tabel 4. 9 Biaya Perawatan Aset Pergudangan

Aset	Jumlah	Biaya Perawatan/Tahun	
<i>Cold Display</i> (150 Kg)	2 Unit	Rp	1,800,000
<i>Cold Storage</i> (5000 Kg)	2 Unit	Rp	3,000,000
Total Biaya		Rp	4,800,000

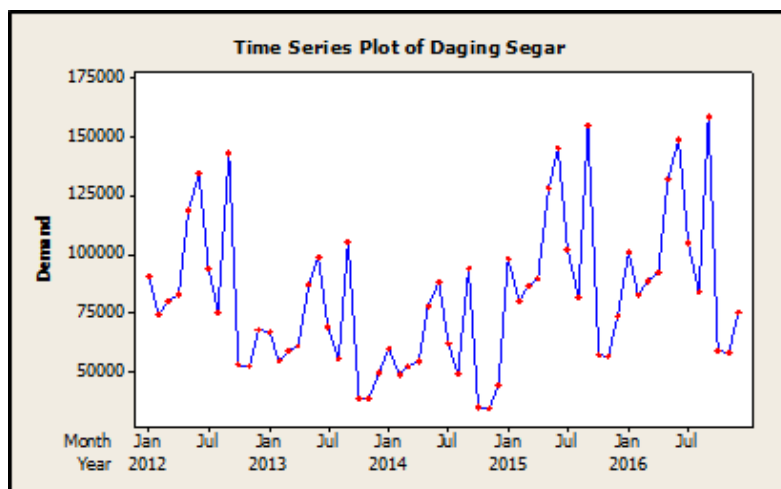
4.2 Pengolahan Data

Pada subbab ini dilakukan beberapa pengolahan data berdasarkan tahapan pada struktur metodologi penelitian dengan data yang telah diperoleh sebelumnya. Pengolahan data pada subbab ini meliputi peramalan permintaan untuk setiap

produk, pembuatan model optimasi, melakukan verifikasi dan validasi model optimasi dan melakukan *running* data asli menggunakan model optimasi yang telah dibuat. Selain itu, juga terdapat perancangan dan perhitungan model optimasi skenario perbaikan terhadap model optimasi pengadaan karkas sebelumnya.

4.2.1 Peramalan Permintaan Daging Sapi Masyarakat Kota Y

Peramalan permintaan dihitung dengan melakukan *plotting* data historis permintaan produk yang telah didapatkan sebelumnya pada grafik *time series*. *Plotting* data dilakukan untuk melihat jenis pola data yang ada. Berikut ini merupakan grafik *time series* permintaan daging sapi segar masyarakat Kota Y yang diolah menggunakan *software* statistik.



Gambar 4. 2 Grafik *Time Series* Permintaan Daging Sapi

Berdasarkan gambar 4.2 dapat dilihat secara langsung bahwa pola data historis permintaan produk tersebut berfluktuatif dan memiliki kecenderungan *trend* dan *seasonal* dalam periode bulanan. Sesuai pola data tersebut, maka peramalan permintaan yang digunakan adalah metode *Triple Exponential Smoothing (Winter's)* dan model ARIMA. Metode *Triple Exponential Smoothing (Winter's)* digunakan dengan adanya data yang cenderung mengikuti pola *trend* dan *seasonal* (musiman). Hal ini juga karena metode *exponential smoothing* tidak membutuhkan data historis yang besar. Dan metode ARIMA digunakan karena dapat menangkap berbagai jenis pola data seperti pola data *stationer*, *trend*, *seasonal* (musiman) dan silkis.

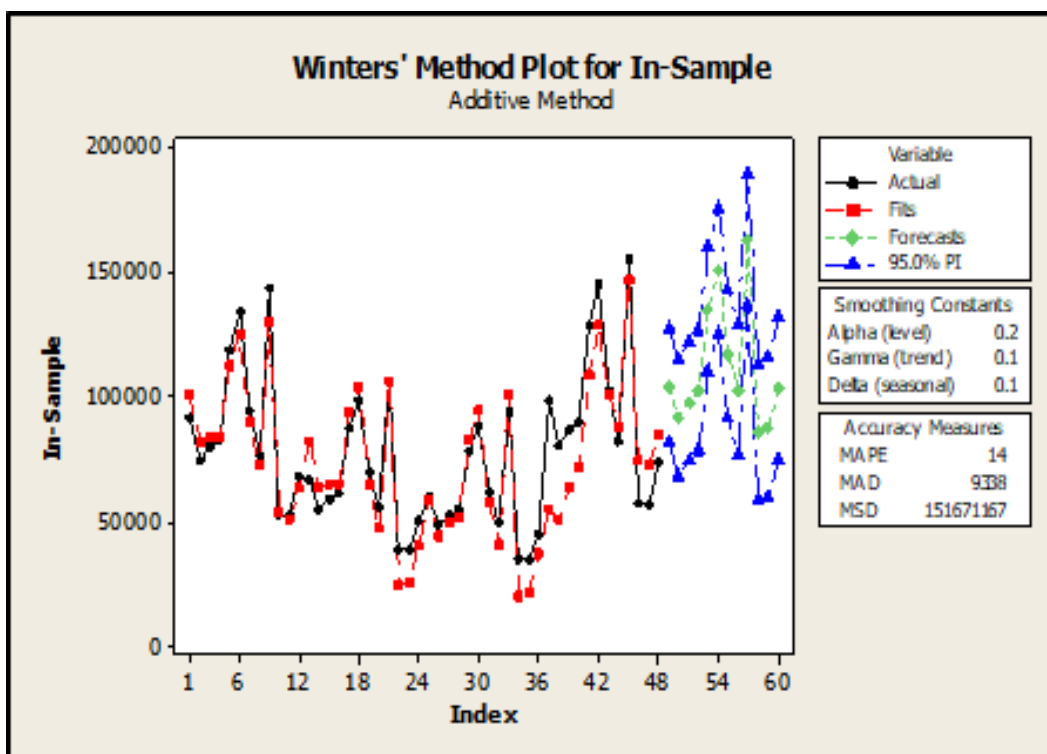
Sebelum melakukan peramalan permintaan, terlebih dahulu data dibagi menjadi data *in sample* dan data *out sample*. Data permintaan produk pada Januari 2012 – Desember 2015 dijadikan data *in sample* dan data pada Januari 2016 – Desember 2016 dijadikan data *out sample*. Data *in sample* digunakan untuk membangun model peramalan, sedangkan 12 data terakhir digunakan sebagai data *out sample* untuk validasi model. Validasi model dilakukan dengan melakukan perbandingan hasil peramalan data *in sample* dengan data *out sample*. Perbandingan ini dilakukan dengan melakukan perhitungan MAPE. Kemudian, dilakukan perbandingan hasil perhitungan MAPE untuk tiap model peramalan, dengan persentase MAPE yang semakin kecil menunjukkan bahwa hasil peramalan dari model tersebut semakin sesuai dengan data sesungguhnya. Berikut merupakan pembagian data *in sample* dan data *out sample* permintaan daging sapi segar masyarakat Kota Y.

Tabel 4. 10 Pembagian Data *In-Sample* dan *Out-Sample* Permintaan Daging Sapi

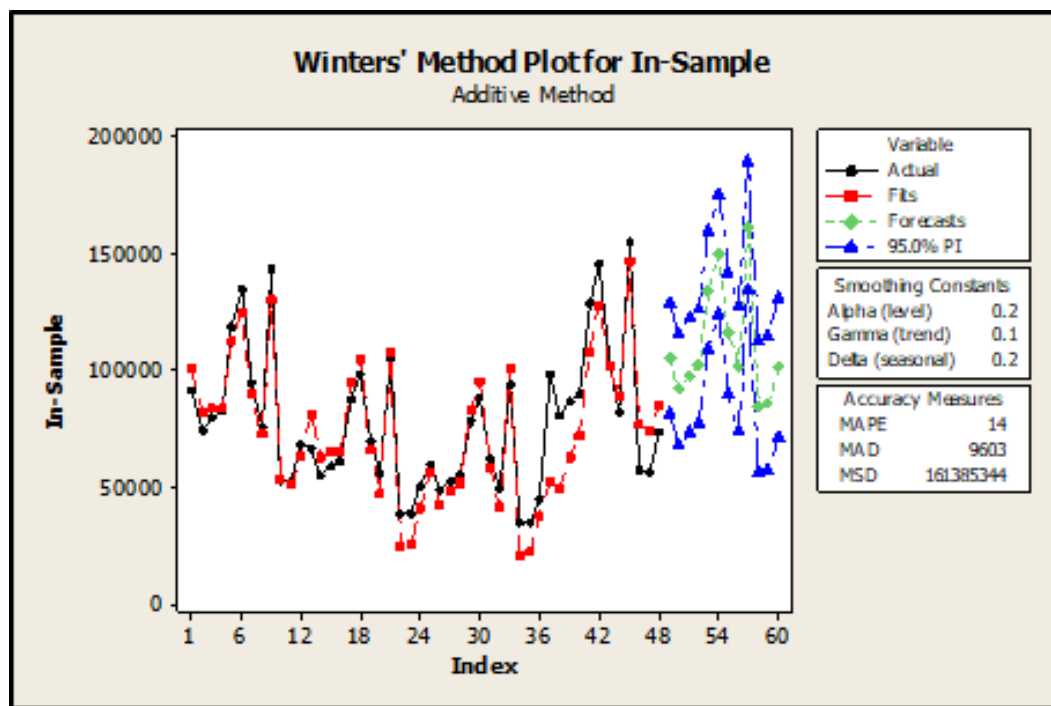
	<i>In-Sample</i>				<i>Out-Sample</i>
	2012	2013	2014	2015	2016
Januari	91,175	66,936	59,816	98,547	101,199
Februari	74,544	54,726	48,905	80,571	82,739
Maret	80,125	58,824	52,567	86,604	88,934
April	83,199	61,081	54,584	89,926	92,346
Mei	118,925	87,309	78,022	128,541	132,000
Juni	134,590	98,809	88,299	145,472	149,387
Juli	94,405	69,308	61,936	102,039	104,784
Agustus	75,632	55,525	49,619	81,748	83,947
September	143,306	105,208	94,018	154,893	159,061
Oktober	52,958	38,879	34,744	57,240	58,781
November	52,462	38,515	34,418	56,704	58,230
Desember	68,213	50,079	44,752	73,729	75,713

Setelah dilakukan pembagian data, maka dilakukan peramalan untuk 12 periode kedepan dengan menggunakan data *in sample*. Data hasil peramalan ini digunakan untuk menentukan metode peramalan terbaik melalui perbandingan MAPE. Seperti yang telah disebutkan sebelumnya metode peramalan yang digunakan sebagai perbandingan dalam menentukan metode terbaik adalah metode *Triple Exponential Smoothing (Winter's)* dan model ARIMA.

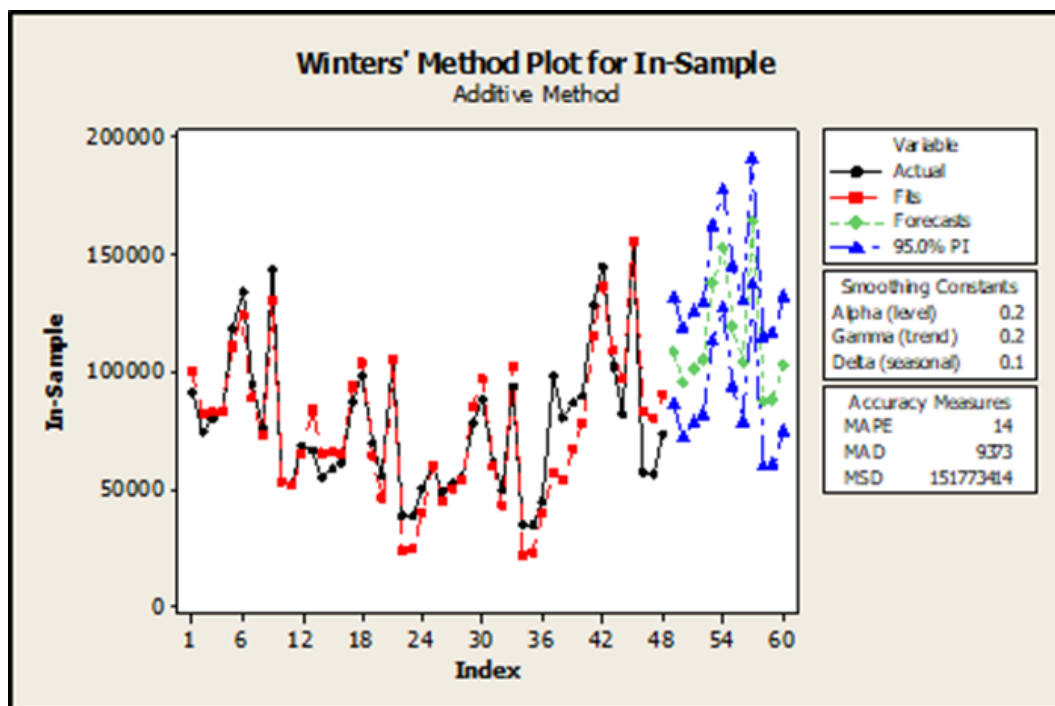
Dalam melakukan peramalan menggunakan metode *Triple Exponential Smoothing (Winter's)*, terlebih dahulu di tentukan bobot *smoothing factor*. Pada metode ini terdapat 3 *smoothing factor*, yakni α ; untuk pemulusan data *randomness*, β ; untuk pemulusan *trend* pada data set dan γ ; untuk pemulusan data *seasonality* pada data set. Penentuan bobot dari *smoothing factor* dilakukan dengan *trial and error* untuk kombinasi 3 *smoothing factor* tersebut. dan dibandingkan nilai MSD yang terkecil. Bobot *smoothing factor* yang mendekati nilai 0 menunjukkan pengaruh pembobot relatif kecil pada data pengamatan terbaru ketika melakukan peramalan untuk data beberapa waktu kedepan. Terdapat 4 kombinasi *smoothing factor* yang terpilih dengan nilai MSD yang lebih kecil dibandingkan dengan kombinasi-kombinasi lainnya. Selanjutnya, 4 kombinasi *smoothing factor* inilah digunakan untuk menentukan metode peramalan terbaik. Peramalan dengan metode ini pada umumnya tidak selalu harus memenuhi kaidah signifikansi stationeritas terhadap varian maupun rata-rata. Sehingga dapat langsung dilakukan peramalan. Berikut merupakan grafik *plotting forecast Winter's Method data in-sample*.



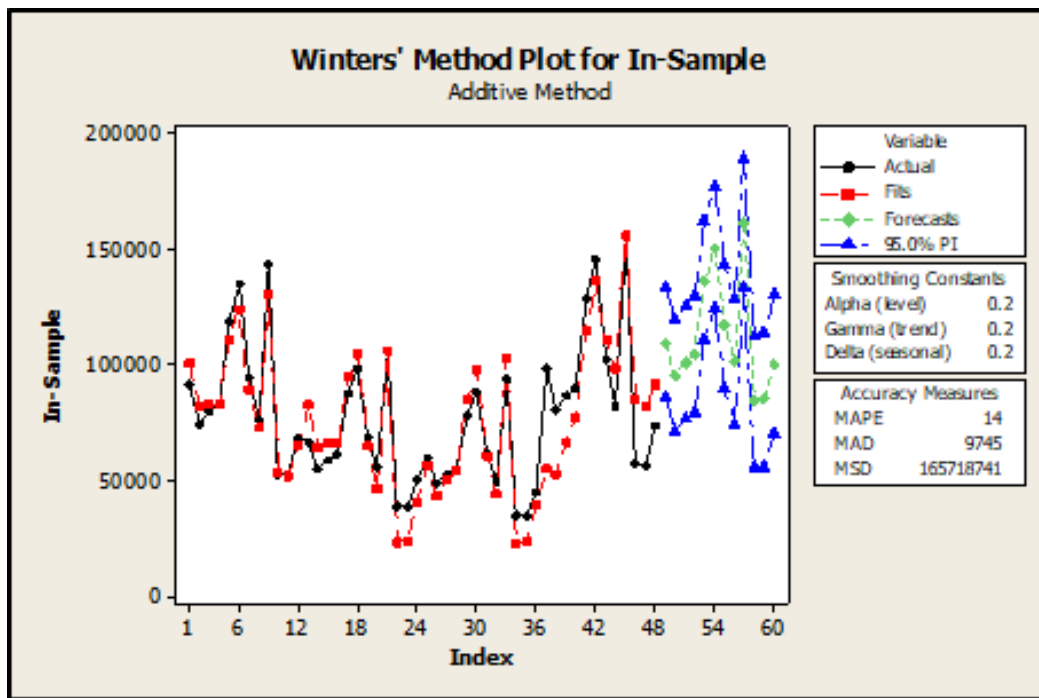
Gambar 4. 3 Plot Forecast Data In-Sample *Winter's Method* $\alpha=0.2$, $\beta=0.1$, $\gamma=0.1$



Gambar 4. 4 Plot Forecast Data In-Sample Winter's Method $\alpha=0.2$, $\beta=0.1$, $\gamma=0.2$



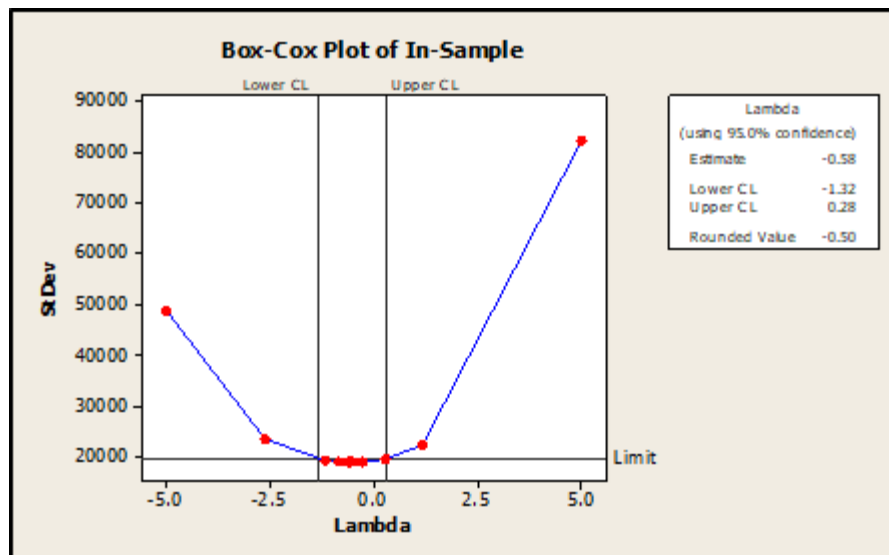
Gambar 4. 5 Plot Forecast Data In-Sample Winter's Method $\alpha=0.2$, $\beta=0.2$, $\gamma=0.1$



Gambar 4. 6 Plot Forecast Data In-Sample Winter's Method $\alpha=0.2$, $\beta=0.2$, $\gamma=0.2$

Selanjutnya dilakukan peramalan dengan menggunakan metode ARIMA. Saat melakukan peramalan dengan metode ARIMA, terdapat beberapa tahapan yang perlu dilakukan. Tahapan pertama adalah melakukan uji stationeritas data terhadap varian dan terhadap rata-rata. Uji stationeritas dilakukan karena hukum probabilitas mengharuskan *data time series* dalam keadaan setimbang secara statistik

Sekumpulan data dinyatakan stasioner, jika nilai rata-rata dan varian dari data *time series* tersebut tidak mengalami perubahan secara sistematis sepanjang waktu, atau rata-rata dan varian nya konstan. Untuk uji stationeritas data terhadap varian digunakan *Box-Cox Plot* untuk mereduksi variansi data. Jika nilai *rounded value* (λ) = 1, atau *upper CL* > 1 atau *lower CL* > 1 maka dapat disimpulkan bahwa variansi data tidak terlalu besar sehingga data dapat digunakan untuk peramalan. Apabila data tidak memenuhi salah satu syarat tersebut, maka dilakukan transformasi data pada data *in sample*. Berikut merupakan *Box-Cox Plot* data *in sample*.



Gambar 4. 7 Box-Cox Plot Data In-Sample

Berdasarkan gambar 4.7 dapat disimpulkan bahwa data memiliki variansi yang cukup besar. Hal ini ditunjukkan dengan nilai *rounded value* (λ) $\neq 1$, *upper CL* < 1 dan *lower CL* < 1 . Maka dari itu, dilakukan transformasi data *in sample* agar variansi tereduksi. Perhitungan transformasi dilakukan dengan menggunakan parameter transformasi data Berdasarkan nilai *rounded value*-nya.

Tabel 4. 11 Parameter Transformasi Data

<i>Rounded Value</i> (λ)	Parameter Transformasi
2	Y^2
0.5	$\sqrt{Y}$
0	$\ln Y$
-0.5	$1/\sqrt{Y}$
-1	$1/Y$

Karena *round value* pada grafik *Box-Cox Plot* menunjukkan nilai -0.50 maka perhitungan nilai transformasi menggunakan parameter $1/\sqrt{Y}$. Transformasi data dilakukan hingga *rounded value* bernilai 1. Berikut ini merupakan contoh perhitungan transformasi data untuk *rounded value* = -0.50.

$$\text{nilai tranformasi} = \frac{1}{\sqrt{(\text{nilai demand})}}$$

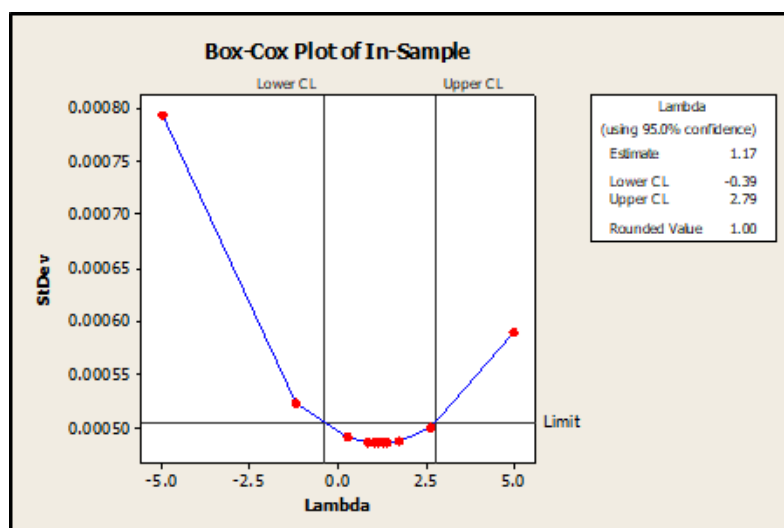
$$\text{nilai transformasi} = \frac{1}{\sqrt{91175}}$$

$$\text{nilai transformasi} = 0.003312$$

Dan berikut adalah rekap hasil perhitungan transformasi data *in-sample* dan grafik *Box-Cox Plot* dengan *rounded value* = 1 dengan data yang telah dilakukan transformasi.

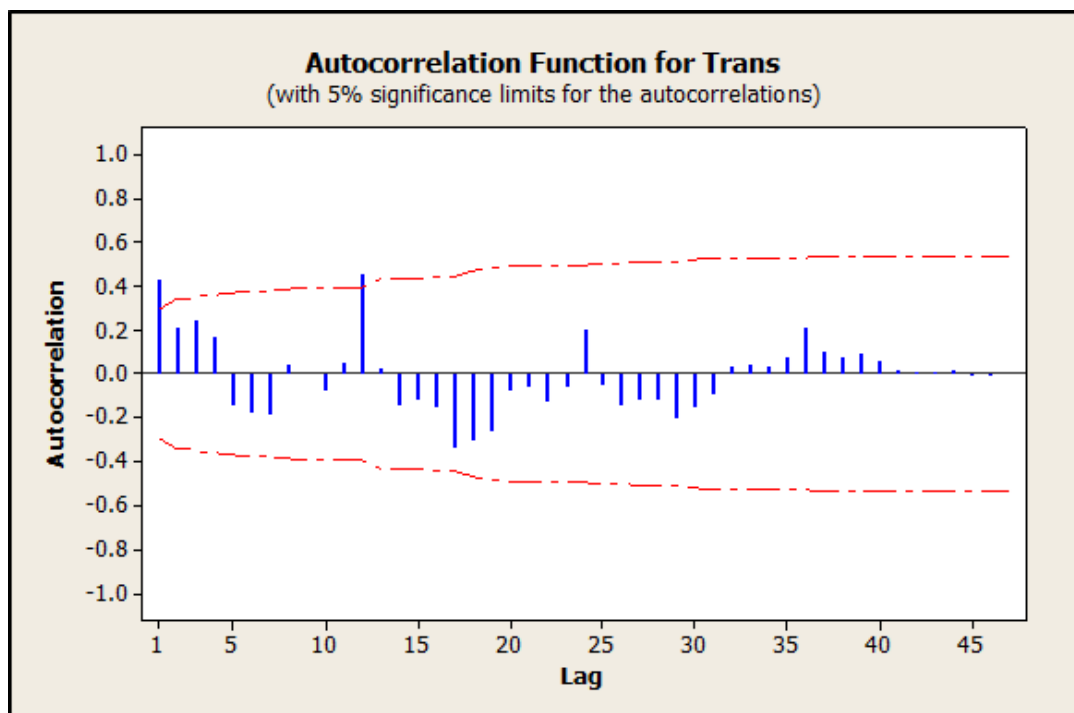
Tabel 4. 12 Hasil Transformasi Data *In-Sample*

Data Transformasi			
0.003312	0.003865	0.004089	0.003186
0.003663	0.004275	0.004522	0.003523
0.003533	0.004123	0.004362	0.003398
0.003467	0.004046	0.00428	0.003335
0.0029	0.003384	0.00358	0.002789
0.002726	0.003181	0.003365	0.002622
0.003255	0.003798	0.004018	0.003131
0.003636	0.004244	0.004489	0.003498
0.002642	0.003083	0.003261	0.002541
0.004345	0.005072	0.005365	0.00418
0.004366	0.005095	0.00539	0.004199
0.003829	0.004469	0.004727	0.003683



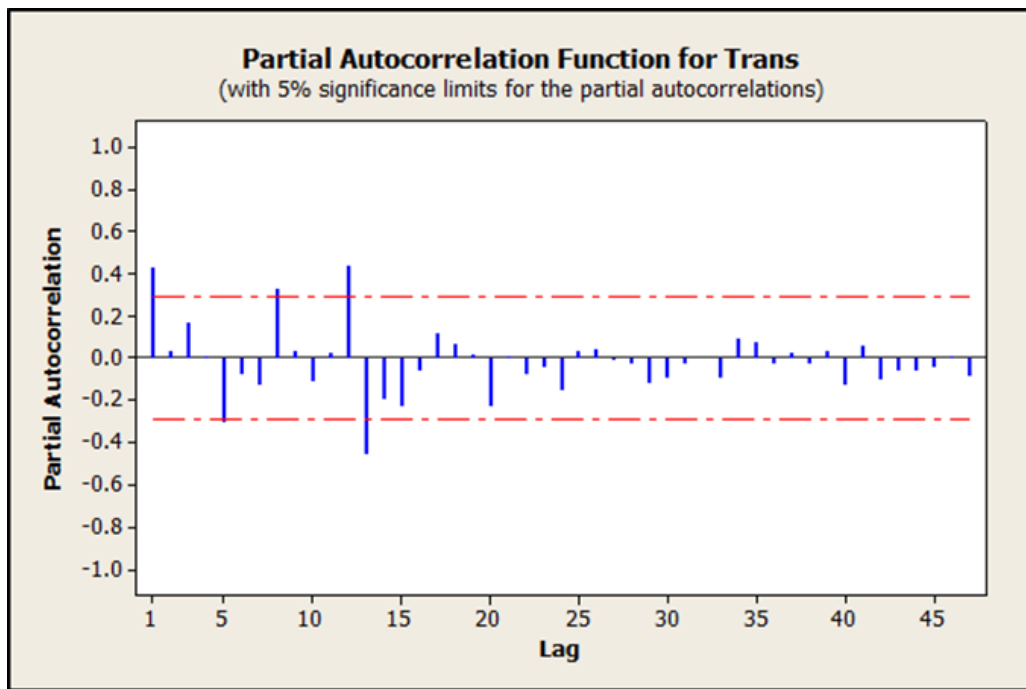
Gambar 4. 8 Grafik *Box-Cox Plot* Data Transformasi *In-Sample*

Setelah melakukan transformasi data, tahapan selanjutnya adalah melakukan uji stationeritas data terhadap rata-rata. Uji stationeritas data terhadap rata-rata dilakukan dengan melakukan uji autokorelitas melalui *plotting* data *Autocorrelation Function* (ACF). Data hasil transformasi yang telah dilakukan pada tahap sebelumnya digunakan sebagai *input* data untuk *plotting* ACF. Berikut merupakan grafik ACF data transformasi.



Gambar 4. 9 Grafik ACF Data Transformasi

Dari gambar 4.9 terlihat bahwa *lag* 1 dan *lag* 12 melebihi batas atas fungsi autokorelasi. Data dapat dikatakan stationer apabila terdapat maksimal 3 *lag* yang melewati batas atas ataupun batas bawah secara berurutan. Sehingga dari data tersebut dapat disimpulkan bahwa data stationer terhadap rata-rata. Grafik ACF tersebut mengindikasikan nilai *moving average* (MA). Fungsi ACF digunakan untuk mengidentifikasi ordo MA (q). Selanjutnya dilakukan *plotting* PACF (*Partial Autocorrelation Function*) terhadap data transformasi. Berikut merupakan grafik PACF data transformasi.



Gambar 4. 10 Grafik PACF Data Transformasi

Fungsi PACF digunakan untuk mengidentifikasi ordo (p) yang menunjukkan nilai *autoregressive*. Berdasarkan grafik PACF 4.10 terlihat bahwa terdapat 4 *lag* yang melebihi batas, yakni *lag 1*, *lag 8* dan *lag 12* yang melewati batas atas serta *lag 13* yang melewati batas bawah secara tidak berurutan. Karena kemunculan *lag* tidak berurutan maka *lag* yang dijadikan acuan dalam penentuan ordo ARIMA adalah *lag* pertama saja. Selanjutnya, nilai ordo (d) = 0 karena tidak dilakukan *differencing* terhadap *plotting* ACF dan PACF. Berdasarkan tahapan yang telah dilakukan maka didapatkan kombinasi ordo ARIMA (p , d , q), yakni ARIMA (1,0,0), ARIMA (1,0,1) dan ARIMA (0,0,1).

Setelah mendapatkan kombinasi ordo untuk model ARIMA, maka tahapan selanjutnya adalah melakukan pengujian terhadap ketiga model ARIMA tersebut. Pengujian dilakukan untuk mendapatkan model yang memenuhi seluruh syarat yang ada. Berikut merupakan syarat yang perlu dipenuhi yang menunjukkan bahwa data sesuai untuk dilakukan peramalan dengan menggunakan ARIMA.

1. Terdapat kalimat “*relative change in each estimate less than 0.0010*”. Hal tersebut menunjukkan bahwa proses iterasi sudah konvergen.

2. Estimasi parameter AR dan MA memiliki $p\text{-value} < \alpha$. Hal ini untuk menunjukkan bahwa parameter AR dan MA memiliki signifikansi terhadap hasil peramalan.
3. Uji *modified Box-Pierce (Ljung-Box)* menunjukkan data *white noise* dengan nilai $p\text{-value}$ untuk semua kelipatan *lag* selalu lebih dari nilai α .
4. Koefisien MA dan AR harus kurang dari 1 dan bernilai positif. Hal ini menunjukkan bahwa kondisi invertibilitas dan stationeritas sudah terpenuhi.
5. *Residual* data berdistribusi normal, dengan $p\text{-value} > \alpha$.

Dengan nilai α adalah 0.05. Nilai α menunjukkan batasan nilai ekstrim suatu data seharusnya (data ideal). Sedangkan nilai $p\text{-value}$ menunjukkan nilai ekstrim data yang diobservasi (data aktual). Perbandingan nilai α dengan nilai $p\text{-value}$ dilakukan untuk mengetahui signifikansi data (nilai $p\text{-value}$ lebih besar, lebih kecil, atau sama dengan nilai α) yang menghasilkan keputusan menerima atau menolak *statement* yang telah ditetapkan dalam hipotesis nol (H_0).

- ARIMA (1,0,0)

Uji model ARIMA dilakukan dengan menggunakan *software* statistik. Hal pertama yang dilakukan adalah dengan memasukkan data *in sample* pada kolom *series*. Tahapan selanjutnya adalah memasukkan ordo *autoregressive*, $p = 1$, $d = 0$ dan ordo *moving average*, $q = 0$. Setelah didapatkan hasil perhitungan untuk model ARIMA (1,0,0), maka dapat dilakukan pengujian model terhadap syarat-syarat yang telah disebutkan sebelumnya. Berikut merupakan hasil estimasi parameter dari model ARIMA (1,0,0).

Relative change in each estimate less than 0.0010

Final Estimates of Parameters

Type		Coef	SE Coef	T	P
AR	1	0.9947	0.0284	34.99	0.000

Berdasarkan hasil tersebut, diketahui bahwa model ARIMA (1,0,0) memenuhi syarat 1 dan 2. Selanjutnya dilakukan uji *modified Box-Pierce (Ljung-Box)*

Modified Box-Pierce (Ljung-Box) Chi-Square statistic

Lag	12	24	36	48
Chi-Square	61.0	98.5	114.1	*
DF	11	23	35	*
P-Value	0.000	0.000	0.000	*

Berdasarkan uji *modified Box-Pierce (Ljung-Box)* didapatkan bahwa *p-value* untuk semua kelipatan *lag* bernilai 0 yang artinya bahwa semua kelipatan *lag* memiliki nilai *p-value* $< \alpha$. Berdasarkan hasil tersebut model ARIMA (1,0,0) tidak memenuhi syarat ketiga. Karena tidak memenuhi syarat ketiga, model ARIMA (1,0,0) tidak bisa dilakukan pengujian untuk syarat berikutnya. Sehingga model ARIMA (1,0,0) tidak dapat digunakan untuk peramalan.

- ARIMA (1,0,1)

Pada *software* statistik dimasukkan ordo *autoregressive*, $p = 1$, $d = 0$ dan ordo *moving average*, $q = 1$. Setelah didapatkan hasil perhitungan untuk model ARIMA (1,0,1), maka dapat dilakukan pengujian model terhadap syarat-syarat yang telah disebutkan sebelumnya. Berikut merupakan hasil estimasi parameter dari model ARIMA (1,0,1).

Relative change in each estimate less than 0.0010

Final Estimates of Parameters

Type		Coef	SE Coef	T	P
AR	1	0.9999	0.0104	96.58	0.000
MA	1	0.6066	0.1190	5.10	0.000

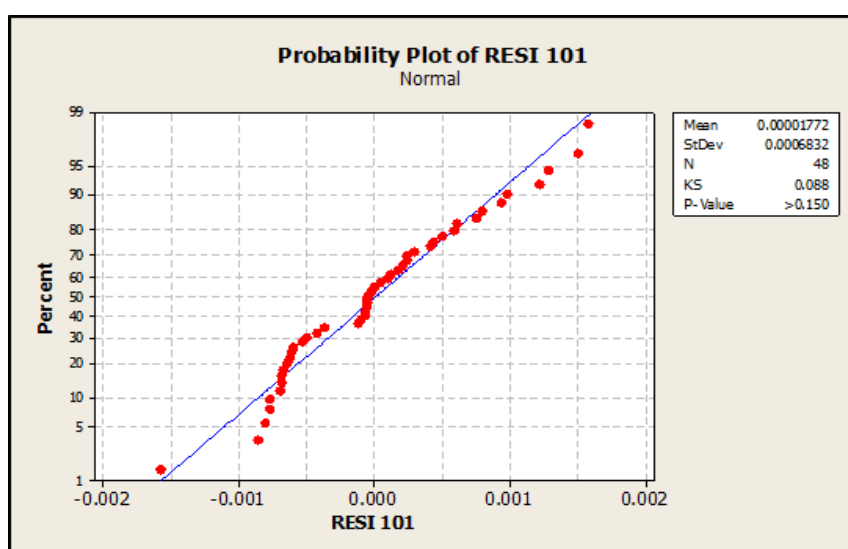
Berdasarkan hasil tersebut, diketahui bahwa model ARIMA (1,0,1) memenuhi syarat 1 dan 2. Selanjutnya dilakukan uji *modified Box-Pierce (Ljung-Box)*.

Modified Box-Pierce (Ljung-Box) Chi-Square statistic

Lag	12	24	36	48
Chi-Square	47.8	77.4	92.5	*
DF	10	22	34	*
P-Value	0.143	0.351	0.548	*

Berdasarkan hasil tersebut, diketahui bahwa model ARIMA (1,0,1) memenuhi syarat ketiga. Hal tersebut ditunjukkan dengan nilai *p-value* untuk setiap kelipatan *lag* lebih dari nilai α (0.05). Selanjutnya dilakukan uji model untuk syarat berikutnya. Karena nilai koefisien parameter AR dan MA kurang dari 1 dan telah

memenuhi syarat keempat, maka langsung dilakukan uji model untuk syarat terakhir. Syarat terakhir yakni data *residual* berdistribusi normal dengan $p\text{-value} > 0.05$. Pengujian dilakukan dengan melakukan uji normalitas Kolmogorov-Smirnov pada data *residual* ARIMA (1,0,1). Melalui uji normalitas Kolmogorov-Smirnov, distribusi data *residual* ARIMA dibandingkan dengan data distribusi normal baku. Distribusi normal baku didefinisikan sebagai transformasi data dalam bentuk nilai Z dan diasumsikan normal. Uji Kolmogorov-Smirnov merupakan uji normalitas yang paling banyak dipakai di *software* statistik. Namun, uji Kolmogorov-Smirnov tidak bisa menentukan bentuk transformasi data apabila data tidak normal. Berikut merupakan hasil uji normalitas.



Gambar 4. 11 Plot Distribusi Normal Residual ARIMA (1,0,1)

Berdasarkan gambar 4.11, uji normalitas nilai *residual* menunjukkan nilai $p\text{-value} > 0.150$, yang artinya lebih besar daripada nilai 0.05. Maka dari itu, model ARIMA (1,0,1) memenuhi syarat terakhir. Sehingga secara keseluruhan model ARIMA (1,0,1) memenuhi semua syarat. Sehingga dapat disimpulkan bahwa model ARIMA (1,0,1) dapat digunakan untuk peramalan permintaan pada tahapan selanjutnya.

- ARIMA (0,0,1)

Pada *software* statistik dimasukkan ordo *autoregressive*, $p = 0$, $d = 0$ dan ordo *moving average*, $q = 1$. Setelah didapatkan hasil perhitungan untuk model

ARIMA (0,0,1) , maka dapat dilakukan pengujian model terhadap syarat-syarat yang telah disebutkan sebelumnya. Berikut merupakan hasil estimasi parameter dari model ARIMA (0,0,1).

```
Relative change in each estimate less than 0.0010

Final Estimates of Parameters

Type      Coef  SE Coef      T      P
MA    1  -0.8070  0.0897  -9.00  0.000

Modified Box-Pierce (Ljung-Box) Chi-Square statistic

Lag      12      24      36  48
Chi-Square 207.0 308.1 333.5 *
DF          11     23     35  *
P-Value     0.000 0.000 0.000  *
```

Berdasarkan hasil tersebut, diketahui bahwa model ARIMA (0,0,1) memenuhi persyaratan pertama dan kedua. Tapi model tidak memenuhi persyaratan ketiga, yakni nilai *p-value* untuk semua kelipatan *lag* pada *modified Box-Pierce (Ljung-Box)* kurang dari nilai α (0.05).

. Pengujian tidak dapat dilanjutkan ke persyaratan selanjutnya karena persyaratan sebelumnya belum terpenuhi. Sehingga model ARIMA (0,0,1) tidak dapat digunakan untuk melakukan peramalan.

Berdasarkan semua uji model ARIMA untuk masing-masing kombinasi, didapatkan bahwa model ARIMA (1,0,1) memenuhi semua syarat. Selanjutnya dilakukan peramalan permintaan menggunakan model ARIMA (1,0,1) yang hasilnya digunakan untuk penentuan model peramalan terbaik.

Berdasarkan metode-metode peramalan yang telah diidentifikasi sebelumnya, maka dilakukan peramalan menggunakan data *in sample* untuk 12 periode kedepan. Hasil peramalan yang didapatkan dibandingkan dengan data *out sample*. Hasil perbandingan tersebut digunakan untuk perhitungan MAPE sebagai indikator penentu akurasi peramalan. Metode peramalan yang terpilih adalah metode peramalan yang menghasilkan nilai MAPE terkecil.

Tabel 4. 13 Perhitungan (1) MAPE *Winter's Method*

Out Sample	Winter $\alpha = 0.2, \beta = 0.1, \gamma = 0.1$			Winter $\alpha = 0.2, \beta = 0.1, \gamma = 0.2$		
	Forecast	Absolute Error	Abs/Out Sample	Forecast	Absolute Error	Abs/Out Sample
101,199	104,187	2,988	0.03	105,257	4,058	0.04
82,739	91,420	8,681	0.10	91,890	9,151	0.11
88,934	97,954	9,020	0.10	98,002	9,068	0.10
92,346	102,312	9,966	0.11	102,006	9,660	0.10
132,000	135,028	3,028	0.02	134,512	2,512	0.02
149,387	150,312	925	0.01	149,550	163	0.00
104,784	117,094	12,310	0.12	115,989	11,205	0.11
83,947	102,487	18,540	0.22	101,190	17,243	0.21
159,061	162,958	3,897	0.02	161,727	2,666	0.02
58,781	86,175	27,394	0.47	84,550	25,769	0.44
58,230	87,453	29,223	0.50	85,794	27,564	0.47
75,713	102,836	27,123	0.36	101,172	25,459	0.34
SUM			2.06	SUM		1.95
MAPE			17.18%	MAPE		16.29%

Tabel 4.13 menunjukkan perhitungan nilai MAPE untuk metode Winter dengan parameter $\alpha = 0.2, \beta = 0.1, \gamma = 0.1$ dan metode Winter dengan parameter $\alpha = 0.2, \beta = 0.1, \gamma = 0.2$. Berikut merupakan perhitungan MAPE untuk metode Winter dengan parameter $\alpha = 0.2, \beta = 0.2, \gamma = 0.1$ dan parameter $\alpha = 0.2, \beta = 0.2, \gamma = 0.2$.

Tabel 4. 14 Perhitungan (2) MAPE *Winter's Method*

Out Sample	Winter $\alpha = 0.2, \beta = 0.2, \gamma = 0.1$			Winter $\alpha = 0.2, \beta = 0.2, \gamma = 0.2$		
	Forecast	Absolute Error	Abs/Out Sample	Forecast	Absolute Error	Abs/Out Sample
101,199	108,698	7,499	0.07	10,9536	8,337	0.08
82,739	95,494	12,755	0.15	95,532	12,793	0.15
88,934	101,594	12,660	0.14	100,999	12,065	0.14
92,346	105,529	13,183	0.14	104,377	12,031	0.13
132,000	137,837	5,837	0.04	136,298	4,298	0.03
149,387	152,731	3,344	0.02	150,795	1,408	0.01
104,784	119,141	14,357	0.14	116,742	11,958	0.11
83,947	104,181	20,234	0.24	101,508	17,561	0.21
159,061	164,316	5,255	0.03	161,661	2,600	0.02
58,781	87,210	28,429	0.48	84,129	25,348	0.43
58,230	88,178	29,948	0.51	85,055	26,825	0.46
75,713	103,261	27,548	0.36	100,135	24,422	0.32
SUM			2.35	SUM		2.10
MAPE			19.61%	MAPE		17.49%

Berdasarkan tabel 4.13 dan 4.14 didapatkan bahwa metode Winter dengan parameter $\alpha=0.2$, $\beta=0.1$, $\gamma=0.2$ menghasilkan nilai MAPE terkecil dibandingkan dengan metode Winter dengan ketiga kombinasi *smoothing factor* lainnya. Hal ini menunjukkan bahwa metode Winter dengan parameter $\alpha=0.2$, $\beta=0.1$, $\gamma=0.2$ memiliki persentase penyimpangan hasil peramalan yang paling kecil dibanding dengan ketiga kombinasi *smoothing factor* lainnya. Perhitungan *error* dengan MSD dan MAD tidak digunakan karena nilainya sangat bergantung pada skala dari deret waktu. Selanjutnya dilakukan perhitungan MAPE untuk metode ARIMA (1,0,1).

Tabel 4. 15 Perhitungan MAPE Metode ARIMA (1,0,1)

Out Sample	ARIMA (1,0,1)			
	Forecast Transformation	Forecast	Absolute Error	Abs/Out Sample
3,261	0.02082	2,306	954	0.29
2,666	0.02095	2,277	389	0.15
2,866	0.02101	2,265	600	0.21
2,975	0.02104	2,260	716	0.24
4,253	0.02105	2,258	1,996	0.47
4,813	0.02105	2,257	2,557	0.53
3,376	0.02105	2,256	1,120	0.33
2,705	0.02105	2,256	449	0.17
5,125	0.02105	2,256	2,869	0.56
1,894	0.02105	2,256	362	0.19
1,876	0.02105	2,256	380	0.20
2,440	0.02105	2,256	184	0.08
SUM				3.42
MAPE				28%

Berdasarkan tabel 4.15 didapatkan hasil bahwa metode Winter dengan parameter $\alpha=0.2$, $\beta=0.1$, $\gamma=0.2$ memiliki nilai MAPE yang lebih kecil dibandingkan nilai MAPE metode ARIMA (1,0,1). Nilai MAPE untuk metode Winter dengan parameter $\alpha=0.2$, $\beta=0.1$, $\gamma=0.2$ adalah sebesar 16.29%. Sedangkan nilai MAPE yang dihasilkan dari metode ARIMA (1,0,1) adalah sebesar 28%. Sehingga metode yang terpilih untuk digunakan pada peramalan permintaan daging sapi segar masyarakat Kota Y adalah metode Winter dengan parameter $\alpha=0.2$, $\beta=0.1$, $\gamma=0.2$. Tahapan terakhir adalah melakukan peramalan metode Winter dengan parameter $\alpha=0.2$, $\beta=0.1$, $\gamma=0.2$ menggunakan data permintaan keseluruhan untuk

24 periode kedepan. Peramalan dilakukan untuk bulan Januari 2017 hingga bulan Desember 2018. Hasil peramalan yang digunakan sebagai data *input* permintaan pada perhitungan model optimasi pengadaan karkas adalah hasil permintaan untuk periode Januari 2018 – Desember 2018. Hal ini agar menjadi masukan untuk perusahaan dalam melakukan perencanaan produksi untuk periode setahun kedepan. Berikut merupakan hasil peramalan permintaan daging sapi segar masyarakat Kota Y dalam kilogram

Tabel 4. 16 Hasil Peramalan Permintaan Daging Sapi Masyarakat Kota Y

Periode	Hasil Peramalan (kilogram)
Januari 2017	105,564
Februari 2017	89,973
Maret 2017	95,197
April 2017	98,105
Mei 2017	131,381
Juni 2017	145,846
Juli 2017	108,384
Agustus 2017	91,107
September 2017	154,276
Oktober 2017	70,184
November 2017	70,143
Desember 2017	85,135
Januari 2018	110,424
Februari 2018	94,832
Maret 2018	100,056
April 2018	102,964
Mei 2018	136,240
Juni 2018	150,706
Juli 2018	113,243
Agustus 2018	95,966
September 2018	159,135
Oktober 2018	75,044
November 2018	75,003
Desember 2018	89,994

4.2.2 Perhitungan Permintaan Konsumen Rumah Tangga untuk Produk Daging Sapi Rumah Daging

Permintaan daging sapi yang telah dilakukan peramalan kemudian diolah untuk mendapatkan data permintaan yang sesuai dengan model matematis yang dibangun. Model matematis dibangun sesuai dengan model konseptual dari proses

pengadaan dan persediaan karkas sapi di RPH X. RPH X berencana untuk memenuhi permintaan daging sapi segar masyarakat Kota Y. Data hasil peramalan permintaan daging sapi diolah dan disesuaikan melalui beberapa pendekatan statistik untuk mendapatkan data permintaan daging sapi segar dari konsumen rumah tangga Kota Y untuk 20 unit produk yang dijual oleh Rumah Daging RPH X di tiap minggunya. Data peramalan yang digunakan adalah data peramalan permintaan dari Januari 2018 hingga Desember 2018.

Pendekatan pertama yang dilakukan adalah dengan mengkalikan persentase *market share* Rumah Daging sebesar 5% dengan data hasil peramalan permintaan dari Januari 2018 hingga Desember 2018. Persentase *market share* sebesar 5% diasumsikan sama untuk 20 unit produk yang dijual oleh Rumah Daging. Artinya, sisa persentase lainnya sebesar 95% untuk permintaan pada produk, wilayah dan periode yang sama dipenuhi/dikuasai oleh perusahaan lain. Persentase *market share* didapatkan dari *interview* dengan bagian direksi RPH X bidang jasa dan tata niaga.

Pendekatan *market share* digunakan karena tidak mungkin suatu perusahaan menguasai seluruh populasi pasar. Rumah Daging tidak mungkin memenuhi keseluruhan populasi pasar, yang disebut juga potensial pasar, terhadap produk daging tertentu di wilayah Kota Y pada periode waktu tertentu pula. Bagian potensial pasar ini merupakan bagian pasar yang tersedia bagi Rumah Daging. Meskipun demikian, bagian pasar yang tersedia bagi Rumah Daging tersebut masih diperebutkan oleh pesaing-pesaing Rumah Daging pada kategori yang sejenis. Sehingga, terdapat pasar yang dapat dilayani Rumah Daging yang merupakan bagian pasar dibandingkan dengan bagian pasar pesaing-pesaing Rumah Daging. Bagian pasar untuk produk daging yang dapat dilayani ini kemudian dibandingkan dengan penguasaan pasar aktual yang dapat dicapai Rumah Daging dari data historis penjualan sebelumnya. Persentase perbandingan inilah yang menjadi patokan Rumah Daging dalam menetapkan *market share* sebesar 5%. Hal ini menunjukkan tingkat kemampuan penguasaan Rumah Daging atas pasar produk daging sapi segar.

Pendekatan yang kedua adalah membagi data permintaan daging sapi segar Berdasarkan *market share* Rumah Daging tersebut sesuai dengan 10 produk jenis potongan daging yang dijual oleh Rumah Daging. Selanjutnya, permintaan produk

untuk tiap jenis potongan daging dibagi lagi sesuai dengan persentase permintaan dari konsumen rumah tangga dan konsumen HOREKA (Hotel, Restoran dan Hotel). Perlu diketahui bahwa terdapat 2 jenis konsumen produk Rumah Daging, yakni konsumen rumah tangga dan konsumen HOREKA. Persentase permintaan untuk konsumen rumah tangga dan konsumen berbeda-beda untuk tiap jenis potongan daging. Perbedaan ini terjadi karena perbedaan karakteristik kebutuhan dan tujuan penggunaan daging oleh konsumen rumah tangga dan konsumen HOREKA. Selanjutnya, data yang digunakan pada model matematis adalah data permintaan tiap unit produk Rumah Daging oleh konsumen rumah tangga. Persentase permintaan produk untuk tiap jenis potongan daging dan jenis konsumen didapatkan dari data historis penjualan Rumah Daging.

Pendekatan yang terakhir adalah membagi permintaan Berdasarkan jenis ukuran kemasan produk dan periode permintaan mingguan. Data permintaan yang telah didapatkan sebelumnya kemudian dikalikan dengan persentase permintaan untuk tiap jenis ukuran kemasan produk (kemasan 1 Kg dan 0.5 Kg). Persentase permintaan kemasan produk 1 Kg sebesar 40% dan untuk kemasan produk 0.5 Kg sebesar 60%. Selanjutnya data permintaan ini dikalikan dengan persentase permintaan untuk tiap minggu dalam sebulan. Sehingga didapatkan data permintaan untuk periode mingguan. Persentase permintaan untuk tiap jenis ukuran kemasan produk dan periode permintaan mingguan didapatkan dari data historis penjualan Rumah Daging.

Berdasarkan seluruh pengolahan data yang telah dilakukan didapatkan hasil data permintaan daging sapi segar tiap minggu dari periode Januari 2018 hingga Desember 2018 untuk setiap unit produk (jenis potongan daging dan jenis kemasan) yang dijual oleh Rumah Daging. Data permintaan ini merupakan permintaan daging sapi segar oleh konsumen rumah tangga Rumah Daging dalam bentuk kemasan. Kolom i menunjukkan jenis potongan daging, kolom j menunjukkan jenis ukuran kemasan dan kolom t menunjukkan periode selama setahun dalam bentuk mingguan yang ditunjukkan dengan angka 1 sampai angka 48. Pada periode perencanaan, semua bulan diasumsikan terdiri dari 4 minggu.

Tabel 4. 17 Permintaan Daging Sapi Konsumen Rumah Tangga Rumah Daging Bulan Januari-Maret

i	j	t											
		Januari				Februari				Maret			
		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
1	1	4	9	5	8	4	8	5	7	4	9	5	7
	2	12	27	15	22	11	23	13	19	11	25	13	20
2	1	2	4	2	3	2	3	2	3	2	3	2	3
	2	4	10	5	8	4	8	5	7	4	9	5	7
3	1	3	5	3	4	2	4	3	4	2	5	3	4
	2	7	14	8	12	6	12	7	10	6	13	7	11
4	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
	2	2	3	2	3	2	3	2	2	2	3	2	3
5	1	9	20	11	16	8	17	9	14	8	18	10	15
	2	26	59	32	48	23	51	27	41	24	53	29	43
6	1	32	72	39	58	27	62	33	50	29	65	35	53
	2	95	215	116	173	81	184	99	149	86	194	105	157
7	1	14	32	17	26	12	27	15	22	13	29	16	23
	2	42	94	51	76	36	81	44	66	38	86	46	69
8	1	8	18	10	14	7	15	8	12	7	16	9	13
	2	23	52	28	42	20	44	24	36	21	47	25	38
9	1	5	10	5	8	4	8	5	7	4	9	5	7
	2	13	28	15	23	11	24	13	20	11	25	14	21
10	1	9	20	11	16	9	20	11	16	9	20	11	16
	2	27	60	32	48	23	51	28	42	24	54	29	44

Tabel 4. 18 Permintaan Daging Sapi Konsumen Rumah Tangga Rumah Daging Bulan
April-Juni

i	j	t											
		April				Mei					Juni		
		13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24
1	1	4	9	5	7	5	11	6	9	6	13	7	10
	2	11	25	14	20	15	33	18	27	16	37	20	30
2	1	2	3	2	3	2	4	3	4	2	5	3	4
	2	4	9	5	7	5	12	7	10	6	13	7	11
3	1	2	5	3	4	3	6	4	5	3	7	4	6
	2	6	13	7	11	8	17	10	14	9	19	11	16
4	1	1	1	1	1	1	2	1	1	1	2	1	2
	2	2	3	2	3	2	4	2	3	2	4	3	4
5	1	8	19	10	15	11	25	13	20	12	27	15	22
	2	24	55	30	45	32	73	39	59	36	80	43	65
6	1	30	67	36	54	39	89	48	72	43	98	53	79
	2	88	200	108	162	117	265	142	214	129	293	158	236
7	1	13	30	16	24	17	39	21	32	19	43	23	35
	2	39	88	48	71	51	116	63	94	57	129	69	104
8	1	7	16	9	13	10	21	12	17	11	24	13	19
	2	21	48	26	39	28	63	34	51	31	70	38	57
9	1	4	9	5	7	5	12	7	10	6	13	7	11
	2	12	26	14	21	15	34	19	28	17	38	21	31
10	1	9	20	11	16	9	20	11	16	9	20	11	16
	2	25	56	30	45	33	74	40	60	36	81	44	66

Tabel 4. 19 Permintaan Daging Sapi Konsumen Rumah Tangga Rumah Daging Bulan
Juli-September

i	j	t											
		Juli				Agustus				September			
		25	26	27	28	29	30	31	32	33	34	35	36
1	1	4	10	5	8	4	8	5	7	6	13	7	11
	2	12	28	15	22	11	24	13	19	17	39	21	31
2	1	2	4	2	3	2	3	2	3	2	5	3	4
	2	5	10	6	8	4	8	5	7	6	14	8	11
3	1	3	5	3	4	2	4	3	4	3	7	4	6
	2	7	15	8	12	6	12	7	10	9	20	11	17
4	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	2	1	2
	2	2	3	2	3	2	3	2	3	2	5	3	4
5	1	9	20	11	17	8	17	10	14	13	29	16	23
	2	27	60	33	49	23	51	28	42	38	85	46	69
6	1	33	74	40	60	28	63	34	51	46	103	56	84
	2	97	220	118	178	82	187	100	151	136	309	166	250
7	1	15	33	18	26	12	28	15	22	20	46	25	37
	2	43	97	52	78	36	82	44	66	60	136	73	110
8	1	8	18	10	15	7	15	8	12	11	25	14	20
	2	24	53	29	43	20	45	24	36	33	74	40	60
9	1	5	10	6	8	4	8	5	7	6	14	8	11
	2	13	29	16	23	11	24	13	20	18	40	22	32
10	1	9	20	11	16	9	20	11	16	9	20	11	16
	2	27	61	33	50	23	52	28	42	38	86	46	69

Tabel 4. 20 Permintaan Daging Sapi Konsumen Rumah Tangga Rumah Daging Bulan
Oktober-Desember

i	j	t											
		Oktober				November				Desember			
		37	38	39	40	41	42	43	44	45	46	47	48
1	1	3	7	4	5	3	7	4	5	4	8	4	6
	2	8	19	10	15	8	19	10	15	10	22	12	18
2	1	1	3	2	2	1	3	2	2	2	3	2	2
	2	3	7	4	5	3	7	4	5	4	8	4	6
3	1	2	4	2	3	2	4	2	3	2	4	3	4
	2	5	10	6	8	5	10	6	8	5	12	7	10
4	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
	2	1	2	2	2	1	2	2	2	2	3	2	2
5	1	6	14	8	11	6	14	8	11	7	16	9	13
	2	18	40	22	33	18	40	22	33	21	48	26	39
6	1	22	49	27	40	22	49	27	40	26	59	32	47
	2	65	146	79	118	64	146	79	118	77	175	94	141
7	1	10	22	12	18	10	22	12	18	12	26	14	21
	2	29	64	35	52	29	64	35	52	34	77	42	62
8	1	6	12	7	10	6	12	7	10	7	14	8	12
	2	16	35	19	29	16	35	19	28	19	42	23	34
9	1	3	7	4	6	3	7	4	6	4	8	5	7
	2	9	19	11	16	9	19	11	16	10	23	13	19
10	1	9	20	11	16	9	20	11	16	9	20	11	16
	2	18	41	22	33	18	41	22	33	22	49	26	40

Keterangan:

- a. Indeks i menunjukkan jenis produk potongan daging dengan uraian sebagai berikut.

Nomor 1 adalah Produk Rawis Gulean

Nomor 2 adalah Produk Tahu Campur/Rawonan

Nomor 3 adalah Produk Buntut Biasa

Nomor 4 adalah Produk Buntut Spesial

Nomor 5 adalah Produk Iga

Nomor 6 adalah Produk Rawis Premium

Nomor 7 adalah Produk Kisi

Nomor 8 adalah Produk Gandik

Nomor 9 adalah Produk Sirloin

Nomor 10 adalah Produk Tenderloin

- b. Indeks j menunjukkan jenis ukuran kemasan produk dengan uraian sebagai berikut.

Nomor 1 adalah ukuran kemasan 1 kilogram

Nomor 2 adalah ukuran kemasan 0.5 kilogram

- c. Indeks t menunjukkan periode perencanaan mingguan dengan nomor 1 adalah minggu pertama dan seterusnya.

4.2.3 Perancangan Model Optimasi Pengadaan Karkas

Pada subbab ini di tampilkan pengembangan model matematis dari jurnal acuan dan disesuaikan dengan permasalahan yang ada di RPH X. RPH X melakukan pembelian karkas dari satu *supplier*, yakni RPH Z. Selanjutnya, karkas tersebut digunakan sebagai bahan baku produksi daging sapi. Produk daging sapi segar yang dihasilkan oleh RPH X adalah sebanyak 17 tipe potongan daging dengan 2 jenis tipe ukuran kemasan untuk masing- masing produk. Tetapi, pada penelitian ini hanya ditinjau untuk 10 tipe potongan daging, yakni Rawis Gulean, Rawonan, Buntut Biasa, Buntut Spesial, Iga, Rawis Premium, Kisi, Gandik, Sirloin dan Tenderloin dengan 2 jenis tipe ukuran kemasan, yakni ukuran 1 kilogram dan ukuran 0.5 kilogram

Indeks

i : jenis potongan daging sapi,

$i = 1, \dots, I$ (I: jumlah jenis potongan daging sapi dari karkas)

j : jenis kemasan,

$j = 1, \dots, J$ (J: jumlah jenis ukuran kemasan)

b : umur produk

$b = 1, \dots, B$ (B: batas maksimal umur produk)

t : periode (minggu),

$t = 1, \dots, T$ (T: jumlah minggu selama horizon perencanaan)

Parameter

d_{ijt} : *demand* produk jenis potongan i dengan ukuran kemasan j pada periode t

w_i : berat produk jenis potongan i dari keseluruhan karkas

sc : biaya operasional gudang tahunan

pc : harga beli karkas per unit

oc : biaya tiap pemesanan

dc_{ij} : biaya produksi produk jenis potongan i dengan ukuran kemasan j

hc_{ij} : biaya penyimpanan produk jenis potongan i dengan ukuran kemasan j

gc : biaya kerusakan produk jenis potongan i dengan ukuran kemasan j

$I0_{ijb}$: *initial inventory* produk potongan i dengan jenis ukuran kemasan j dengan umur produk b ($t=0$)

wc_j : *weight converter* tiap unit produk untuk jenis ukuran kemasan j

K : kapasitas penyimpanan gudang (dalam kilogram)

M : nilai *big-M*

Variabel Keputusan

Z_t : jumlah karkas yang dibeli pada periode ke- t

- Q_{ijt} : hasil produksi pemotongan karkas menjadi produk i dengan jenis kemasan j pada periode t
- $O_t \begin{cases} 1, & \text{jika ada order karkas pada periode } t \\ 0, & \text{jika tidak ada order} \end{cases}$
- I_{ijbt} : *ending inventory* produk jenis potongan i , ukuran kemasan j , dengan umur b pada periode t
- X_{ijb} : produk jenis potongan i , ukuran kemasan j , dengan umur b yang diambil dari *initial inventory* untuk memenuhi permintaan
- Y_{ijbt} : produk jenis potongan i , ukuran kemasan j , dengan umur b yang diambil dari *ending inventory* pada periode $t-1$ untuk memenuhi permintaan periode t
- P_{ij1t} : produk jenis potongan i , ukuran kemasan j , dengan umur produk 1 yang diambil dari hasil produksi periode t untuk memenuhi permintaan pada periode tersebut

Fungsi Objektif

$$\text{Minimasi } Z = \sum_{t=1}^T Z_t pc + \sum_{t=1}^T O_t oc + \sum_{i=1}^I \sum_{j=1}^J \sum_{b=1}^{B-1} \sum_{t=1}^T I_{ijbt} hc_{ij} + \sum_{i=1}^I \sum_{j=1}^J \sum_{t=1}^T Q_{ijt} dc_{ij} + \sum_{i=1}^I \sum_{j=1}^J \sum_{t=1}^T I_{ijbt} gc_{ij} + sc \quad (4.1)$$

Konstrain

$$Q_{ijt} + \sum_{b=1}^{B-1} x_{ijb} \geq d_{ijt} \quad \forall i = 1, \dots, I; \forall j = 1, \dots, J; \forall t = 1 \quad (4.2)$$

$$I0_{ijb} - x_{ijb} = I_{ijb+1t} \quad \forall i = 1, \dots, I; \forall j = 1, \dots, J; \forall b = 1, \dots, B-1 \forall t = 1 \quad (4.3)$$

$$\sum_{b=1}^{B-1} x_{ijb} + P_{ij1t} = d_{ijt} \quad \forall i = 1, \dots, I; \forall j = 1, \dots, J; \forall t = 1 \quad (4.4)$$

$$Q_{ijt} - P_{ij1t} = I_{ijbt} \quad \forall i = 1, \dots, I; \forall j = 1, \dots, J; \forall b = 1; \forall t = 1, \dots, T \quad (4.5)$$

$$Q_{ijt} + \sum_{b=1}^{B-1} Y_{ijbt} \geq d_{ijt} \quad \forall i = 1, \dots, I; \forall j = 1, \dots, J; \forall t = 2, \dots, T \quad (4.6)$$

$$I_{ijbt-1} - Y_{ijbt} = I_{ijb+1t} \quad \forall i = 1, \dots, I; \forall j = 1, \dots, J; \forall b = 1, \dots, B-1; \forall t = 1 \quad (4.7)$$

$$\sum_{b=1}^{B-1} Y_{ijbt} + P_{ij1t} = d_{ijt} \quad \forall i = 1, \dots, I; \forall j = 1, \dots, J; \forall t = 2, \dots, T \quad (4.8)$$

$$X_{ijb} \leq d_{ijt} \quad \forall i = 1, \dots, I; \forall j = 1, \dots, J; \forall b = 1, \dots, B; \forall t = 1, \dots, T \quad (4.9)$$

$$Y_{ijbt} \leq d_{ijt} \quad \forall i = 1, \dots, I; \forall j = 1, \dots, J; \forall b = 1, \dots, B; \forall t = 1, \dots, T \quad (4.10)$$

$$\sum_{j=1}^J Q_{ijt} \leq MO_t \quad \forall i = 1, \dots, I; \forall t = 1, \dots, T \quad (4.11)$$

$$\sum_{j=1}^J Q_{ijt} wc_j \leq w_i Z_t \quad \forall i = 1, \dots, I; \forall t = 1, \dots, T \quad (4.12)$$

$$\sum_{i=1}^I \sum_{j=1}^J \sum_{b=1}^{B-1} I_{ijbt} wc_j \leq K \quad \forall t = 1, \dots, T \quad (4.13)$$

$$Q_{ijt}; Z_t; I_{ijbt}; Y_{ijbt}; P_{ij1t}; X_{ijb} \in \{interger\} \quad (4.14)$$

$$O_t \in \{0, 1\} \quad (4.15)$$

Fungsi tujuan (4.1) adalah meminimasi total biaya yang terdiri dari biaya pembelian karkas, biaya pemesanan, biaya penyimpanan, biaya produksi, biaya kerusakan produk dan biaya tetap operasional gudang. Biaya pembelian karkas dihitung per kilogram berat karkas yang dibeli. Biaya penyimpanan merupakan biaya yang muncul akibat tiap unit produk disimpan. Biaya pemesanan yang juga mencakup biaya transportasi pengiriman karkas, dihitung untuk tiap sekali pemesanan. Biaya produksi muncul sebagai biaya pemotongan karkas untuk tiap unit produk. Biaya kerusakan dihitung untuk tiap *inventory* unit produk yang melewati batas umur produk. Biaya operasional gudang merupakan biaya tetap tahunan. Persamaan (4.2) dan persamaan (4.3) secara berturut-turut adalah konstrain pemenuhan *demand* periode pertama dan *demand* periode selain periode pertama. Persamaan (4.4) dan persamaan (4.5) secara berturut-turut adalah konstrain yang mendefinisikan *inventory* periode pertama dan *inventory* periode selain periode pertama. Persamaan (4.6) dan persamaan (4.7) secara berturut-turut merupakan konstrain yang mendefinisikan *demand* periode pertama dan *demand* periode selain periode pertama. Persamaan (4.8) menunjukkan bahwa *ending inventory* pada semua periode merupakan sisa hasil produksi dari pemenuhan *demand* pada periode yang sama. Persamaan (4.9) dan persamaan (4.10) secara berturut-turut menunjukkan prioritas pemenuhan *demand* pada periode pertama dan

periode selain periode pertama. Persamaan (4.11) menjelaskan bahwa produksi akan menghasilkan produk jika terdapat pemesanan bahan baku pada periode yang sama. Persamaan (4.12) menjelaskan bahwa total berat unit produk yang diproduksi pada suatu periode dalam satuan kilogram tidak boleh lebih dari total berat jenis potongan yang tersedia dari karkas yang dibeli pada periode yang sama. Persamaan (4.13) menunjukkan batasan bahwa jumlah *inventory* pada suatu periode tidak boleh melebihi kapasitas. Persamaan (4.14) adalah konstrain nilai interger untuk variabel keputusan Q_{ijt} , Z_t , I_{ijbt} , Y_{ijb} , P_{ij1t} , X_{ijb} . Persamaan (4.15) adalah merupakan batasan nilai biner untuk variabel keputusan O_t .

4.2.4 Verifikasi dan Validasi Model Optimasi Pengadaan Karkas

Formulasi model matematis yang telah dirancang sebelumnya, kemudian diuji verifikasi dan validasi melalui perhitungan *software* optimasi.

4.2.4.1 Verifikasi Model Optimasi

Verifikasi model optimasi dilakukan dengan memeriksa status informasi algoritma dari persamaan matematis yang telah dirancang pada *software* CPLEX *open source*. Status informasi algoritma ini menunjukkan kebenaran hubungan dari seluruh persamaan matematis pada model. Berikut merupakan beberapa status solusi dari algoritma model yang ada pada *software* CPLEX *open source*.

Tabel 4. 21 Status Solusi dan Algoritma Model pada *Software* CPLEX *Open Source*

STATUS	MODEL
<i>Feasible</i>	Model telah teruji dan menghasilkan solusi yang <i>feasible</i>
<i>Optimal</i>	Model menghasilkan solusi yang optimal
<i>Infeasible</i>	Model telah teruji dan menghasilkan solusi yang <i>infeasible</i>
<i>Unbounded</i>	Model telah teruji dan menghasilkan solusi yang <i>unbounded</i>
<i>Infeasible or Unbounded</i>	Model telah teruji dan menghasilkan solusi yang <i>infeasible</i> dan <i>unbounded</i>
<i>Unknown</i>	Model tidak dapat diproses dan tidak dapat menunjukkan status solusi apapun dari model. Penyebab umumnya adalah terbentur batas waktu
<i>Error</i>	Model tidak dapat diproses karena terjadi <i>error</i> selama proses optimisasi

Jika *tab problem browser* pada *software CPLEX open source* menunjukkan status *unknown* atau *error* maka algoritma matematis pada model tidak lulus uji verifikasi. Terdapat 2 jenis terminologi *error* pada *software CPLEX open source*

1. *Programming Error*

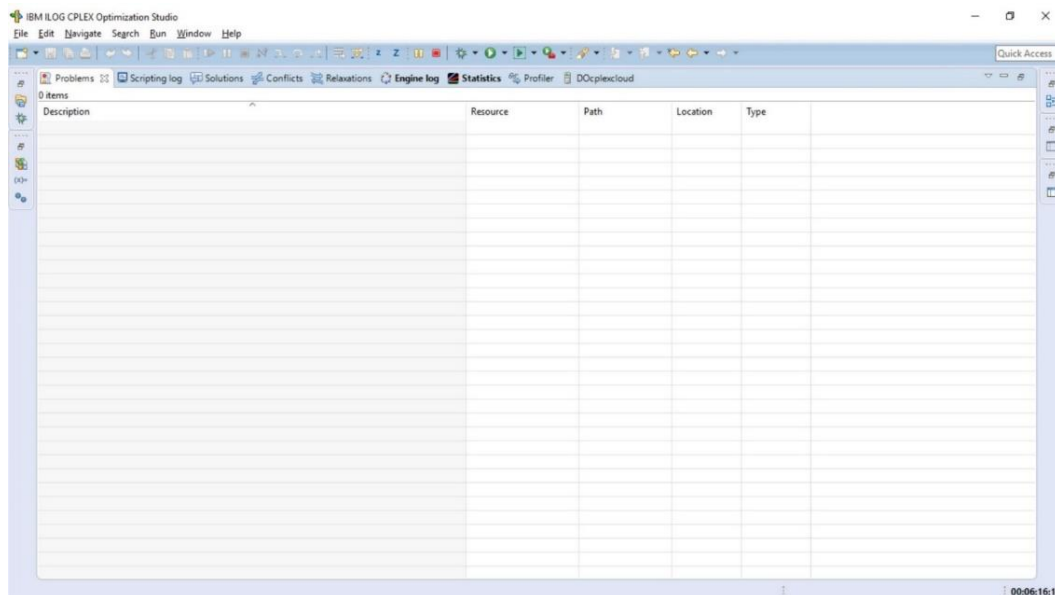
Programmer error merupakan jenis *error* yang biasanya disebabkan oleh kelalaian *programmer*. Beberapa hal yang termasuk *programming error* adalah mengakses objek yang tidak terisi nilai, menghubungkan satu objek dengan objek lainnya yang memiliki karakteristik yang berbeda dan *range* nilai suatu variabel melebihi ukuran *range* dari indeks variabel yang telah ditetapkan

2. *Runtime error*

Runtime error disebabkan oleh memori *software* yang tidak mampu melakukan proses optimasi karena adanya iterasi yang terlalu banyak.

Proses *checking* dan *debugging* (identifikasi dan perbaikan *error*) pada *software CPLEX open source* dapat dilakukan dengan 2 cara, yakni menggunakan *data checking parameter* dan menggunakan *diagnostic routines* untuk proses *debugging*. *Data checking parameter* dilakukan dengan memasukkan set *data checking* dan model *parameter checking* ke data yang telah dimasukkan. Selain itu, *CPLEX open source* juga menyediakan fitur *diagnostic routines* untuk memeriksa adanya *error* secara otomatis. Setiap tahap pada *diagnostic routines* menunjukkan series tes diagnostik dari problem data dan menginformasikan pesan “*exception*”, “*warning*” atau “*error*” apabila terdeteksi potensial *error*.

Setelah menjalankan model optimasi pada *software CPLEX open source* dengan data *dummy*, maka formulasi model matematis yang telah dirancang sebelumnya dilakukan uji verifikasi. Berikut merupakan hasil uji verifikasi dari model optimasi.



Gambar 4. 12 *Problem Window* Hasil *Running Uji Verifikasi Software CPLEX Open Source*

Gambar 4.12 menunjukkan bahwa tidak ada informasi pesan "error", "warning", ataupun "exception" pada jendela *problem*. Jika terdapat *error*, maka di bagian bawah menu *problem* akan tertulis jumlah *item error* yang terjadi. Selain itu, kolom *description* juga akan menunjukkan identitas *error* yang terjadi. Ditambah lagi, *software CPLEX open source* akan menunjukkan letak dan jenis *error* yang terjadi. Hasil verifikasi tersebut menunjukkan bahwa model dapat dijalankan tanpa adanya *error*. Setelah model terverifikasi, tahapan selanjutnya adalah melakukan uji validasi model.

4.2.4.2 *Validasi Model Optimasi*

Uji validasi dilakukan dengan memasukkan data *dummy* pada model. Kemudian, hasil *running* dari model tersebut dievaluasi dengan memeriksa hasil tersebut dengan semua perhitungan konstrain satu-persatu. Data *dummy* adalah data yang digunakan untuk keperluan pengujian dan operasional. Data *dummy* digunakan sebagai data awal dan landasan untuk memastikan bahwa semua variabel terisi data dan semua konstrain berjalan. Data *dummy* harus dievaluasi dan didokumentasikan secara ketat untuk memastikan tidak ada hasil yang *outlier*. Jumlah data yang digunakan yakni 5 jenis produk potongan daging, 2 jenis kemasan, 4 minggu umur produk dan 8 minggu periode perencanaan.

Tabel 4. 22 Data *Dummy Initial Inventory* (t=0)

Produk Potongan (i)	Ukuran Kemasan (j)	Umur Produk (b)			
		1	2	3	4
1	1	3	3	3	3
	2	9	9	9	9
2	1	1	1	1	1
	2	3	3	3	3
3	1	2	2	2	2
	2	5	5	5	5
4	1	1	1	1	1
	2	1	1	1	1
5	1	7	7	7	7
	2	20	20	20	20

Berdasarkan tabel 4.22 dapat diketahui bahwa terdapat *initial inventory* pada semua unit produk. *Initial inventory* ini merupakan unit produk dari periode sebelumnya yang belum digunakan dan memiliki umur yang berbeda-beda bergantung periode produksi dari unit produk terkait. Karena pada uji validasi ini menetapkan batas umur produk adalah 4 minggu, maka *initial inventory* yang berumur 4 minggu tidak digunakan untuk memenuhi permintaan. Berikut merupakan data *dummy* untuk permintaan selama 8 minggu.

Tabel 4. 23 Data *Dummy Permintaan*

		Periode (t)							
		Januari				Februari			
(i)	(j)	1	2	3	4	5	6	7	8
1	1	4	9	5	8	4	8	5	7
	2	12	27	15	22	11	23	13	19
2	1	2	4	2	3	2	3	2	3
	2	4	10	5	8	4	8	5	7
3	1	3	5	3	4	2	4	3	4
	2	7	14	8	12	6	12	7	10
4	1	1	1	1	1	1	1	1	1
	2	2	3	2	3	2	3	2	2
5	1	9	20	11	16	8	17	9	14
	2	26	59	32	48	23	51	27	41

Tabel 4.23 merupakan tabel permintaan untuk 8 minggu periode perencanaan, yakni 4 minggu bulan Januari dan 4 minggu bulan Februari. Data permintaan yang digunakan adalah data permintaan hasil peramalan untuk tahun 2018 dengan pendekatan *market share* Rumah Daging sebesar (5%). Semua nilai di atas menunjukkan jumlah permintaan tiap unit produk dalam satuan kemasan. Terlihat bahwa permintaan produk potongan daging ($i=5$) lebih banyak dibandingkan dengan produk potongan daging lainnya. Selain itu, terlihat juga pola pembelian produk daging sapi lebih banyak terjadi pada minggu kedua dan minggu keempat tiap bulannya. Data permintaan ini digunakan sebagai data masukan pada perhitungan model optimasi untuk menentukan variabel keputusan. Berikut merupakan data *dummy* untuk berat tiap jenis potongan (i) dari hasil pemotongan karkas, *weight converter* untuk tiap jenis ukuran kemasan, *production cost*, *holding cost* dan *waste cost*.

Tabel 4. 24 Data *Dummy* Berat Produk Hasil Pemotongan Karkas, *Weight Converter*, *Production Cost*, *Holding Cost* dan *Waste Cost*

(i)	(j)	Berat (w) (Kilogram)	Weight Converter (wc) (Kilogram)	Production Cost (dc)	Holding Cost (hc)	Waste Cost (gc)
1	1	20.1	1	Rp52,500	Rp2,917	Rp17,500
	2		0.5	Rp26,250	Rp1,458	Rp8,750
2	1	7.5	1	Rp52,500	Rp2,917	Rp17,500
	2		0.5	Rp26,250	Rp1,458	Rp8,750
3	1	10	1	Rp60,000	Rp3,333	Rp20,000
	2		0.5	Rp30,000	Rp1,667	Rp10,000
4	1	2.5	1	Rp67,500	Rp3,750	Rp22,500
	2		0.5	Rp33,750	Rp1,875	Rp11,250
5	1	15	1	Rp63,750	Rp3,542	Rp21,250
	2		0.5	Rp31,875	Rp1,771	Rp10,625

Pada tabel 4.24, data berat tiap jenis produk potongan (i) dari hasil pemotongan karkas merupakan berat yang dihitung Berdasarkan persentase tiap jenis produk potongan (i) dari karkas ukuran 250 kilogram. Sedangkan, perhitungan biaya untuk *production cost*, *holding cost* dan *waste cost* telah dijelaskan pada

subbab sebelumnya. Berikut merupakan data *dummy* untuk *warehouse operation cost*, *purchase cost*, *order cost* dan *capacity storage*.

Tabel 4. 25 Data Dummy Warehouse Operation Cost, Purchase Cost, Order Cost dan Capacity Storage

Warehouse Operation Cost (sc)	Rp10,000,000
Purchase Cost (pc)	Rp20,000,000
Order Cost (oc)	Rp1,000,000
Capacity Storage (K)	10000 Kilogram

Pada tabel 4.25, data *warehouse operation cost* merupakan biaya tetap operasional untuk aktivitas penyimpanan selama 8 minggu periode perencanaan. *Purchase cost* adalah biaya pembelian untuk satu unit karkas yang terdiri dari 10 jenis potongan daging, *order cost* adalah biaya pemesanan untuk sekali pesan dan *capacity storage* adalah kapasitas maksimum dari gudang dalam satuan kilogram.

Selanjutnya, data-data tersebut di-*input*-kan kedalam model dan dijalankan menggunakan *software* CPLEX *open source* untuk mendapatkan hasil optimasinya. Setelah mendapatkan solusi optimalnya, perlu dilakukan pemeriksaan terhadap solusi optimal dari tiap variabel keputusan terhadap pemenuhan keseluruhan konstrain

Tabel 4. 26 Pemeriksaan Konstrain untuk Validasi

Konstrain	Nilai	Terpenuhi?
$Q_{ijt} + \sum_{b=1}^{B-1} x_{ijb} \geq d_{ijt}$	$0+4 \geq 4$	YA
$I0_{ijb} - x_{ijb} = I_{ijb+1t}$	$3-3 = 0$	YA
$\sum_{b=1}^{B-1} x_{ijb} + P_{ij1t} = d_{ijt}$	$4+0 = 4$	YA
$Q_{ijt} - P_{ij1t} = I_{ijbt}$	$25-8 = 17$	YA
$Q_{ijt} + \sum_{b=1}^{B-1} Y_{ijbt} \geq d_{ijt}$	$132+0 \geq 27$	YA
$I_{ijbt-1} - Y_{ijbt} = I_{ijb+1t}$	$105-15 = 90$	YA
$\sum_{b=1}^{B-1} Y_{ijbt} + P_{ij1t} = d_{ijt}$	$5+0 = 5$	YA

Tabel 4. 26 Pemeriksaan Konstrain untuk Validasi

Konstrain	Nilai	Terpenuhi?
$X_{ijb} \leq d_{ijt}$	$9 \leq 12$	YA
$Y_{ijbt} \leq d_{ijt}$	$15 \leq 15$	YA
$\sum_{j=1}^J Q_{ijt} \leq M \times O_t$	$146 \leq 9999 \times 1$	YA
$\sum_{j=1}^J Q_{ijt} \times wc_j = w_i \times Z_t$	$(25 \times 1) + (110 \times 0.5) = 20 \times 4$ $25 + 55 = 80$	YA
$\sum_{i=1}^I \sum_{j=1}^J \sum_{b=1}^{B-1} I_{ijbt} \times wc_j \leq K$	$[(5 \times 1) + (0 \times 1) + \dots + (0 \times 0.5)] \leq 10000$ $150 \leq 10000$	YA

Berdasarkan tabel 4.26 dapat dilihat bahwa tidak ada konstrain yang dilanggar. Setiap variabel keputusan dan variabel *input* memenuhi setiap hubungan konstrain yang ada. Berikut merupakan hasil *output running* uji validasi dengan data *dummy* menggunakan *software* CPLEX *open source*.

Tabel 4. 27 Hasil *Running Data Dummy* untuk Pemesanan dan Pembelian Karkas

Periode	Order (o)	Karkas (Z)
1	0	0
2	1	4
3	0	0
4	1	4
5	0	0
6	1	6
7	0	0
8	0	0
Total	3	14

Berdasarkan hasil *running software* CPLEX *open source* didapatkan hasil periode pemesanan dan pembelian karkas serta jumlah unit karkas yang dibeli selama 8 minggu periode perencanaan. *Running software* CPLEX *open source* untuk uji validasi dengan data *dummy* menunjukkan hasil bahwa permintaan terjadi di periode 2 dan 5 dengan jumlah unit karkas yang dibeli untuk tiap periode berturut-turut adalah 4 unit dan 8 unit. Selain hasil yang disebutkan di atas, uji validasi dengan data *dummy* menunjukkan hasil untuk jumlah *inventory* di tiap akhir periode dan jumlah hasil produksi yang mempengaruhi nilai dari fungsi

objektif. Berikut merupakan hasil *running* untuk *ending inventory* berumur 1 dan jumlah produksi tiap unit produk di akhir periode.

Tabel 4. 28 Hasil *Running Data Dummy* untuk *Ending Inventory*

Produk Potongan (i)	Ukuran Kemasan (j)	Umur (b)	Periode (t)	Ending Inventory
1	1	1	2	105
1	1	1	2	5
1	1	1	4	17
1	1	1	6	7
1	2	1	4	88
1	2	1	6	226
2	1	1	2	38
2	1	1	2	2
2	1	1	4	7
2	1	1	6	3
2	2	1	4	32
2	2	1	6	84
3	1	1	2	8
3	1	1	2	24
3	1	1	4	17
3	1	1	6	55
3	2	1	4	26
3	2	1	6	10
4	1	1	2	3
4	1	1	2	6
4	1	1	4	3
4	1	1	6	14
4	2	1	4	9
4	2	1	6	2
5	1	1	2	30
5	1	1	2	20
5	1	1	2	11
5	1	1	4	17
5	1	1	6	14
5	2	1	4	24
5	2	1	6	68

Tabel 4. 29 Hasil *Running Data Dummy* untuk Jumlah Produksi

Produk Potongan (i)	Kemasan (j)	Periode (t)	Jumlah Produksi Q (Unit)
1	1	2	14
1	1	4	25
1	1	6	7

Tabel 4. 29 Hasil *Running Data Dummy* untuk Jumlah Produksi

Produk Potongan (i)	Kemasan (j)	Periode (t)	Jumlah Produksi Q (Unit)
1	2	2	132
1	2	4	110
1	2	6	226
2	1	2	6
2	1	4	10
2	1	6	3
2	2	2	48
2	2	4	40
2	2	6	84
3	1	2	29
3	1	4	21
3	1	6	55
3	2	2	22
3	2	4	38
3	2	6	10
4	1	2	7
4	1	4	4
4	1	6	14
4	2	2	6
4	2	4	12
4	2	6	2
5	1	2	22
5	1	4	33
5	1	6	31
5	2	2	76
5	2	4	54
5	2	6	118

Berdasarkan solusi yang dihasilkan dari *running* model menggunakan data *dummy* maka model yang dibuat dapat dikatakan valid. Karena hasil *running* model telah lulus uji verifikasi dan validasi, maka dapat dilakukan *running* model menggunakan data asli.

4.2.5 *Running Model Optimasi Pengadaan Karkas*

Optimasi perencanaan pengadaan pada model ini hanya dilakukan pada satu bahan baku yakni karkas. Pembelian bahan baku dilakukan hanya dari satu *supplier* dengan satu jenis moda transportasi. Pada model ini, digunakan beberapa asumsi, yakni *lead time* waktu pengiriman, batasan kapasitas pengangkutan, kapasitas minimum pemesanan, *shortage* dan *backordering* dianggap tidak ada. Selanjutnya,

karkas yang dibeli langsung diproses menjadi produk pada periode itu juga. Sehingga dapat dikatakan bahwa tidak ada *inventory* dalam bentuk karkas. Semua penyimpanan dalam bentuk unit produk. Model ini mempertimbangkan umur produk karena daging termasuk *perishable product* yang memiliki umur produk sehingga produk yang melewati batas umur tidak bisa dijual dan mengakibatkan biaya kerusakan produk. Biaya kerusakan produk didefinisikan sebagai kehilangan keuntungan dari tiap unit produk yang kadaluarsa. Pada model ini digunakan kebijakan FIFO (*First In, First Out*) untuk pemenuhan *demand* dengan umur produk yang tetap. Tujuan dari model ini adalah untuk meminimalkan total biaya yang terdiri dari biaya pembelian, biaya pemesanan, biaya produksi, biaya penyimpanan dan biaya kerusakan produk. Selain itu juga terdapat biaya operasional gudang yang merupakan biaya tetap dan menjadi bagian dari total biaya yang dikeluarkan oleh Rumah Daging selama periode perencanaan. Biaya pembelian, biaya pemesanan, biaya produksi dan biaya operasional gudang termasuk biaya *cash* yang merupakan elemen biaya yang dikeluarkan secara tunai pada setiap transaksi atau aktivitas. Sedangkan, biaya penyimpanan dan biaya kerusakan merupakan biaya *non-cash* yang tidak mempengaruhi nilai tunai perusahaan. Hal ini karena biaya penyimpanan didefinisikan sebagai biaya kehilangan nilai tiap unit produk selama periode penyimpanan sesuai umur produk dan biaya kerusakan adalah nilai kerugian akibat tidak bisa menjual tiap unit produk. Pada intinya, model optimasi ini dirancang untuk dapat memenuhi permintaan produk daging segar Rumah Daging hasil peramalan permintaan pada tahun 2018 dengan mempertimbangkan umur produk daging melalui pengadaan karkas dan dengan biaya seoptimal mungkin. Kemudian, dilakukan *running model* menggunakan *software CPLEX open source* dengan data-data *input* sebagai berikut.

- a. Jumlah jenis potongan daging sapi sebanyak 10, yakni Rawis Gulean, Tahu Campur/Rawonan, Buntut Biasa, Buntut Spesial, Iga, Rawis Premium, Kisi, Gandik, Sirloin dan Tenderloin.
- b. Jumlah jenis ukuran kemasan sebanyak 2, yakni ukuran kemasan 1 kilogram dan ukuran kemasan 0.5 kilogram.

- c. Batas umur produk adalah 12 minggu dan horizon perencanaan selama 24 minggu.
- d. *Initial inventory* untuk semua unit produk dengan masing-masingnya memiliki umur produk hingga batas umur produk 12 minggu.
- e. Data permintaan untuk tiap unit produk selama 24 minggu horizon perencanaan. Data permintaan yang digunakan adalah data permintaan hasil peramalan tahun 2018 dengan *market share* Rumah Daging sebesar 5%.
- f. Berat tiap jenis potongan daging sapi dari hasil pemotongan karkas.
- g. Kapasitas maksimal penyimpanan Rumah Daging.
- h. Biaya-biaya *input* yang mempengaruhi fungsi tujuan, yakni biaya pembelian, biaya pemesanan, biaya produksi, biaya penyimpanan dan biaya kerusakan produk. Selain itu, juga terdapat biaya operasional gudang yang termasuk dalam perhitungan total biaya.

Selanjutnya, data-data tersebut di-*input*-kan kedalam model dan dijalankan menggunakan *software* CPLEX *open source* untuk mendapatkan hasil optimasinya. Berikut ini merupakan hasil *running* dari *software* CPLEX *open source* dengan menggunakan nilai data yang sesungguhnya terkait parameter. Selain itu, hasil dari tiap variabel keputusan yang mempengaruhi fungsi objektif ditampilkan pada bagian lampiran beserta data *input initial inventory* dan berat tiap jenis potongan daging sapi hasil pemotongan karkas.

Tabel 4. 30 Hasil *Running* Model Optimasi untuk Pemesanan dan Pembelian Karkas

Periode	Order (o)	Karkas (Z) (Unit)
1	0	0
2	0	2
3	0	1
4	1	3
5	1	1
6	1	3
7	1	2
8	1	2
9	1	2
10	1	3
11	1	2
12	1	5
13	1	3
14	1	6
15	1	3
16	1	5
17	1	3
18	1	8
19	1	5
20	1	6
21	1	4
22	1	9
23	1	5
24	1	7
Total	23	90

Berdasarkan tabel 4.30, pemesanan bahan baku karkas dilakukan sebanyak 23 kali selama 24 minggu periode perencanaan. Tidak ada pembelian karkas pada minggu pertama. Selain itu, total pembelian karkas selama 24 minggu periode perencanaan adalah sebesar 90 unit karkas dengan jumlah pembelian terbanyak sebesar 9 unit karkas yang dibeli pada minggu ke-22. Hasil *running* model juga menunjukkan total biaya yang menjadi tujuan atau fungsi objektif dari model yang dirancang. Tujuan dari model ini adalah untuk meminimalkan total biaya yang terdiri dari biaya pembelian, biaya pemesanan, biaya produksi, biaya penyimpanan dan biaya kerusakan produk. Selain itu juga terdapat biaya operasional gudang yang merupakan biaya tetap dan menjadi bagian dari total biaya yang dikeluarkan oleh Rumah Daging selama periode perencanaan. Berikut adalah biaya-biaya yang muncul dari hasil *running* model.

Tabel 4. 31 Total Biaya Tunai Hasil *Running* Model Optimasi

Biaya Pembelian	Rp	1,204,875,000
Biaya Pemesanan	Rp	8,280,000
Biaya Produksi	Rp	1,075,781,250
Biaya Operasional Gudang	Rp	74,042,620
Total Biaya Tunai	Rp	2,362,978,870

Tabel 4.31 menunjukkan total biaya tunai hasil *running* model yang terdiri dari biaya pembelian, biaya pemesanan, biaya produksi dan biaya operasional gudang. Biaya tunai merupakan biaya yang timbul dan diakui sebagai biaya yang dibayarkan secara langsung oleh perusahaan. Biaya pembelian, biaya pemesanan dan biaya produksi akan muncul jika terdapat pembelian dan pemesanan bahan baku. Biaya operasional gudang merupakan biaya tetap yang muncul tiap periode. Berikut merupakan biaya non tunai hasil *running* model optimasi.

Tabel 4. 32 Total Biaya Non Tunai Hasil *Running* Model Optimasi

Biaya Penyimpanan	Rp	448,347,390
Biaya Kerusakan	Rp	42,095,000
Total Biaya Non Tunai	Rp	490,442,390

Tabel 4.32 menunjukkan total biaya non tunai hasil *running* model yang terdiri dari biaya penyimpanan dan biaya kerusakan produk. Biaya non tunai adalah biaya yang muncul tanpa diikuti pengeluaran kas. Artinya, secara *real* tidak mengeluarkan biaya non tunai. Berikut merupakan rekap total biaya pengadaan karkas dan persediaan produk daging.

Tabel 4. 33 Rekap Total Biaya Hasil *Running* Model Optimasi

Biaya Tunai	Rp	2,362,978,870
Biaya Non-Tunai	Rp	490,442,390
Total Biaya	Rp	2.853.421.260

4.2.6 Model Optimasi Skenario Perbaikan Pengadaan Bahan Baku per Jenis Kebutuhan Potongan Daging

Pada subbab sebelumnya telah dilakukan *running* model optimasi untuk perencanaan pengadaan bahan baku karkas. Dalam model optimasi pengadaan

bahan baku karkas, setiap ada permintaan salah satu produk (jenis potongan daging) pada suatu periode maka perusahaan akan memenuhi permintaan tersebut dengan melakukan produksi atau mengambil dari persediaan yang tersedia dari produk terkait. Apabila diharuskan untuk produksi maka perusahaan harus melakukan pengadaan bahan baku. Jika menggunakan skenario pengadaan bahan baku karkas, maka perusahaan tetap harus membeli satu unit karkas walaupun hanya beberapa produk hasil pemotongan karkas yang dibutuhkan untuk memenuhi permintaan pada periode tersebut. Artinya, perusahaan tetap harus memproduksi jenis produk potongan daging yang lain padahal tidak ada permintaan di periode tersebut.

Berdasarkan permasalahan di atas, pada penelitian ini juga dirancang model optimasi skenario perbaikan perencanaan pengadaan untuk bahan baku per jenis kebutuhan potongan daging. Hasil *running* untuk skenario perbaikan ini dibandingkan dengan hasil *running* model optimasi pengadaan bahan baku karkas. Berdasarkan perbandingan tersebut dipilih model optimasi terbaik dengan total biaya pengadaan dan persediaan yang paling optimal.

Pada skenario perbaikan ini, perusahaan membeli bahan baku langsung sesuai dengan kebutuhan potongan daging yang ada pada periode tersebut. Perusahaan membeli bahan baku dari tukang jagal dalam bentuk potongan daging sesuai jenis dan berat yang dibutuhkan. Hal ini tentu akan mempermudah perusahaan dalam melakukan produksi karena bahan baku sudah dibagi menjadi jenis potongan daging yang diinginkan.

Model matematis yang dirancang untuk skenario perbaikan ini pada dasarnya sama dengan model optimasi pengadaan karkas. Namun, terdapat sedikit perbedaan pada konstrain pengadaan bahan baku dan konstrain pemesanan. Pada konstrain pengadaan bahan baku karkas, bahan baku produksi dipenuhi oleh daging yang dipotong dari karkas yang dipesan pada periode tersebut. Sedangkan, pada model skenario perbaikan ini bahan baku produksi dipenuhi oleh daging yang sesuai dengan kebutuhan jenis potongan untuk produksi pada periode tersebut. Untuk lebih rincinya, berikut adalah model matematis skenario perbaikan perencanaan pengadaan bahan baku per jenis kebutuhan potongan daging.

Indeks

i : jenis potongan daging sapi,
 $i = 1, \dots, I$ (I: jumlah jenis potongan daging sapi dari karkas)
 j : jenis kemasan,
 $j = 1, \dots, J$ (J: jumlah jenis ukuran kemasan)
 b : umur produk
 $b = 1, \dots, B$ (B: batas maksimal umur produk)
 t : periode (minggu),
 $t = 1, \dots, T$ (T: jumlah minggu selama horizon perencanaan)

Parameter

d_{ijt} : *demand* produk jenis potongan i dengan ukuran kemasan j pada periode t
 sc : biaya operasional gudang tahunan
 pc_i : harga beli bahan baku per kilogram tiap jenis potongan daging
 oc : biaya tiap pemesanan
 dc_{ij} : biaya produksi produk jenis potongan i dengan ukuran kemasan j
 hc_{ij} : biaya penyimpanan produk jenis potongan i dengan ukuran kemasan j
 gc : biaya kerusakan produk jenis potongan i dengan ukuran kemasan j
 $I0_{ijb}$: *initial inventory* produk potongan i dengan jenis ukuran kemasan j dengan umur produk b ($t=0$)
 wc_j : *weight converter* tiap unit produk untuk jenis ukuran kemasan j
 K : kapasitas penyimpanan gudang (dalam kilogram)
 M : nilai *big-M*

Variabel Keputusan

RW_{it} : jumlah bahan baku jenis potongan i yang dibeli pada periode ke- t
 Q_{ijt} : hasil produksi produk i dengan jenis kemasan j pada periode ke- t
 $O_{it} \begin{cases} 1, & \text{jika ada order bahan baku } i \text{ pada periode } t \\ 0, & \text{jika tidak ada order} \end{cases}$

- I_{ijbt} : *ending inventory* produk jenis potongan i , ukuran kemasan j , dengan umur b pada periode t
- X_{ijb} : produk jenis potongan i , ukuran kemasan j , dengan umur b yang diambil dari *initial inventory* untuk memenuhi permintaan
- Y_{ijbt} : produk jenis potongan i , ukuran kemasan j , dengan umur b yang diambil dari *ending inventory* pada periode $t-1$ untuk memenuhi permintaan periode t
- P_{ij1t} : produk jenis potongan i , ukuran kemasan j , dengan umur produk 1 yang diambil dari hasil produksi periode t untuk memenuhi permintaan pada periode tersebut

Fungsi Objektif

$$\begin{aligned} \text{Minimasi } Z = & \sum_{t=1}^T Z_t pc + \sum_{t=1}^T O_t oc + \sum_{i=1}^I \sum_{j=1}^J \sum_{b=1}^{B-1} \sum_{t=1}^T I_{ijbt} hc_{ij} + \\ & \sum_{i=1}^I \sum_{j=1}^J \sum_{t=1}^T Q_{ijt} dc_{ij} + \sum_{i=1}^I \sum_{j=1}^J \sum_{t=1}^T I_{ijbt} gc_{ij} + sc \end{aligned} \quad (4.16)$$

Konstrain

$$Q_{ijt} + \sum_{b=1}^{B-1} x_{ijb} \geq d_{ijt} \quad \forall i = 1, \dots, I; \forall j = 1, \dots, J; \forall t = 1 \quad (4.17)$$

$$I0_{ijb} - x_{ijb} = I_{ijb+1t} \quad \forall i = 1, \dots, I; \forall j = 1, \dots, J; \forall b = 1, \dots, B-1; \forall t = 1 \quad (4.18)$$

$$\sum_{b=1}^{B-1} x_{ijb} + P_{ij1t} = d_{ijt} \quad \forall i = 1, \dots, I; \forall j = 1, \dots, J; \forall t = 1 \quad (4.19)$$

$$Q_{ijt} - P_{ij1t} = I_{ijbt} \quad \forall i = 1, \dots, I; \forall j = 1, \dots, J; \forall b = 1; \forall t = 1, \dots, T \quad (4.20)$$

$$Q_{ijt} + \sum_{b=1}^{B-1} Y_{ijbt} \geq d_{ijt} \quad \forall i = 1, \dots, I; \forall j = 1, \dots, J; \forall t = 2, \dots, T \quad (4.21)$$

$$I_{ijbt-1} - Y_{ijbt} = I_{ijb+1t} \quad \forall i = 1, \dots, I; \forall j = 1, \dots, J; \forall b = 1, \dots, B-1; \forall t = 2, \dots, T \quad (4.22)$$

$$\sum_{b=1}^{B-1} Y_{ijbt} + P_{ij1t} = d_{ijt} \quad \forall i = 1, \dots, I; \forall j = 1, \dots, J; \forall t = 2, \dots, T \quad (4.23)$$

$$X_{ijb} \leq d_{ijt} \quad \forall i = 1, \dots, I; \forall j = 1, \dots, J; \forall b = 1, \dots, B; \forall t = 1, \dots, T \quad (4.24)$$

$$Y_{ijbt} \leq d_{ijt} \quad \forall i = 1, \dots, I; \forall j = 1, \dots, J; \forall b = 1, \dots, B; \forall t = 1, \dots, T \quad (4.25)$$

$$\sum_{j=1}^J Q_{ijt} \leq MO_{it} \quad \forall i = 1, \dots, I; \forall t = 1, \dots, T \quad (4.26)$$

$$\sum_{j=1}^J Q_{ijt} wc_j = RW_{it} \quad \forall i = 1, \dots, I; \forall t = 1, \dots, T \quad (4.27)$$

$$\sum_{i=1}^I \sum_{j=1}^J \sum_{b=1}^{B-1} I_{ijbt} wc_j \leq K \quad \forall t = 1, \dots, T \quad (4.28)$$

$$Q_{ijt}; I_{ijbt}; Y_{ijbt}; P_{ij1t}; X_{ijb} \in \{interger\} \quad (4.29)$$

$$O_t \in \{0, 1\} \quad (4.30)$$

$$RW_{it} \in R \quad (4.31)$$

Model matematis yang dirancang untuk skenario perbaikan ini pada dasarnya sama dengan model optimasi pengadaan karkas. Namun, terdapat sedikit perbedaan pada konstrain pengadaan bahan baku dan konstrain pemesanan. Pada persamaan (4.26), variabel pemesanan (O_{it}) memiliki indeks (i) untuk setiap jenis potongan daging yang dipesan dan indeks (t) untuk setiap periode pemesanan. Selain itu, terdapat variabel pengganti jumlah karkas yang dibeli yakni variabel jumlah *raw material* (RW_{it}) yang dibeli dengan indeks (i) dan indeks (t). Kebutuhan produksi untuk tiap jenis potongan daging dipenuhi langsung oleh bahan baku yang sesuai dengan kebutuhan jenis potongan daging yang ditunjukkan oleh persamaan (4.27).

4.2.6.1 *Running Model Optimasi Skenario Perbaikan Pengadaan Bahan Baku per Jenis Kebutuhan Potongan Daging*

Berikut ini merupakan hasil *running* model optimasi skenario perbaikan pengadaan untuk bahan baku sesuai kebutuhan potongan daging dengan menggunakan *software* CPLEX *open source*. Tabel 4.34 menunjukkan hasil *running* untuk bahan baku Rawis Gulean, Rawonan, Buntut Biasa dan Buntut Spesial. Hasil *running* untuk keseluruhan jenis bahan baku ditampilkan pada bagian lampiran dan variabel keputusan yang mempengaruhi fungsi objektif dapat dilihat di bagian lampiran.

Tabel 4. 34 Hasil *Running Model* Optimasi Skenario Perbaikan

Jenis Bahan Baku (i)	Periode (t)	Order (o)	Jumlah <i>Raw Material</i> (RW) (Kilogram)
Rawis Gulean	6	1	48
Rawis Gulean	10	1	59.5
Rawis Gulean	14	1	33.5
Rawis Gulean	16	1	29.5
Rawis Gulean	18	1	42.5
Rawis Gulean	20	1	36.5
Rawis Gulean	22	1	73.5
Rawonan	5	1	23
Rawonan	10	1	22.5
Rawonan	14	1	23
Rawonan	18	1	30.5
Rawonan	22	1	27.5
Buntut Biasa	4	1	12
Buntut Biasa	7	1	20.5
Buntut Biasa	10	1	32.5
Buntut Biasa	14	1	34.5
Buntut Biasa	18	1	43
Buntut Biasa	22	1	40
Buntut Spesial	5	1	7.5
Buntut Spesial	12	1	13.5
Buntut Spesial	18	1	21

Berdasarkan hasil *running software* CPLEX *open source* didapatkan hasil periode pemesanan dan pembelian bahan baku serta jumlah kilogram bahan baku yang dibeli selama 24 minggu periode perencanaan. Pada tabel 4.34 ditunjukkan hasil bahwa permintaan terjadi di minggu ke-5 minggu ke-12 dan minggu ke-18 untuk jenis bahan baku buntut spesial dengan jumlah kilogram bahan baku yang dibeli untuk tiap periode berturut-turut adalah 7.5 kilogram, 13.5 kilogram dan 21 kilogram.

Hasil *running model* juga menunjukkan total biaya yang menjadi tujuan atau fungsi objektif dari model yang dirancang. Total biaya merupakan hasil perhitungan antara biaya *input* dengan variabel keputusan yang didapatkan dari solusi optimal. Tujuan dari model ini adalah untuk meminimalkan total biaya yang terdiri dari biaya pembelian, biaya pemesanan, biaya produksi, biaya penyimpanan dan biaya

kerusakan produk. Selain itu juga terdapat biaya operasional gudang yang merupakan biaya tetap dan menjadi bagian dari total biaya yang dikeluarkan oleh Rumah Daging selama periode perencanaan. Berikut adalah biaya-biaya yang muncul dari hasil *running* model.

Tabel 4. 35 Total Biaya Tunai Hasil *Running* Model Skenario Perbaikan

Biaya Pembelian	Rp	605,430,000
Biaya Pemesanan	Rp	5,940,000
Biaya Produksi	Rp	52,826,316
Biaya Operasional Gudang	Rp	74,042,630
Total Biaya Tunai	Rp	738,238,936

Tabel 4.35 menunjukkan total biaya tunai hasil *running* model yang terdiri dari biaya pembelian, biaya pemesanan, biaya produksi dan biaya operasional gudang. Biaya tunai merupakan biaya yang timbul dan diakui sebagai biaya yang dibayarkan secara langsung oleh perusahaan. Biaya pembelian, biaya pemesanan dan biaya produksi akan muncul jika terdapat pembelian dan pemesanan bahan baku. Biaya operasional gudang merupakan biaya tetap yang muncul tiap periode. Berikut merupakan biaya non tunai hasil *running* model optimasi skenario perbaikan.

Tabel 4. 36 Total Biaya Non Tunai Hasil *Running* Model Skenario Perbaikan

Biaya Penyimpanan	Rp	539,388,750
Biaya Kerusakan	Rp	-
Total Biaya Non Tunai	Rp	539,388,750

Tabel 4.36 menunjukkan total biaya non tunai hasil *running* model yang terdiri dari biaya penyimpanan dan biaya kerusakan produk. Biaya non tunai adalah biaya yang muncul tanpa diikuti pengeluaran kas. Artinya, secara *real* tidak mengeluarkan biaya non tunai. Berikut merupakan rekap total biaya pengadaan bahan baku per jenis kebutuhan potongan daging.

Tabel 4. 37 Rekap Total Biaya Hasil *Running* Model Optimasi Skenario Perbaikan

Biaya Tunai	Rp	738,238,936
Biaya Non-Tunai	Rp	539,388,750
Total Biaya	Rp	1,277,627,686

BAB 5

ANALISIS DAN INTEPRETASI DATA

Pada bab ini diuraikan analisis data secara kualitatif dan kuantitatif. Setelah itu, terdapat interpretasi data terhadap analisis data yang telah dilakukan untuk menjelaskan pola hubungan antar deskripsi analisis data yang ada. Bab ini terdiri dari analisis dan interpretasi data peramalan daging sapi segar masyarakat Kota Y, analisis dan interpretasi data untuk hasil *running* model optimasi, analisis perbandingan model optimasi pengadaan karkas dan model optimasi skenario perbaikan dan analisis sensitivitas.

5.1 Analisis dan Interpretasi Data Hasil Peramalan Permintaan

Dilakukan peramalan permintaan daging sapi masyarakat Kota Y untuk 24 periode kedepan dengan menggunakan data historis selama 5 tahun dalam tiap bulan. Metode peramalan yang digunakan yakni metode Winter dengan parameter $\alpha=0.2$, $\beta=0.1$, $\gamma=0.1$, parameter $\alpha=0.2$, $\beta=0.1$, $\gamma=0.2$, parameter $\alpha=0.2$, $\beta=0.2$, $\gamma=0.1$ dan parameter $\alpha=0.2$, $\beta=0.2$, $\gamma=0.2$ serta metode ARIMA (1,0,0), ARIMA (1,0,1) dan ARIMA (0,0,1). Berdasarkan hasil pengolahan data, nilai MAPE untuk metode Winter dengan parameter $\alpha=0.2$, $\beta=0.1$, $\gamma=0.1$ adalah 17.8%. Nilai MAPE metode Winter dengan parameter $\alpha=0.2$, $\beta=0.1$, $\gamma=0.2$ adalah 16.29%. Nilai MAPE metode Winter dengan parameter $\alpha=0.2$, $\beta=0.2$, $\gamma=0.1$ adalah 19.61%. Dan nilai MAPE metode Winter dengan parameter $\alpha=0.2$, $\beta=0.2$, $\gamma=0.2$ adalah 17.49%. Sedangkan peramalan yang menggunakan metode ARIMA (1,0,1) menghasilkan MAPE sebesar 27%. Dari perbandingan semua nilai MAPE yang dihasilkan oleh metode-metode peramalan di atas, didapatkan hasil bahwa nilai MAPE untuk metode Winter dengan parameter $\alpha=0.2$, $\beta=0.1$, $\gamma=0.2$ merupakan nilai MAPE terkecil dibandingkan dengan metode-metode lainnya. Maka dari itu metode Winter dengan parameter $\alpha=0.2$, $\beta=0.1$, $\gamma=0.2$ digunakan untuk meramalkan permintaan daging sapi segar masyarakat Kota Y. Berikut adalah rekap data perbandingan total konsumsi daging segar masyarakat Kota Y dalam kilogram antara tahun 2012-2016 sebagai data historis dengan data tahun 2017-2018 sebagai data hasil peramalan.

Tabel 5. 1 Perbandingan Data Historis dan Hasil Peramalan Permintaan

	Tahun	Total Konsumsi (Kg)	Pertumbuhan
Data Historis	2012	1,069,533	
	2013	785,199	-26.58%
	2014	701,681	-10.64%
	2015	1,156,014	64.75%
	2016	1,187,122	2.69%
Hasil Peramalan	2017	1,245,295	4.90%
	2018	1,303,607	4.68%

Dari data pada tabel 5.1 terlihat bahwa konsumsi daging segar masyarakat Kota Y antara tahun 2012-2018 berfluktuasi naik dan turun. Total konsumsi daging cenderung menurun dari tahun 2012 hingga tahun 2014. Penurunan total konsumsi disebabkan karena rata-rata konsumsi daging segar per-kapita Kota Y turun dari 0.365 Kg/Kapita pada tahun 2012 menjadi 0.261 Kg/Kapita pada tahun 2013 dan 2014. Penurunan sebesar 0.104 Kg/Kapita atau sebesar 40% memiliki pengaruh yang signifikan terhadap nilai total konsumsi karena nilai rata-rata konsumsi menjadi faktor pengali untuk setiap jumlah penduduk mampu Kota Y. Sedangkan total konsumsi daging cenderung meningkat dari tahun 2014 hingga tahun 2016. Peningkatan total konsumsi disebabkan karena rata-rata konsumsi daging segar per-kapita Kota Y naik dari 0.261 Kg/Kapita pada tahun 2014 menjadi 0.471 Kg/Kapita pada tahun 2015 dan 2016. Peningkatan sebesar 0.21 Kg/Kapita atau sebesar 80% menyebabkan peningkatan total konsumsi per tahun meningkat lebih dari dua kali lipat, yakni sebesar 64.75% dari tahun 2014 ke tahun 2015.

Selanjutnya, data hasil peramalan menunjukkan peningkatan pada tahun 2017 dan tahun 2018. Total konsumsi tahun 2017 meningkat sebesar 4.9% dari tahun 2016. Sedangkan total konsumsi tahun 2018 meningkat sebesar 4.68% dari tahun 2017. Persentase peningkatan hasil peramalan tidak sebesar persentase peningkatan pada data historis. Kecenderungan peningkatan pada data hasil peramalan dapat disebabkan oleh beberapa faktor. Faktor-faktor seperti jumlah penduduk dan pendapatan atau daya beli konsumen memiliki pengaruh yang signifikan terhadap permintaan daging sapi. Nilai faktor-faktor tersebut pada data sebelumnya berpengaruh pada nilai peramalan di masa depan karena nilai pada

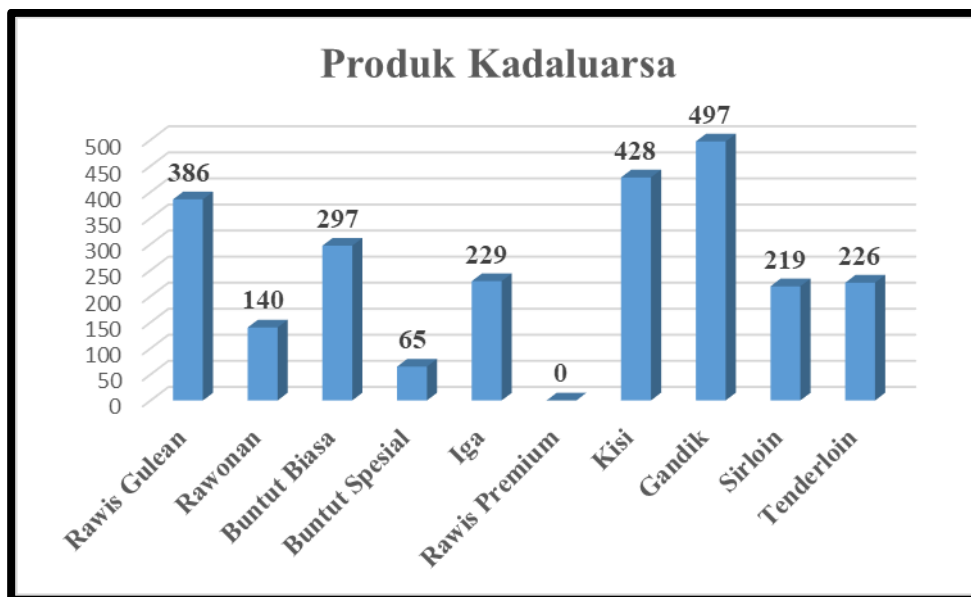
faktor-faktor tersebut menjadi bagian dari perhitungan jumlah konsumsi daging sapi.

5.2 Analisis Hasil *Running Model* Optimasi Pengadaan Karkas

Model optimasi yang dirancang dan dijalankan bertujuan untuk meminimalkan total biaya pengadaan bahan baku dan persediaan produk. Total biaya yang diminimalkan terdiri dari biaya pembelian, biaya pemesanan, biaya persediaan, biaya produksi dan biaya kerusakan produk. Sedangkan biaya operasional gudang merupakan tetap yang selalu ada untuk tiap periode.

Dari hasil *running model* optimasi yang telah dilakukan didapatkan hasil bahwa pemesanan bahan baku karkas dilakukan untuk setiap minggu kecuali pada minggu pertama dari periode perencanaan. Artinya, terdapat 23 kali pemesanan karkas selama 24 minggu atau 6 bulan. Jumlah karkas yang dibeli selama periode perencanaan adalah sebanyak 90 unit dengan jumlah terbanyak pembelian sebanyak 9 unit karkas yang dibeli pada minggu ke-22 dan jumlah pembelian paling sedikit sebesar 1 unit karkas yang dibeli pada minggu ke-3 dan minggu ke-5. Jika dilakukan rekapitulasi, jumlah karkas yang dibeli cenderung meningkat tiap bulan. Jumlah pembelian karkas tiap bulan dari bulan Januari hingga bulan Juni berturut-turut adalah 6, 8, 12, 17, 22 dan 25 unit karkas. Hasil ini sesuai dengan pola permintaan daging segar bahwa pada bulan Mei-Juni merupakan bulan-bulan saat terdapat perayaan hari besar Agama Islam, yakni bulan Ramadhan dan Hari Raya Idul Fitri. Pembelian bahan baku untuk tiap bulan juga menunjukkan pola tertentu. Jumlah pembelian karkas pada minggu kedua dan terakhir tiap bulannya selalu lebih besar daripada pembelian di minggu pertama dan minggu ketiga. Hal ini menunjukkan bahwa terdapat jumlah permintaan yang lebih tinggi pada minggu kedua dan terakhir dibandingkan dengan minggu-minggu lainnya dalam sebulan. Jumlah permintaan ini dipengaruhi oleh pola pembelian daging masyarakat Kota Y yang lebih banyak membeli daging pada minggu kedua saat penerimaan gaji untuk pegawai negeri dan pada minggu terakhir saat penerimaan gaji untuk pegawai swasta.

Selain itu, model optimasi ini juga memperhatikan umur produk. Hal ini karena produk daging merupakan produk *perishable* yang mudah rusak. Pada model optimasi ini batas umur produk yang ditetapkan adalah 12 minggu. Artinya, produk yang melewati batas umur produk merupakan produk rusak yang tidak dapat dijual kembali. Hasil *running* model menunjukkan bahwa terdapat *inventory* unit produk yang memiliki umur tepat di akhir minggu ke-12. Produk tersebut tidak dapat digunakan pada periode selanjutnya. Berikut merupakan *inventory* untuk tiap jenis potongan daging yang memiliki umur tepat di akhir minggu ke-12.



Gambar 5. 1 Grafik Jumlah Produk Kadaluarsa tiap Jenis Potongan Daging

Dari gambar 5.1 terlihat bahwa produk gandik memiliki produk kadaluarsa yang paling tinggi dari produk jenis potongan lainnya, yakni sebesar 497 unit. Sedangkan produk rawis premium justru tidak memiliki produk kadaluarsa.

Berdasarkan hasil *running*, nilai fungsi objektif menunjukkan total biaya pengadaan bahan baku karkas dan persediaan produk daging sebesar Rp2.853.421.260,00. Biaya paling besar didapatkan dari hasil pembelian karkas, yakni sebesar Rp1.204.875.000,00. Hal ini disebabkan karena terdapat pembelian bahan baku karkas hampir disetiap periode dengan total jumlah unit karkas yang dibeli sebanyak 90 unit. Selain itu, mahalny biaya pengadaan juga disebabkan karena harga bahan baku karkas per unitnya yang cukup mahal, yakni sebesar

Rp13.387.500,00. Sedangkan biaya terkecil adalah biaya pemesanan, yakni sebesar Rp8.280.000,00.

5.3 Analisis Perbandingan Model Optimasi Pengadaan Karkas dan Model Optimasi Skenario Perbaikan

Model optimasi perencanaan pengadaan bahan baku karkas memiliki kelemahan. Dalam model optimasi pengadaan bahan baku karkas, setiap ada permintaan salah satu produk (jenis potongan daging) pada suatu periode maka perusahaan akan memenuhi permintaan tersebut dengan melakukan produksi atau mengambil dari persediaan yang tersedia dari produk terkait. Apabila diharuskan untuk produksi maka perusahaan harus melakukan pengadaan bahan baku produksi. Sehingga, jika perusahaan membutuhkan bahan baku untuk produksi jenis potongan sirloin, maka perusahaan tetap harus memesan satu unit karkas. Hal ini menyebabkan produk potongan daging lain yang tidak memiliki permintaan pada periode tersebut tetap harus diproduksi. Tentunya, hal ini menyebabkan kemungkinan adanya produk yang berlebih pada salah satu atau beberapa produk potongan daging.

Oleh karena itu, pada penelitian ini juga dirancang model optimasi skenario perbaikan. Berikut merupakan perbandingan hasil *running* model optimasi pengadaan karkas dengan model optimasi skenario perbaikan.

Tabel 5. 2 Perbandingan Biaya Hasil *Running* Model Pengadaan Karkas dan Model Skenario Perbaikan

Aspek Biaya	Model Pengadaan Karkas	Model Skenario Perbaikan
Biaya Pembelian	Rp1,204,875,000	Rp605,430,000
Biaya Pemesanan	Rp8,280,000	Rp5,940,000
Biaya Produksi	Rp1,075,781,250	Rp52,826,316
Biaya Penyimpanan	Rp448,347,390	Rp539,388,750
Biaya Kerusakan	Rp42,095,000	Rp -
Biaya Operasional Gudang	Rp74,042,620	Rp74,042,620
Total Biaya	Rp2,853,421,260	Rp1,277,627,686

Dari tabel 5.2 dapat dilihat bahwa total biaya yang dihasilkan oleh model optimasi pengadaan karkas adalah sebesar Rp2.853.421.260,00 dan total biaya yang

dihasilkan oleh model skenario perbaikan adalah sebesar Rp1.277.627.686,00. Terdapat selisih total biaya sebesar Rp1.575.793.574,00 dari model optimasi pengadaan karkas yang memperlihatkan bahwa total biaya yang dihasilkan oleh model skenario perbaikan lebih optimal dibandingkan dengan total biaya yang dihasilkan oleh model pengadaan karkas. Model skenario perbaikan menyebabkan adanya penghematan sebesar 55% dibandingkan dengan model pengadaan karkas. Pada model skenario perbaikan, tidak terdapat biaya kerusakan. Hal ini karena permintaan tiap unit produk pada suatu periode dapat dipenuhi langsung oleh bahan baku yang dibeli sesuai dengan jumlah permintaan yang ada. Hal ini tentunya akan menghindari adanya produk yang menumpuk sebagai *inventory* sehingga mengurangi kemungkinan adanya produk daging yang rusak akibat melebihi batas umur penyimpanan. Pada tabel 5.2 juga ditunjukkan bahwa model skenario perbaikan memiliki biaya pembelian, biaya pemesanan dan biaya produksi yang lebih rendah dibandingkan dengan model pengadaan karkas. Hal ini karena pada model skenario perbaikan, jumlah dan jenis bahan baku yang dipesan dan dibeli disesuaikan dengan jumlah dan periode kebutuhan permintaan. Untuk biaya penyimpanan, model pengadaan karkas memiliki biaya yang lebih murah dibandingkan dengan model skenario perbaikan dengan selisih biaya sebesar Rp91.041.360,00. Perbedaan ini disebabkan karena terjadi lebih banyak pemesanan untuk tiap jenis potongan daging sehingga probabilitas jumlah *inventory* untuk tiap jenis potongan daging lebih besar dibandingkan pada model pengadaan karkas. Biaya operasional gudang antara model pengadaan karkas dan model skenario perbaikan tidak ada memiliki perbedaan karena merupakan biaya tetap yang ada untuk tiap periode.

5.4 Analisis Sensitivitas

Analisis yang dilakukan adalah untuk mengetahui akibat dari perubahan parameter-parameter produksi terhadap perubahan kinerja sistem produksi yang mempengaruhi keuntungan. Parameter yang digunakan sebagai peubah untuk uji sensitivitas adalah parameter permintaan. Parameter permintaan digunakan karena permintaan sebagai variabel *input* berpengaruh terhadap penentuan aktivitas

produksi. Hal ini karena salah satu tujuan sistem adalah untuk memenuhi permintaan. Aktivitas produksi yang meliputi periode dan jumlah produk yang di produksi juga mempengaruhi aktivitas pengadaan bahan baku. Dalam hal ini, aktivitas pengadaan bahan baku meliputi periode dan jumlah karkas yang dipesan serta dibeli. Keputusan pengadaan bahan baku karkas jelas mempengaruhi biaya yang dikeluarkan untuk pembelian dan pemesanan bahan baku. Selanjutnya, keputusan tersebut juga mempengaruhi biaya-biaya lainnya seperti biaya produksi, biaya penyimpanan dan juga biaya kerusakan karena produk yang melewati batas umur. Sehingga dapat dikatakan bahwa parameter permintaan mempengaruhi biaya-biaya yang muncul dalam perencanaan pengadaan bahan baku karkas dan persediaan hasil produksi sebagai suatu sistem yang juga mempengaruhi keuntungan yang didapatkan.

Analisis sensitivitas dilakukan dengan mengubah nilai *market share* Rumah Daging terhadap perhitungan model optimasi pengadaan karkas. Nilai *market share* mempresentasikan tingkat penguasaan Rumah Daging atas produk daging sapi segar di Kota Y untuk segmen konsumen rumah tangga. Nilai *market share* merupakan didapatkan dari hasil keputusan Rumah Daging dengan mempertimbangkan data historis hasil penjualan, target dan segmentasi produk, *positioning* perusahaan dan perbandingan dengan kompetitor-kompetitor dalam bidang yang sama. Pada analisis sensitivitas ini persentase *market share* diubah menjadi skenario optimis (7.5%) dan skenario pesimis (2.5%) dari skenario moderat (5%) lalu dilihat perubahan terhadap jumlah dan periode pembelian karkas dan nilai dari total biaya yang didapatkan sebagai tujuan sistem. Berikut ini merupakan hasil *running* model dengan menggunakan skenario pesimis *market share* (2.5%).

Tabel 5. 3 Hasil *Running* Model Skenario *Market Share* (2.5%)

Periode (t)	Order (o)	Karkas (Z)
1	0	0
2	0	0
3	0	0
4	0	0
5	0	0
6	1	1
7	1	1
8	0	0

Tabel 5. 3 Hasil *Running Model Skenario Market Share (2.5%)*

Periode (t)	Order (o)	Karkas (Z)
9	1	1
10	1	1
11	1	1
12	1	1
13	1	1
14	1	2
15	0	0
16	1	2
17	1	2
18	1	4
19	1	2
20	1	4
21	1	2
22	1	4
23	1	3
24	1	3
Total	17	35

Tabel 5.3 menunjukkan periode saat terdapat pemesanan dan pembelian karkas. Artinya, periode selain pada tabel 5.3 tidak terdapat pemesanan dan pembelian karkas. *Running model skenario market share (2.5%)* menghasilkan jumlah pemesanan sebanyak 17 kali dan 35 unit karkas yang dibeli selama 24 minggu periode perencanaan. Berikut merupakan total biaya yang dihasilkan dari *running model skenario market share (2.5%)*. Pada total biaya ini tidak ditampilkan komponen biaya operasional gudang karena merupakan biaya tetap yang nilainya selalu ada untuk setiap periode dan tidak terpengaruh oleh perubahan parameter-parameter produksi.

Tabel 5. 4 Total Biaya Hasil *Running Model Skenario Market Share (2.5%)*

Biaya Pembelian	Rp 468,562,500
Biaya Pemesanan	Rp 6,120,000
Biaya Produksi	Rp 418,359,375
Biaya Penyimpanan	Rp 168,316,270
Biaya Kerusakan	Rp 17,179,375
Total	Rp 1,078,537,520

Berdasarkan tabel 5.4 didapatkan bahwa total biaya hasil *running* model skenario *market share* (2.5%) adalah sebesar Rp1.078.537.520,00 dengan biaya paling tinggi adalah biaya pembelian karkas yakni sebesar Rp468.562.500,00 dan biaya paling rendah adalah biaya pemesanan yakni sebesar Rp6.120.000,00. Berikut ini merupakan hasil *running* model dengan menggunakan skenario optimis *market share* (7.5%).

Tabel 5. 5 Hasil *Running* Model Optimasi Skenario *Market Share* (7.5%)

Periode (t)	Order (o)	Karkas (Z) (Uni)t
1	1	1
2	1	5
3	1	3
4	1	4
5	1	2
6	1	5
7	1	2
8	1	4
9	1	4
10	1	9
11	1	5
12	1	7
13	1	4
14	1	9
15	1	5
16	1	7
17	1	6
18	1	12
19	1	6
20	1	10
21	1	6
22	1	13
23	1	8
24	1	10
Total	24	147

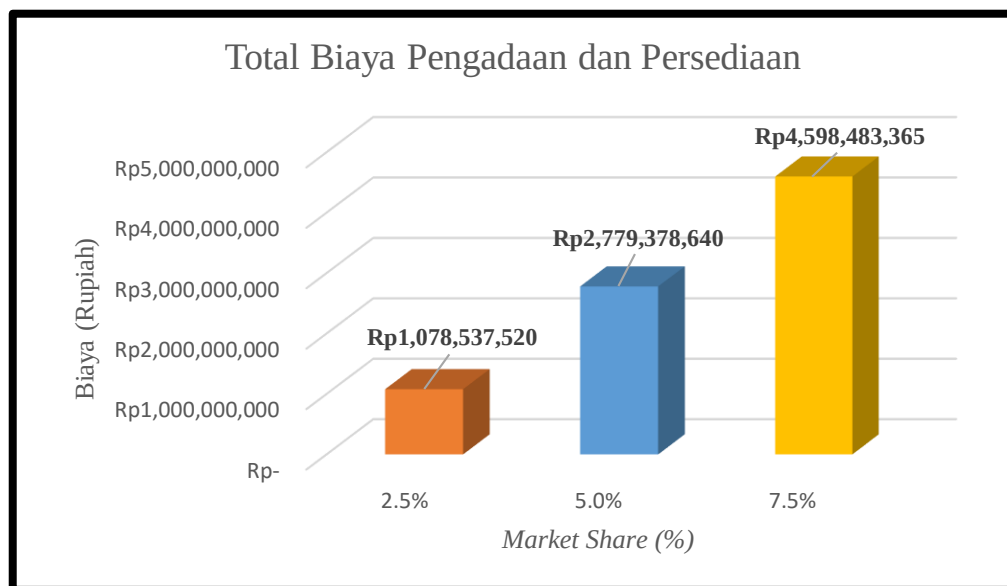
Tabel 5.5 menunjukkan periode saat terdapat pemesanan dan jumlah pembelian karkas di tiap periode pemesanan. *Running* model skenario *market share* (7.5%) menghasilkan jumlah pemesanan sebanyak 24 kali dan 147 unit karkas yang dibeli selama 24 minggu periode perencanaan. Artinya, dengan skenario optimis (7.5%) maka pemesanan bahan baku dilakukan untuk tiap minggu selama 24 minggu periode perencanaan. Berikut merupakan total biaya yang dihasilkan dari

running model skenario *market share* (7.5%). Pada total biaya ini tidak ditampilkan komponen biaya operasional gudang karena merupakan biaya tetap yang nilainya selalu ada untuk setiap periode dan tidak terpengaruh oleh perubahan parameter produksi.

Tabel 5. 6 Total Biaya Hasil *Running Model* Skenario *Market Share* (7.5%)

Biaya Pembelian	Rp	1,967,962,500
Biaya Pemesanan	Rp	8,640,000
Biaya Produksi	Rp	1,757,109,375
Biaya Penyimpanan	Rp	777,435,865
Biaya Kerusakan	Rp	87,335,625
Total Biaya	Rp	4,598,483,365

Berdasarkan tabel 5.6 didapatkan bahwa total biaya hasil *running model* skenario *market share* (7.5%) adalah sebesar Rp4.598.483.365,00 dengan biaya paling tinggi adalah biaya pembelian karkas yakni sebesar Rp1.967.962.500,00 dan biaya paling rendah adalah biaya pemesanan yakni sebesar Rp8.640.000,00. Berikut merupakan grafik perbandingan total biaya pengadaan dan persediaan tanpa biaya tetap operasional gudang untuk skenario pesimis (2.5%), skenario moderat (5%) dan skenario optimis (7.5%).



Gambar 5. 2 Grafik Perbandingan Total Biaya Pengadaan dan Persediaan Bahan untuk Berbagai Skenario *Market Share*

Gambar 5.2 memperlihatkan bahwa terjadi peningkatan total biaya secara signifikan dari skenario *market share* 2.5% hingga skenario *market share* 7.5%. Total biaya pengadaan dan persediaan dengan skenario *market share* (5%) meningkat sebesar 55% dari skenario *market share* (2.5%). Begitu juga dengan skenario *market share* (7.5%) meningkat sebesar 38% dari skenario *market share* (5%). Peningkatan ini menunjukkan pola peningkatan linear. Artinya, *margin* peningkatan antar variabel bergerak secara linear mengikuti waktu. Peningkatan total biaya mengindikasikan adanya peningkatan aspek biaya pemesanan dan pembelian bahan baku, biaya produksi, biaya penyimpanan dan biaya kerusakan produk. Artinya, perubahan persentase *market share* yang menunjukkan perubahan parameter permintaan sensitif terhadap fungsi tujuan sistem. Sehingga, pada analisis sensitivitas ini dapat disimpulkan bahwa variabel permintaan merupakan variabel sensitif yang berpengaruh terhadap keputusan pemesanan dan pembelian bahan baku. Perubahan persentase *market share* yang menyebabkan perubahan parameter permintaan menyebabkan adanya perubahan pada fungsi tujuan, yakni total biaya pengadaan bahan baku dan persediaan produk.

Hasil analisis sensitivitas ini dapat dijadikan informasi bagi manajemen PD RPH X dalam pengambilan keputusan, memprediksi hasil keputusan dengan berbagai kemungkinan pada industri perdagangan daging dan juga bermanfaat pada penilai resiko strategi perusahaan.

(halaman sengaja dikosongkan)

BAB 6

KESIMPULAN DAN SARAN

Pada bab ini diuraikan beberapa kesimpulan yang menjawab tujuan dan rumusan permasalahan penelitian Tugas Akhir ini. Selain itu juga terdapat saran dan pertimbangan untuk penelitian selanjutnya.

6.1 Kesimpulan

Terdapat 3 Kesimpulan dari penelitian Tugas Akhir ini berdasarkan tujuan penelitian yang dicapai. Yang pertama, metode peramalan yang digunakan untuk permintaan daging segar masyarakat Kota Y adalah metode Winter dengan parameter $\alpha = 0.2$, $\beta = 0.1$, $\gamma = 0.1$, parameter $\alpha = 0.2$, $\beta = 0.1$, $\gamma = 0.2$, parameter $\alpha = 0.2$, $\beta = 0.2$, $\gamma = 0.1$ dan parameter $\alpha = 0.2$, $\beta = 0.2$, $\gamma = 0.2$ serta metode ARIMA (1,0,0), ARIMA (1,0,1) dan ARIMA (0,0,1). Berdasarkan hasil pengolahan data, didapatkan nilai MAPE yang paling kecil dibandingkan metode peramalan lainnya adalah metode Winter dengan parameter $\alpha = 0.2$, $\beta = 0.1$, $\gamma = 0.2$ dengan nilai MAPE sebesar 16.29%. Oleh karena itu, metode Winter dengan parameter $\alpha = 0.2$, $\beta = 0.1$, $\gamma = 0.2$ adalah metode peramalan permintaan yang paling sesuai untuk meramalkan permintaan daging segar masyarakat Kota Y. Peramalan permintaan pada penelitian ini dilakukan untuk 24 periode kedepan yakni dari bulan Januari 2017 hingga Desember 2018.

Kesimpulan kedua adalah hasil *running* model optimasi perencanaan pengadaan karkas menunjukkan bahwa pemesanan bahan baku karkas dilakukan tiap minggu kecuali pada minggu pertama. Sedangkan total jumlah karkas yang dipesan adalah sebanyak 90 unit karkas sebanyak dengan jumlah terbesar pembelian adalah 9 unit yang dibeli pada minggu ke-22 dan jumlah terkecil pembelian adalah 1 unit yang dibeli pada minggu ke-3 dan minggu ke-5. Dari hasil *running* model tersebut juga didapatkan total biaya tunai yang terdiri dari biaya pembelian, biaya pemesanan, biaya produksi dan biaya operasional gudang adalah sebesar Rp2.362.978.870,00 dan biaya non tunai yang terdiri dari biaya penyimpanan dan biaya kerusakan adalah sebesar Rp490.442.390,00. Sehingga,

total biaya pengadaan bahan baku karkas dan persediaan produk daging sapi adalah sebesar Rp2,853,421,260,00.

Kesimpulan terakhir terdapat rancangan model optimasi skenario perbaikan pengadaan bahan baku dalam memenuhi permintaan daging sapi. Pada model ini, perusahaan dapat membeli bahan baku langsung sesuai dengan kebutuhan potongan daging yang ada pada periode tersebut. Dari hasil *running* model skenario perbaikan didapatkan total biaya sebesar Rp1.277.627.686,00. Biaya tersebut lebih rendah sebesar Rp1.575.793.574,00 dari total biaya yang dihasilkan model optimasi pengadaan karkas. Sehingga ada penghematan sebesar 55% dari total biaya model optimasi pengadaan karkas. Dengan fungsi tujuan yang sama untuk meminimalkan total biaya, maka model optimasi skenario perbaikan dapat disimpulkan lebih baik dibandingkan dengan model optimasi pengadaan karkas.

6.2 Saran

Terdapat beberapa saran yang ditunjukkan untuk penelitian selanjutnya agar terdapat perbaikan dari penelitian Tugas Akhir ini. Yang pertama, perlu adanya kajian atau penelitian khusus terlebih dahulu terkait permintaan daging sapi segar.. Hal ini untuk memastikan bahwa hasil perhitungan model mendekati data yang sesungguhnya. Yang kedua, perlu adanya pengembangan model optimasi pada penelitian selanjutnya yang menggunakan kebijakan *multiple sourcing* untuk pembelian bahan baku. Selain itu pada model tersebut diharapkan dapat mempertimbangkan beberapa faktor seperti biaya dan kualitas bahan baku, lokasi *supplier*, kapasitas pengiriman dan pelayanan dalam evaluasi dan seleksi *supplier*.

DAFTAR PUSTAKA

- Aggoun, L., Benkherouf, L., & Tadj, L. (1999). A Stochastic Inventory Model with Perishable and Aging Items. *Journal of Applied Mathematics and Stochastic Analysis*, 23-29.
- Arnold, J., Chapman, S. N., & Clive, L. M. (2008). *Introduction to Materials Management Sixth Edition*. New Jersey: Pearson Prentice Hall.
- Badan Pusat Statistik. (2016). *Perhitungan Dan Analisis Kemiskinan Makro Indonesia 2016*. Jakarta: Badan Pusat Statistik.
- Ballou, H. R. (1999). *Business Logistics Management Fouth Edition*. New Jersey: Prentice-Hall International, Inc.
- Bazaraa, M. S., Jarvis, J. J., & Sherali, H. D. (2010). *Linear Programming and Network Flows Fourth Edition*. New Jersey: John Wiley & Sons, Inc.
- Brockwell, P. J., & Davis, R. A. (2002). *Introduction to Time Series and Forecasting*. New York: Springer-Verlag.
- Chopra, S., & Meindl, P. (2007). *Supply Chain Management: Strategy, Planning, and Operation Third Edition*. New Jersey: Pearson Prentice-Hall.
- De Lurgio, A. S. (1998). *Forecasting Principles and Applications International Edition*. Singapore: McGraw-Hill.
- Direktorat Jenderal Peternakan dan Kesehatan Hewan Kementerian Pertanian. (2017). *Statistik Pertanian dan Kesehatan Hewan*. Jakarta: Kementerian Pertanian.
- Fogarty, W. D. (1991). *Production and Inventory Management Second Edition*. Ohio: South-Western Publishing Co.
- Fujitsu Australia and New Zealand. (2011). *Meatpro Carcass Management*. New Zealand: Fujitsu New Zealand.
- Hutasuhut, M., Chang, H. S., Griffith, G., O'Donnel, C., & Doran, H. (2001). *The Demand for Beef in Indonesia: Implications for Australian Agribusiness*. California: School of Agricultural and Resource Economics.
- Infor. (2012). *Managing the Problem of Carcass Balance in the Meat and Poultry Industries*. New York: Infor Publisher.
- Institute of Agriculture The University of Tennessee. (2014). *How Much Meat to Expect from A Beef Carcass*. Tennessee: The University of Tennessee.

- International Business Machine Corporation. (2009). *IBM ILOG CPLEX V12.1: IBM ILOG CPLEX for Microsoft Excel User's Manual*. New York: International Business Machine Corporation.
- Leung, S. C., & Lai, K. K. (20017). *A Robust Optimization Model for Production Planning of Perishable Products*. 2007: Research Gate.
- Mesias, I. D., Osorio, F. A., & Ramirez, J. D. (2017). Inventory Supply Model for Perishable Products - The Calicarnes Case. *Proceedings of the International Conference on Industrial Engineering and Operations Management*, 564-573.
- Mesias, I. D., Osorio, F. A., & Ramirez, J. D. (2017). Inventory Supply Model for Perishable Products - The Calicarnes Case. *Proceedings of the International Conference on Industrial Engineering and Operations Management*, 564-573.
- Nahmias, S., & Olsen, T. L. (2015). *Production and Operations Analysis Seventh Edition*. Illinois: Waveland Press, Inc.
- National Food Service Management Institute. (2012). *Inventory Management and Tracking*. Mississippi: The University of Mississippi.
- Pauls-Worm, K. G., Hendrix, E. M., & Haijema, R. (2013). *Inventory Control for a Perishable Product with Non-Stationary*. Wageningen: optimization-online.org.
- Postan, M. Y., & Dawidowicz, L. F. (2017). *Dynamic Optimization Model for Planning of Supply, Production, and Transportation of Perishable Product*. Berlin: Research Gate.
- Pujawan, N. I. (2010). *Supply Chain Management Second Edition*. Surabaya: Guna Widya.
- Puspika, J., & Anita, D. (2013). *Inventory Control dan Perencanaan Persediaan Bahan Baku Produksi Roti Pada Pabrik Roti Bobo Pekanbaru*. Riau: STIE Pelita Indonesia.
- Schrijver, A. (1986). *Theory of Linear and Integer Programming*. Chicester: John Wiley & Sons Ltd.
- Silver, A. E. (1998). *Inventory Management and Production Planning and Scheduling Third Edition*. New York: John Wiley & Sons, Inc.
- Sinaga, N. M. (2015). *Analisis Peramalan Tingkat Produksi dan Konsumsi Daging Sapi Nasional dalam Rangka Swasembada Pangan*. Bogor: Institut Pertanian Bogor.
- Tersine, R. J. (1994). *Principles of Inventory and Materials Management Fourth Edition*. New Jersey: Prentice-Hall International Inc.

Walpole, R. E., & Myers, R. H. (1989). *Probability and Statistics for Engineers and Scientists Fourth Edition*. New York: Macmillan Publishing Co., Inc.

Waters, D. (2003). *Inventory Control and Management Second Edition*. New Jersey: John Wiley & Sons, Inc. .

(halaman ini sengaja dikosongkan)

LAMPIRAN A

REKAP *INPUT* DATA DAN HASIL *RUNNING* MODEL

OPTIMASI PENGADAAN KARKAS

1. INPUT DATA

Tabel *Inventory* Awal ($t=0$) tiap Unit Produk dengan Semua Umur

Produk Potongan (i)	Kemasan (j)	Umur (b) (minggu)	I0ijb (unit)
Rawis Gulean	1 Kg	1	3
Rawis Gulean	1 Kg	2	3
Rawis Gulean	1 Kg	3	3
Rawis Gulean	1 Kg	4	3
Rawis Gulean	1 Kg	5	3
Rawis Gulean	1 Kg	6	3
Rawis Gulean	1 Kg	7	3
Rawis Gulean	1 Kg	8	3
Rawis Gulean	1 Kg	9	3
Rawis Gulean	1 Kg	10	3
Rawis Gulean	1 Kg	11	3
Rawis Gulean	1 Kg	12	3
Rawis Gulean	0.5Kg	1	9
Rawis Gulean	0.5Kg	2	9
Rawis Gulean	0.5Kg	3	9
Rawis Gulean	0.5Kg	4	9
Rawis Gulean	0.5Kg	5	9
Rawis Gulean	0.5Kg	6	9
Rawis Gulean	0.5Kg	7	9
Rawis Gulean	0.5Kg	8	9
Rawis Gulean	0.5Kg	9	9
Rawis Gulean	0.5Kg	10	9
Rawis Gulean	0.5Kg	11	9
Rawis Gulean	0.5Kg	12	9

Tabel Berat tiap Berat tiap jenis potongan daging sapi dari hasil pemotongan karkas

Produk Potongan (i)	Berat (w) (Kilogram)
1	20.0
2	7.5
3	10.0
4	2.5
5	15.0
6	27.5
7	25.0
8	22.5
9	12.5
10	15.0

2. HASIL RUNNING

Tabel *Inventory* di Akhir Periode untuk tiap Unit Produk dan Umur

Produk Potongan (i)	Kemasan (j)	Umur (b) (minggu)	Periode (t) (minggu)	Ijbt (unit)
Rawis Gulean	1 Kg	1	2	17
Rawis Gulean	1 Kg	1	3	7
Rawis Gulean	1 Kg	1	4	41
Rawis Gulean	1 Kg	1	5	10
Rawis Gulean	1 Kg	1	6	40
Rawis Gulean	1 Kg	1	7	28
Rawis Gulean	1 Kg	1	8	23
Rawis Gulean	1 Kg	1	9	30
Rawis Gulean	1 Kg	1	10	38
Rawis Gulean	1 Kg	1	11	28
Rawis Gulean	1 Kg	1	12	82
Rawis Gulean	1 Kg	1	13	10
Rawis Gulean	1 Kg	1	14	120
Rawis Gulean	1 Kg	1	15	60
Rawis Gulean	1 Kg	1	16	100
Rawis Gulean	1 Kg	1	17	60
Rawis Gulean	1 Kg	1	18	152
Rawis Gulean	1 Kg	1	19	91
Rawis Gulean	1 Kg	1	20	107
Rawis Gulean	1 Kg	1	21	72
Rawis Gulean	1 Kg	1	22	161
Rawis Gulean	1 Kg	1	23	90
Rawis Gulean	1 Kg	1	24	125
Rawis Gulean	1 Kg	2	3	17
Rawis Gulean	1 Kg	2	4	7
Rawis Gulean	1 Kg	2	5	41
Rawis Gulean	1 Kg	2	6	10
Rawis Gulean	1 Kg	2	7	40
Rawis Gulean	1 Kg	2	8	28
Rawis Gulean	1 Kg	2	9	23
Rawis Gulean	1 Kg	2	10	30
Rawis Gulean	1 Kg	2	11	38
Rawis Gulean	1 Kg	2	12	28
Rawis Gulean	1 Kg	2	13	78
Rawis Gulean	1 Kg	2	14	10
Rawis Gulean	1 Kg	2	15	120

Tabel *Inventory* di Akhir Periode untuk tiap Unit Produk dan Umur

Produk Potongan (i)	Kemasan (j)	Umur (b) (minggu)	Periode (t) (minggu)	Ijbt (unit)
Rawis Gulean	1 Kg	2	16	60
Rawis Gulean	1 Kg	2	17	100
Rawis Gulean	1 Kg	2	18	60
Rawis Gulean	1 Kg	2	19	152
Rawis Gulean	1 Kg	2	20	91
Rawis Gulean	1 Kg	2	21	107
Rawis Gulean	1 Kg	2	22	72
Rawis Gulean	1 Kg	2	23	161
Rawis Gulean	1 Kg	2	24	90
Rawis Gulean	1 Kg	3	1	2
Rawis Gulean	1 Kg	3	4	17
Rawis Gulean	1 Kg	3	5	7
Rawis Gulean	1 Kg	3	6	41
Rawis Gulean	1 Kg	3	7	10
Rawis Gulean	1 Kg	3	8	40
Rawis Gulean	1 Kg	3	9	28
Rawis Gulean	1 Kg	3	10	23
Rawis Gulean	1 Kg	3	11	30
Rawis Gulean	1 Kg	3	12	38
Rawis Gulean	1 Kg	3	13	28
Rawis Gulean	1 Kg	3	14	69
Rawis Gulean	1 Kg	3	15	10
Rawis Gulean	1 Kg	3	16	120
Rawis Gulean	1 Kg	3	17	60
Rawis Gulean	1 Kg	3	18	100
Rawis Gulean	1 Kg	3	19	60
Rawis Gulean	1 Kg	3	20	152
Rawis Gulean	1 Kg	3	21	91
Rawis Gulean	1 Kg	3	22	107
Rawis Gulean	1 Kg	3	23	72
Rawis Gulean	1 Kg	3	24	161
Rawis Gulean	1 Kg	4	1	3
Rawis Gulean	1 Kg	4	2	2
Rawis Gulean	1 Kg	4	5	17
Rawis Gulean	1 Kg	4	6	7
Rawis Gulean	1 Kg	4	7	41
Rawis Gulean	1 Kg	4	8	10
Rawis Gulean	1 Kg	4	9	40
Rawis Gulean	1 Kg	4	10	28

Tabel *Inventory* di Akhir Periode untuk tiap Unit Produk dan Umur

Produk Potongan (i)	Kemasan (j)	Umur (b) (minggu)	Periode (t) (minggu)	Iijbt (unit)
Rawis Gulean	1 Kg	4	11	23
Rawis Gulean	1 Kg	4	12	30
Rawis Gulean	1 Kg	4	13	38
Rawis Gulean	1 Kg	4	14	28
Rawis Gulean	1 Kg	4	15	64
Rawis Gulean	1 Kg	4	16	10
Rawis Gulean	1 Kg	4	17	120
Rawis Gulean	1 Kg	4	18	60
Rawis Gulean	1 Kg	4	19	100
Rawis Gulean	1 Kg	4	20	60
Rawis Gulean	1 Kg	4	21	152
Rawis Gulean	1 Kg	4	22	91
Rawis Gulean	1 Kg	4	23	107
Rawis Gulean	1 Kg	4	24	72
Rawis Gulean	1 Kg	5	1	3
Rawis Gulean	1 Kg	5	2	3
Rawis Gulean	1 Kg	5	3	2
Rawis Gulean	1 Kg	5	6	17
Rawis Gulean	1 Kg	5	7	7
Rawis Gulean	1 Kg	5	8	41
Rawis Gulean	1 Kg	5	9	10
Rawis Gulean	1 Kg	5	10	40
Rawis Gulean	1 Kg	5	11	28
Rawis Gulean	1 Kg	5	12	23
Rawis Gulean	1 Kg	5	13	30
Rawis Gulean	1 Kg	5	14	38
Rawis Gulean	1 Kg	5	15	28
Rawis Gulean	1 Kg	5	16	57
Rawis Gulean	1 Kg	5	17	10
Rawis Gulean	1 Kg	5	18	120
Rawis Gulean	1 Kg	5	19	60
Rawis Gulean	1 Kg	5	20	100
Rawis Gulean	1 Kg	5	21	60
Rawis Gulean	1 Kg	5	22	152
Rawis Gulean	1 Kg	5	23	91
Rawis Gulean	1 Kg	5	24	107
Rawis Gulean	1 Kg	6	1	3
Rawis Gulean	1 Kg	6	2	3
Rawis Gulean	1 Kg	6	3	3

Tabel *Inventory* di Akhir Periode untuk tiap Unit Produk dan Umur

Produk Potongan (i)	Kemasan (j)	Umur (b) (minggu)	Periode (t) (minggu)	Ijbt (unit)
Rawis Gulean	1 Kg	6	4	2
Rawis Gulean	1 Kg	6	7	17
Rawis Gulean	1 Kg	6	8	7
Rawis Gulean	1 Kg	6	9	41
Rawis Gulean	1 Kg	6	10	10
Rawis Gulean	1 Kg	6	11	40
Rawis Gulean	1 Kg	6	12	28
Rawis Gulean	1 Kg	6	13	23
Rawis Gulean	1 Kg	6	14	30
Rawis Gulean	1 Kg	6	15	38
Rawis Gulean	1 Kg	6	16	28
Rawis Gulean	1 Kg	6	17	52
Rawis Gulean	1 Kg	6	18	10
Rawis Gulean	1 Kg	6	19	120
Rawis Gulean	1 Kg	6	20	60
Rawis Gulean	1 Kg	6	21	100
Rawis Gulean	1 Kg	6	22	60
Rawis Gulean	1 Kg	6	23	152
Rawis Gulean	1 Kg	6	24	91
Rawis Gulean	1 Kg	7	1	3
Rawis Gulean	1 Kg	7	2	3
Rawis Gulean	1 Kg	7	3	3
Rawis Gulean	1 Kg	7	4	3
Rawis Gulean	1 Kg	7	5	2
Rawis Gulean	1 Kg	7	8	17
Rawis Gulean	1 Kg	7	9	7
Rawis Gulean	1 Kg	7	10	41
Rawis Gulean	1 Kg	7	11	10
Rawis Gulean	1 Kg	7	12	40
Rawis Gulean	1 Kg	7	13	28
Rawis Gulean	1 Kg	7	14	23
Rawis Gulean	1 Kg	7	15	30
Rawis Gulean	1 Kg	7	16	38
Rawis Gulean	1 Kg	7	17	28
Rawis Gulean	1 Kg	7	18	41
Rawis Gulean	1 Kg	7	19	10
Rawis Gulean	1 Kg	7	20	120
Rawis Gulean	1 Kg	7	21	60
Rawis Gulean	1 Kg	7	22	100

Tabel *Inventory* di Akhir Periode untuk tiap Unit Produk dan Umur

Produk Potongan (i)	Kemasan (j)	Umur (b) (minggu)	Periode (t) (minggu)	Iijbt (unit)
Rawis Gulean	1 Kg	7	23	60
Rawis Gulean	1 Kg	7	24	152
Rawis Gulean	1 Kg	8	1	3
Rawis Gulean	1 Kg	8	2	3
Rawis Gulean	1 Kg	8	3	3
Rawis Gulean	1 Kg	8	4	3
Rawis Gulean	1 Kg	8	5	3
Rawis Gulean	1 Kg	8	6	2
Rawis Gulean	1 Kg	8	9	17
Rawis Gulean	1 Kg	8	10	7
Rawis Gulean	1 Kg	8	11	41
Rawis Gulean	1 Kg	8	12	10
Rawis Gulean	1 Kg	8	13	40
Rawis Gulean	1 Kg	8	14	28
Rawis Gulean	1 Kg	8	15	23
Rawis Gulean	1 Kg	8	16	30
Rawis Gulean	1 Kg	8	17	38
Rawis Gulean	1 Kg	8	18	28
Rawis Gulean	1 Kg	8	19	35
Rawis Gulean	1 Kg	8	20	10
Rawis Gulean	1 Kg	8	21	120
Rawis Gulean	1 Kg	8	22	60
Rawis Gulean	1 Kg	8	23	100
Rawis Gulean	1 Kg	8	24	60
Rawis Gulean	1 Kg	9	1	3
Rawis Gulean	1 Kg	9	2	3
Rawis Gulean	1 Kg	9	3	3
Rawis Gulean	1 Kg	9	4	3
Rawis Gulean	1 Kg	9	5	3
Rawis Gulean	1 Kg	9	6	3
Rawis Gulean	1 Kg	9	7	2
Rawis Gulean	1 Kg	9	10	17
Rawis Gulean	1 Kg	9	11	7
Rawis Gulean	1 Kg	9	12	41
Rawis Gulean	1 Kg	9	13	10
Rawis Gulean	1 Kg	9	14	40
Rawis Gulean	1 Kg	9	15	28
Rawis Gulean	1 Kg	9	16	23
Rawis Gulean	1 Kg	9	17	30

Tabel *Inventory* di Akhir Periode untuk tiap Unit Produk dan Umur

Produk Potongan (i)	Kemasan (j)	Umur (b) (minggu)	Periode (t) (minggu)	Ijbt (unit)
Rawis Gulean	1 Kg	9	18	38
Rawis Gulean	1 Kg	9	19	28
Rawis Gulean	1 Kg	9	20	26
Rawis Gulean	1 Kg	9	21	10
Rawis Gulean	1 Kg	9	22	120
Rawis Gulean	1 Kg	9	23	60
Rawis Gulean	1 Kg	9	24	100
Rawis Gulean	1 Kg	10	1	3
Rawis Gulean	1 Kg	10	2	3
Rawis Gulean	1 Kg	10	3	3
Rawis Gulean	1 Kg	10	4	3
Rawis Gulean	1 Kg	10	5	3
Rawis Gulean	1 Kg	10	6	3
Rawis Gulean	1 Kg	10	7	3
Rawis Gulean	1 Kg	10	8	2
Rawis Gulean	1 Kg	10	11	17
Rawis Gulean	1 Kg	10	12	7
Rawis Gulean	1 Kg	10	13	41
Rawis Gulean	1 Kg	10	14	10
Rawis Gulean	1 Kg	10	15	40
Rawis Gulean	1 Kg	10	16	28
Rawis Gulean	1 Kg	10	17	23
Rawis Gulean	1 Kg	10	18	30
Rawis Gulean	1 Kg	10	19	38
Rawis Gulean	1 Kg	10	20	28
Rawis Gulean	1 Kg	10	21	20
Rawis Gulean	1 Kg	10	22	10
Rawis Gulean	1 Kg	10	23	120
Rawis Gulean	1 Kg	10	24	60
Rawis Gulean	1 Kg	11	1	3
Rawis Gulean	1 Kg	11	2	3
Rawis Gulean	1 Kg	11	3	3
Rawis Gulean	1 Kg	11	4	3
Rawis Gulean	1 Kg	11	5	3
Rawis Gulean	1 Kg	11	6	3
Rawis Gulean	1 Kg	11	7	3
Rawis Gulean	1 Kg	11	8	3
Rawis Gulean	1 Kg	11	9	2
Rawis Gulean	1 Kg	11	12	17

Tabel *Inventory* di Akhir Periode untuk tiap Unit Produk dan Umur

Produk Potongan (i)	Kemasan (j)	Umur (b) (minggu)	Periode (t) (minggu)	Iijbt (unit)
Rawis Gulean	1 Kg	11	13	7
Rawis Gulean	1 Kg	11	14	41
Rawis Gulean	1 Kg	11	15	10
Rawis Gulean	1 Kg	11	16	40
Rawis Gulean	1 Kg	11	17	28
Rawis Gulean	1 Kg	11	18	23
Rawis Gulean	1 Kg	11	19	30
Rawis Gulean	1 Kg	11	20	38
Rawis Gulean	1 Kg	11	21	28
Rawis Gulean	1 Kg	11	22	7
Rawis Gulean	1 Kg	11	23	10
Rawis Gulean	1 Kg	11	24	120
Rawis Gulean	0.5Kg	1	2	1
Rawis Gulean	0.5Kg	1	3	1
Rawis Gulean	0.5Kg	1	5	1
Rawis Gulean	0.5Kg	1	6	1
Rawis Gulean	0.5Kg	1	7	1
Rawis Gulean	0.5Kg	1	8	1
Rawis Gulean	0.5Kg	1	9	1
Rawis Gulean	0.5Kg	1	10	1
Rawis Gulean	0.5Kg	1	11	1
Rawis Gulean	0.5Kg	1	12	3
Rawis Gulean	0.5Kg	1	13	89
Rawis Gulean	0.5Kg	1	18	1
Rawis Gulean	0.5Kg	1	19	1
Rawis Gulean	0.5Kg	1	22	1
Rawis Gulean	0.5Kg	2	3	1
Rawis Gulean	0.5Kg	2	4	1
Rawis Gulean	0.5Kg	2	6	1
Rawis Gulean	0.5Kg	2	7	1
Rawis Gulean	0.5Kg	2	8	1
Rawis Gulean	0.5Kg	2	9	1
Rawis Gulean	0.5Kg	2	10	1
Rawis Gulean	0.5Kg	2	11	1
Rawis Gulean	0.5Kg	2	13	3
Rawis Gulean	0.5Kg	2	14	64
Rawis Gulean	0.5Kg	2	23	1
Rawis Gulean	0.5Kg	3	1	6
Rawis Gulean	0.5Kg	3	4	1

Tabel *Inventory* di Akhir Periode untuk tiap Unit Produk dan Umur

Produk Potongan (i)	Kemasan (j)	Umur (b) (minggu)	Periode (t) (minggu)	Ijbt (unit)
Rawis Gulean	0.5Kg	3	5	1
Rawis Gulean	0.5Kg	3	7	1
Rawis Gulean	0.5Kg	3	8	1
Rawis Gulean	0.5Kg	3	9	1
Rawis Gulean	0.5Kg	3	10	1
Rawis Gulean	0.5Kg	3	11	1
Rawis Gulean	0.5Kg	3	12	1
Rawis Gulean	0.5Kg	3	14	3
Rawis Gulean	0.5Kg	3	15	50
Rawis Gulean	0.5Kg	3	24	1
Rawis Gulean	0.5Kg	4	1	9
Rawis Gulean	0.5Kg	4	2	6
Rawis Gulean	0.5Kg	4	5	1
Rawis Gulean	0.5Kg	4	6	1
Rawis Gulean	0.5Kg	4	8	1
Rawis Gulean	0.5Kg	4	9	1
Rawis Gulean	0.5Kg	4	10	1
Rawis Gulean	0.5Kg	4	11	1
Rawis Gulean	0.5Kg	4	12	1
Rawis Gulean	0.5Kg	4	13	1
Rawis Gulean	0.5Kg	4	15	3
Rawis Gulean	0.5Kg	4	16	30
Rawis Gulean	0.5Kg	5	1	9
Rawis Gulean	0.5Kg	5	2	9
Rawis Gulean	0.5Kg	5	3	6
Rawis Gulean	0.5Kg	5	6	1
Rawis Gulean	0.5Kg	5	7	1
Rawis Gulean	0.5Kg	5	9	1
Rawis Gulean	0.5Kg	5	10	1
Rawis Gulean	0.5Kg	5	11	1
Rawis Gulean	0.5Kg	5	12	1
Rawis Gulean	0.5Kg	5	13	1
Rawis Gulean	0.5Kg	5	14	1
Rawis Gulean	0.5Kg	5	16	3
Rawis Gulean	0.5Kg	5	17	18
Rawis Gulean	0.5Kg	6	1	9
Rawis Gulean	0.5Kg	6	2	9
Rawis Gulean	0.5Kg	6	3	9
Rawis Gulean	0.5Kg	6	4	6

Tabel *Inventory* di Akhir Periode untuk tiap Unit Produk dan Umur

Produk Potongan (i)	Kemasan (j)	Umur (b) (minggu)	Periode (t) (minggu)	Iijbt (unit)
Rawis Gulean	0.5Kg	6	7	1
Rawis Gulean	0.5Kg	6	8	1
Rawis Gulean	0.5Kg	6	10	1
Rawis Gulean	0.5Kg	6	11	1
Rawis Gulean	0.5Kg	6	12	1
Rawis Gulean	0.5Kg	6	13	1
Rawis Gulean	0.5Kg	6	14	1
Rawis Gulean	0.5Kg	6	15	1
Rawis Gulean	0.5Kg	7	1	9
Rawis Gulean	0.5Kg	7	2	9
Rawis Gulean	0.5Kg	7	3	9
Rawis Gulean	0.5Kg	7	4	9
Rawis Gulean	0.5Kg	7	5	6
Rawis Gulean	0.5Kg	7	8	1
Rawis Gulean	0.5Kg	7	9	1
Rawis Gulean	0.5Kg	7	11	1
Rawis Gulean	0.5Kg	7	12	1
Rawis Gulean	0.5Kg	7	13	1
Rawis Gulean	0.5Kg	7	14	1
Rawis Gulean	0.5Kg	7	15	1
Rawis Gulean	0.5Kg	7	16	1
Rawis Gulean	0.5Kg	8	1	9
Rawis Gulean	0.5Kg	8	2	9
Rawis Gulean	0.5Kg	8	3	9
Rawis Gulean	0.5Kg	8	4	9
Rawis Gulean	0.5Kg	8	5	9
Rawis Gulean	0.5Kg	8	6	6
Rawis Gulean	0.5Kg	8	9	1
Rawis Gulean	0.5Kg	8	10	1
Rawis Gulean	0.5Kg	8	12	1
Rawis Gulean	0.5Kg	8	13	1
Rawis Gulean	0.5Kg	8	14	1
Rawis Gulean	0.5Kg	8	15	1
Rawis Gulean	0.5Kg	8	16	1
Rawis Gulean	0.5Kg	8	17	1
Rawis Gulean	0.5Kg	9	1	9
Rawis Gulean	0.5Kg	9	2	9
Rawis Gulean	0.5Kg	9	3	9
Rawis Gulean	0.5Kg	9	4	9

Tabel *Inventory* di Akhir Periode untuk tiap Unit Produk dan Umur

Produk Potongan (i)	Kemasan (j)	Umur (b) (minggu)	Periode (t) (minggu)	Ijbt (unit)
Rawis Gulean	0.5Kg	9	5	9
Rawis Gulean	0.5Kg	9	6	9
Rawis Gulean	0.5Kg	9	7	6
Rawis Gulean	0.5Kg	9	10	1
Rawis Gulean	0.5Kg	9	11	1
Rawis Gulean	0.5Kg	9	13	1
Rawis Gulean	0.5Kg	9	14	1
Rawis Gulean	0.5Kg	9	15	1
Rawis Gulean	0.5Kg	9	16	1
Rawis Gulean	0.5Kg	9	17	1
Rawis Gulean	0.5Kg	9	18	1
Rawis Gulean	0.5Kg	10	1	9
Rawis Gulean	0.5Kg	10	2	9
Rawis Gulean	0.5Kg	10	3	9
Rawis Gulean	0.5Kg	10	4	9
Rawis Gulean	0.5Kg	10	5	9
Rawis Gulean	0.5Kg	10	6	9
Rawis Gulean	0.5Kg	10	7	9
Rawis Gulean	0.5Kg	10	8	6
Rawis Gulean	0.5Kg	10	11	1
Rawis Gulean	0.5Kg	10	12	1
Rawis Gulean	0.5Kg	10	14	1
Rawis Gulean	0.5Kg	10	15	1
Rawis Gulean	0.5Kg	10	16	1
Rawis Gulean	0.5Kg	10	17	1
Rawis Gulean	0.5Kg	10	18	1
Rawis Gulean	0.5Kg	10	19	1
Rawis Gulean	0.5Kg	11	1	9
Rawis Gulean	0.5Kg	11	2	9
Rawis Gulean	0.5Kg	11	3	9
Rawis Gulean	0.5Kg	11	4	9
Rawis Gulean	0.5Kg	11	5	9
Rawis Gulean	0.5Kg	11	6	9
Rawis Gulean	0.5Kg	11	7	9
Rawis Gulean	0.5Kg	11	8	9
Rawis Gulean	0.5Kg	11	9	6
Rawis Gulean	0.5Kg	11	12	1
Rawis Gulean	0.5Kg	11	13	1
Rawis Gulean	0.5Kg	11	15	1

Tabel *Inventory* di Akhir Periode untuk tiap Unit Produk dan Umur

Produk Potongan (i)	Kemasan (j)	Umur (b) (minggu)	Periode (t) (minggu)	Iijbt (unit)
Rawis Gulean	0.5Kg	11	16	1
Rawis Gulean	0.5Kg	11	17	1
Rawis Gulean	0.5Kg	11	18	1
Rawis Gulean	0.5Kg	11	19	1
Rawis Gulean	0.5Kg	11	20	1

Tabel Jumlah Produksi tiap Unit Produk per Periode

Produk Potongan (i)	Kemasan (j)	Periode (t) (minggu)	Jumlah Produksi (Q) (unit)
Rawis Gulean	1 Kg	2	26
Rawis Gulean	1 Kg	3	12
Rawis Gulean	1 Kg	4	49
Rawis Gulean	1 Kg	5	14
Rawis Gulean	1 Kg	6	48
Rawis Gulean	1 Kg	7	33
Rawis Gulean	1 Kg	8	30
Rawis Gulean	1 Kg	9	34
Rawis Gulean	1 Kg	10	47
Rawis Gulean	1 Kg	11	33
Rawis Gulean	1 Kg	12	89
Rawis Gulean	1 Kg	13	10
Rawis Gulean	1 Kg	14	120
Rawis Gulean	1 Kg	15	60
Rawis Gulean	1 Kg	16	100
Rawis Gulean	1 Kg	17	60
Rawis Gulean	1 Kg	18	152
Rawis Gulean	1 Kg	19	91
Rawis Gulean	1 Kg	20	107
Rawis Gulean	1 Kg	21	72
Rawis Gulean	1 Kg	22	161
Rawis Gulean	1 Kg	23	90
Rawis Gulean	1 Kg	24	125
Rawis Gulean	0.5Kg	2	28
Rawis Gulean	0.5Kg	3	16
Rawis Gulean	0.5Kg	4	22
Rawis Gulean	0.5Kg	5	12
Rawis Gulean	0.5Kg	6	24
Rawis Gulean	0.5Kg	7	14
Rawis Gulean	0.5Kg	8	20
Rawis Gulean	0.5Kg	9	12
Rawis Gulean	0.5Kg	10	26
Rawis Gulean	0.5Kg	11	14
Rawis Gulean	0.5Kg	12	22
Rawis Gulean	0.5Kg	13	100
Rawis Gulean	0.5Kg	18	16
Rawis Gulean	0.5Kg	19	18
Rawis Gulean	0.5Kg	20	26
Rawis Gulean	0.5Kg	21	16

Tabel Jumlah Produksi tiap Unit Produk per Periode

Produk Potongan (i)	Kemasan (j)	Periode (t) (minggu)	Jumlah Produksi (Q) (unit)
Rawis Gulean	0.5Kg	22	38
Rawis Gulean	0.5Kg	23	20
Rawis Gulean	0.5Kg	24	30

Tabel Jumlah Unit Produk Kadaluarsa di tiap Periode

Produk Potongan (i)	Kemasan (j)	Umur (b) (minggu)	Periode (t) (minggu)	IijBt (unit)
Rawis Gulean	1 Kg	12	1	3
Rawis Gulean	1 Kg	12	2	3
Rawis Gulean	1 Kg	12	3	3
Rawis Gulean	1 Kg	12	4	3
Rawis Gulean	1 Kg	12	5	3
Rawis Gulean	1 Kg	12	6	3
Rawis Gulean	1 Kg	12	7	3
Rawis Gulean	1 Kg	12	8	3
Rawis Gulean	1 Kg	12	9	3
Rawis Gulean	1 Kg	12	10	2
Rawis Gulean	1 Kg	12	13	17
Rawis Gulean	1 Kg	12	14	7
Rawis Gulean	1 Kg	12	15	41
Rawis Gulean	1 Kg	12	16	10
Rawis Gulean	1 Kg	12	17	40
Rawis Gulean	1 Kg	12	18	28
Rawis Gulean	1 Kg	12	19	23
Rawis Gulean	1 Kg	12	20	30
Rawis Gulean	1 Kg	12	21	38
Rawis Gulean	1 Kg	12	22	28
Rawis Gulean	0.5Kg	12	1	9
Rawis Gulean	0.5Kg	12	2	9
Rawis Gulean	0.5Kg	12	3	9
Rawis Gulean	0.5Kg	12	4	9
Rawis Gulean	0.5Kg	12	5	9
Rawis Gulean	0.5Kg	12	6	9
Rawis Gulean	0.5Kg	12	7	9
Rawis Gulean	0.5Kg	12	8	9
Rawis Gulean	0.5Kg	12	9	9
Rawis Gulean	0.5Kg	12	10	6
Rawis Gulean	0.5Kg	12	13	1
Rawis Gulean	0.5Kg	12	14	1
Rawis Gulean	0.5Kg	12	16	1
Rawis Gulean	0.5Kg	12	17	1
Rawis Gulean	0.5Kg	12	18	1
Rawis Gulean	0.5Kg	12	19	1
Rawis Gulean	0.5Kg	12	20	1
Rawis Gulean	0.5Kg	12	21	1

LAMPIRAN B

REKAP HASIL *RUNNING* MODEL OPTIMASI SKENARIO PERBAIKAN

Tabel Jumlah Pemesanan dan Pembelian Bahan Baku per Jenis Potongan Daging

Jenis Bahan Baku (i)	Periode (t) (minggu)	Order (o)	Raw Material (RW) (Kilogram)
Iga	6	1	36
Iga	8	1	54.5
Iga	10	1	69
Iga	12	1	56.5
Iga	14	1	71.5
Iga	16	1	64.5
Iga	18	1	94
Iga	20	1	79.5
Iga	22	1	103.5
Iga	24	1	54.5
Rawis Premium	6	1	40
Rawis Premium	7	1	82.5
Rawis Premium	8	1	124.5
Rawis Premium	9	1	72
Rawis Premium	10	1	162
Rawis Premium	11	1	87.5
Rawis Premium	12	1	131.5
Rawis Premium	13	1	74
Rawis Premium	14	1	167
Rawis Premium	15	1	90
Rawis Premium	16	1	135
Rawis Premium	17	1	97.5
Rawis Premium	18	1	221.5
Rawis Premium	19	1	119
Rawis Premium	20	1	179
Rawis Premium	21	1	107.5
Rawis Premium	22	1	244.5
Rawis Premium	23	1	132
Rawis Premium	24	1	197
Kisi	6	1	21
Kisi	7	1	37
Kisi	8	1	87
Kisi	10	1	72
Kisi	11	1	39

Tabel Jumlah Pemesanan dan Pembelian Bahan Baku per Jenis Potongan Daging

Jenis Bahan Baku (i)	Periode (t) (minggu)	Order (o)	Raw Material (RW) (Kilogram)
Kisi	12	1	90
Kisi	14	1	74
Kisi	15	1	40
Kisi	16	1	59.5
Kisi	17	1	42.5
Kisi	18	1	97
Kisi	19	1	52.5
Kisi	20	1	79
Kisi	21	1	47.5
Kisi	22	1	107.5
Kisi	23	1	57.5
Kisi	24	1	87
Gandik	6	1	31.5
Gandik	8	1	47.5
Gandik	10	1	61
Gandik	12	1	49.5
Gandik	14	1	62
Gandik	16	1	56.5
Gandik	18	1	81.5
Gandik	20	1	69
Gandik	22	1	91
Gandik	24	1	47.5
Sirloin	6	1	20.5
Sirloin	8	1	26.5
Sirloin	10	1	33.5
Sirloin	12	1	27.5
Sirloin	14	1	34
Sirloin	16	1	30
Sirloin	18	1	45.5
Sirloin	20	1	38.5
Sirloin	22	1	49.5
Sirloin	24	1	26.5
Tenderloin	6	1	38
Tenderloin	8	1	58
Tenderloin	10	1	72.5
Tenderloin	12	1	59.5
Tenderloin	14	1	74
Tenderloin	16	1	64
Tenderloin	18	1	57

Tabel Jumlah Pemesanan dan Pembelian Bahan Baku per Jenis Potongan Daging

Jenis Bahan Baku (i)	Periode (t) (minggu)	Order (o)	Raw Material (RW) (Kilogram)
Tenderloin	19	1	31
Tenderloin	20	1	73
Tenderloin	22	1	60.5
Tenderloin	23	1	33
Tenderloin	24	1	49

Tabel *Inventory* di Akhir Periode untuk tiap Unit Produk dan Umur

Produk Potongan (i)	Kemasan (j)	Umur (b) (minggu)	Periode (t) (minggu)	lijbt (unit)
Rawis Gulean	1 Kg	1	6	13
Rawis Gulean	1 Kg	1	10	16
Rawis Gulean	1 Kg	1	14	5
Rawis Gulean	1 Kg	1	16	5
Rawis Gulean	1 Kg	1	18	6
Rawis Gulean	1 Kg	1	20	6
Rawis Gulean	1 Kg	1	22	17
Rawis Gulean	1 Kg	2	1	2
Rawis Gulean	1 Kg	2	7	8
Rawis Gulean	1 Kg	2	11	11
Rawis Gulean	1 Kg	2	23	10
Rawis Gulean	1 Kg	3	1	3
Rawis Gulean	1 Kg	3	2	1
Rawis Gulean	1 Kg	3	8	4
Rawis Gulean	1 Kg	3	12	4
Rawis Gulean	1 Kg	4	1	3
Rawis Gulean	1 Kg	4	2	3
Rawis Gulean	1 Kg	4	3	1
Rawis Gulean	1 Kg	5	1	3
Rawis Gulean	1 Kg	5	2	3
Rawis Gulean	1 Kg	5	3	3
Rawis Gulean	1 Kg	5	4	1
Rawis Gulean	1 Kg	6	1	3
Rawis Gulean	1 Kg	6	2	3
Rawis Gulean	1 Kg	6	3	3
Rawis Gulean	1 Kg	6	4	3
Rawis Gulean	1 Kg	7	1	3
Rawis Gulean	1 Kg	7	3	3
Rawis Gulean	1 Kg	8	1	3
Rawis Gulean	1 Kg	8	2	3
Rawis Gulean	1 Kg	8	4	3
Rawis Gulean	1 Kg	9	1	3
Rawis Gulean	1 Kg	9	2	3
Rawis Gulean	1 Kg	9	3	3
Rawis Gulean	1 Kg	9	5	3
Rawis Gulean	1 Kg	10	1	3
Rawis Gulean	1 Kg	10	2	1
Rawis Gulean	1 Kg	10	3	2
Rawis Gulean	1 Kg	10	6	3

Tabel *Inventory* di Akhir Periode untuk tiap Unit Produk dan Umur

Produk Potongan (i)	Kemasan (j)	Umur (b) (minggu)	Periode (t) (minggu)	Ijbt (unit)
Rawis Gulean	1 Kg	11	1	3
Rawis Gulean	1 Kg	11	2	3
Rawis Gulean	1 Kg	11	7	3
Rawis Gulean	0.5 Kg	1	6	31
Rawis Gulean	0.5 Kg	1	10	44
Rawis Gulean	0.5 Kg	1	14	14
Rawis Gulean	0.5 Kg	1	16	15
Rawis Gulean	0.5 Kg	1	18	18
Rawis Gulean	0.5 Kg	1	20	16
Rawis Gulean	0.5 Kg	1	22	50
Rawis Gulean	0.5 Kg	2	1	9
Rawis Gulean	0.5 Kg	2	7	26
Rawis Gulean	0.5 Kg	2	11	31
Rawis Gulean	0.5 Kg	2	23	30
Rawis Gulean	0.5 Kg	3	1	6
Rawis Gulean	0.5 Kg	3	2	9
Rawis Gulean	0.5 Kg	3	8	11
Rawis Gulean	0.5 Kg	3	12	11
Rawis Gulean	0.5 Kg	4	1	9
Rawis Gulean	0.5 Kg	4	2	6
Rawis Gulean	0.5 Kg	4	3	9
Rawis Gulean	0.5 Kg	5	1	9
Rawis Gulean	0.5 Kg	5	3	6
Rawis Gulean	0.5 Kg	5	4	5
Rawis Gulean	0.5 Kg	6	1	9
Rawis Gulean	0.5 Kg	6	2	9
Rawis Gulean	0.5 Kg	6	4	6
Rawis Gulean	0.5 Kg	6	5	5
Rawis Gulean	0.5 Kg	7	1	9
Rawis Gulean	0.5 Kg	7	2	9
Rawis Gulean	0.5 Kg	7	3	9
Rawis Gulean	0.5 Kg	7	5	4
Rawis Gulean	0.5 Kg	7	6	5
Rawis Gulean	0.5 Kg	8	1	9
Rawis Gulean	0.5 Kg	8	3	3
Rawis Gulean	0.5 Kg	8	6	4
Rawis Gulean	0.5 Kg	9	1	9
Rawis Gulean	0.5 Kg	9	2	9
Rawis Gulean	0.5 Kg	9	4	3

Tabel *Inventory* di Akhir Periode untuk tiap Unit Produk dan Umur

Produk Potongan (i)	Kemasan (j)	Umur (b) (minggu)	Periode (t) (minggu)	liibt (unit)
Rawis Gulean	0.5 Kg	9	7	4
Rawis Gulean	0.5 Kg	10	1	9
Rawis Gulean	0.5 Kg	10	2	9
Rawis Gulean	0.5 Kg	10	3	9
Rawis Gulean	0.5 Kg	10	5	3
Rawis Gulean	0.5 Kg	11	1	9
Rawis Gulean	0.5 Kg	11	2	9
Rawis Gulean	0.5 Kg	11	3	9
Rawis Gulean	0.5 Kg	11	4	9
Rawis Gulean	0.5 Kg	11	6	3

Tabel Jumlah Produksi tiap Unit Produk per Periode

Produk Potongan (i)	Kemasan (j)	Periode (t) (minggu)	Jumlah Produksi (Q) (unit)
Rawis Gulean	1 Kg	6	21
Rawis Gulean	1 Kg	10	25
Rawis Gulean	1 Kg	14	14
Rawis Gulean	1 Kg	16	12
Rawis Gulean	1 Kg	18	17
Rawis Gulean	1 Kg	20	15
Rawis Gulean	1 Kg	22	30
Rawis Gulean	0.5 Kg	6	54
Rawis Gulean	0.5 Kg	10	69
Rawis Gulean	0.5 Kg	14	39
Rawis Gulean	0.5 Kg	16	35
Rawis Gulean	0.5 Kg	18	51
Rawis Gulean	0.5 Kg	20	43
Rawis Gulean	0.5 Kg	22	87

(halaman ini sengaja dikosongkan)

BIOGRAFI PENULIS



Penulis bernama lengkap Andika Parama Putra lahir di Salatiga pada 12 Agustus 1995. Penulis merupakan anak kedua dari pasangan Bapak Anindita Danurdara dan Ibu Kadaryatie. Penulis menempuh pendidikan formal di SD Muhammadiyah Condongcatur (2001-2007), SMPN 5 Yogyakarta (2007-2010), SMAN 1 Yogyakarta (2010-2013) dan pendidikan terakhir di Program Sarjana Departemen Teknik Industri di Institut Teknologi Sepuluh Nopember. Penulis pernah melakukan kerja praktek di Divisi Logistik PT. Krakatau Daya Listrik. Selain itu, penulis juga mengikuti lomba Pekan Kreativitas Mahasiswa (PKM) bidang pengabdian masyarakat dan bidang kewirausahaan. Pada masa perkuliahan, penulis aktif mengikuti berbagai organisasi dan pelatihan. Penulis aktif berorganisasi di Himpunan Mahasiswa Teknik Industri (HMTI) sebagai staf Departemen Sosial Masyarakat (2014-2015), staf Badan Koordinasi Mentoring MSI Ulul Ilmi (2014-2015) dan Koordinator Forum Kajian Strategis (2015-2016). Di luar HMTI, penulis pernah mengikuti Latihan Keterampilan Manajemen Mahasiswa (LKMM) Pra-TD (Tingkat Pra-Dasar), LKMM TD (Tingkat Dasar) dan LKMM PP (Pelatihan Pemandu). Penulis aktif berorganisasi sebagai pemandu LKMM Pra-TD dan LKMM TD di BEM FTI ITS. Selain aktif mengikuti organisasi, penulis juga aktif mengikuti beberapa pelatihan di berbagai tingkat. Di tingkat nasional, penulis pernah mengikuti pelatihan kepemudaan *Parahyangan Green Challenge* dan *Future Leader Summit*. Di bidang kepanitiaan, penulis pernah menjadi *Steering Committee (SC) Industrial Engineering Games 10th Edition* dan juga sebagai Sie Acara Surabaya Green Action yang diadakan oleh BEM ITS. Semua pertanyaan ataupun diskusi terkait penelitian Tugas Akhir dapat menghubungi a.paramaputra@gmail.com.