



TESIS PM-147501

**PERAMALAN DAN PERENCANAAN PRODUKSI  
KALUNG POLOS EMAS DI PT.X MENGGUNAKAN  
METODE *MIXED INTEGER PROGRAMMING***

**Zulfikar Cahya Gumilang  
9114201422**

**Dosen Pembimbing  
Nurhadi Siswanto, ST, MSIE, PhD**

**PROGRAM MEGISTER  
BIDANG KEAHLIAN MANAJEMEN INDUSTRI  
PROGRAM PASCA SARJANA  
INSTITUT TEKNOLOGI SEPULUH NOPEMBER  
SURABAYA  
2016**

## LEMBAR PENGESAHAN

Tesis disusun untuk memenuhi salah satu syarat memperoleh gelar  
Magister Manajemen Teknologi (M.MT)  
di  
Institut Teknologi Sepuluh Nopember

Oleh:

ZULFIKAR CAHYA GUMILANG  
NRP. 9114201422

Tanggal ujian : 11 Januari 2017  
Periode wisuda : Maret 2017

Disetujui oleh:

Nurhadi Siswanto, ST, MSIE, Ph.D.

NIP: 197005231996011001

Prof. Dr. Ir. Suparno, MSIE

NIP: 194807101976031002

Prof. Dr. Mohammad Isa Irawan, MT

NIP: 196312251989031001

  
(Pembimbing)

  
(Penguji)

  
(Penguji)

  
An. Direktur Program Pascasarjana ITS,  
Asisten Direktur Program Pascasarjana ITS

  
Prof. Dr. Ir. Tri Widiaja, M.Eng  
NIP. 1961021 198603 1 001

## KATA PENGANTAR

Segala Puji dan syukur penulis panjatkan kehadirat Allah SWT yang telah melimpahkan segala rahmatNya sehingga penulis dapat menyelesaikan tesis dengan judul “Peramalan Dan Perencanaan Produksi Kalung Polos Emas Di PT.X Dengan Menggunakan Metode *Mixed Integer Programming*” guna memenuhi sebagian persyaratan untuk memperoleh gelar Magister Manajemen Teknologi dan menyelesaikan pendidikan program pascasarjana di bidang keahlian Manajemen Industri, Magister Manajemen Teknologi, Institut Teknologi Sepuluh Nopember, Surabaya.

Penulis menyadari kelemahan serta keterbatasan yang ada sehingga dalam menyelesaikan tesis ini memperoleh bantuan dari berbagai pihak, antara lain Tuhan Yang MAha Esa, kedua orang tua yang telah memberikan dukungan, doa, kasih sayang dan fasilitas.

1. Nurhadi Siswanto, ST, MSIE, Ph.D. selaku dosen pembimbing yang telah memberikan bimbingan dan arahan bagi tesis ini.
2. Prof. Dr. Ir. Suparno, MSIE dan Prof. Dr. Mohammad Isa Irawan, MT, selaku penguji yang telah memberikan masukan, saran dan kritik.
3. Prof. Dr. Ir Udisubakti C., MEng. SC, selaku Ketua Program Studi MMT ITS yang telah memberikan kesempatan pada penulis untuk menempuh dan menyelesaikan pendidikannya.
4. Teman-teman Manajemen Industri angkatan 2014 yang selama ini juga selalu memberikan semangat dan sharing ilmu.
5. Juinda dwi wardani yang selalu mendukung dan memberikan semangat selama pengerjaan tesis ini.
6. Seluruh pihak yang tidak dapat disebutkan satu per satu yang telah memberikan doa dan dukungannya.

Penulis menyadari bahwa skripsi ini masih banyak kekurangan baik isi maupun susunannya. Semoga skripsi ini dapat bermanfaat tidak hanya bagi penulis juga bagi para pembaca.

Surabaya, Januari 2017

Penulis

# **PERAMALAN DAN PERENCANAAN PRODUKSI KALUNG POLOS EMAS DI PT.X MENGGUNAKAN *MIXED INTEGER PROGRAMMING***

Nama mahasiswa : Zulfikar Cahya Gumilang

NRP : 9114201422

Pembimbing : Nurhadi Siswanto, ST., MSIE., Ph.D

## **ABSTRAK**

Aksesoris perhiasan emas merupakan salah satu penunjang busana, akan tetapi menjadi sangat penting bagi masyarakat untuk meningkatkan rasa percaya diri mereka. Aksesoris sangat identik dengan wanita, karena kaum wanita lebih banyak yang menggunakannya dibandingkan kaum laki-laki. Saat ini, fashion di bidang aksesoris khususnya aksesoris wanita telah berkembang pesat. Sebagai contoh kalung, gelang, cincin, hingga anting banyak diminati masyarakat.

Penelitian ini bertujuan untuk melakukan optimasi proses produksi perhiasan emas dalam hal ini adalah kalung di PT.X. Perusahaan ini masih memiliki masalah dalam pemenuhan permintaan kalung yang tidak menentu, akibatnya perusahaan melakukan proses produksi menggunakan estimasi sehingga *error* yang terjadi antara jumlah produk yang diproduksi dan actual *demand* sangat besar. Digunakan metode peramalan dengan memperhatikan tren data permintaan produk dari perusahaan ini yang kemudian hasil dari peramalan tersebut digunakan sebagai acuan untuk melakukan permodelan *Mixed Integer Programming*. Proses pemodelan tersebut dilakukan untuk melakukan optimasi dari segi perencanaan produksi dengan memperhatikan aspek aspek seperti permintaan kalung polos yang sudah ada, bahan baku emas dan juga kapasitas mesin.

Hasil optimasi untuk periode Januari – Maret 2017 diketahui keuntungan yang didapat dari 8 model kalung polos tersebut adalah 44.091 Kg. Hasil analisis kepekaan menunjukkan Perubahan permintaan berdampak rata-rata 0.8% pada keuntungan perusahaan untuk setiap perubahan 1%. Penambahan bahan baku sebanyak 5% memberikan keuntungan yang sama dengan penambahan bahan baku 10% yaitu 4.22%. Pengurangan kapasitas mesin sebesar 2.5% dan penambahan kapasitas 5% tidak memberikan perubahan terhadap keuntungan perusahaan.

Kata kunci : Perhiasan emas, Optimasi, Forecasting, Mixed Integer Programming

# **FORECASTING AND PLANNING PLAIN NECKLACE GOLD PRODUCTION IN PT.X USING MIX INTEGER PROGRAMMING**

Nama mahasiswa : Zulfikar Cahya

NRP : 9114201422

Pembimbing : Nurhadi Siswanto, ST., MSIE., Ph.D

## **ABSTRACT**

Accessories gold jewelry is one of the supporting fashion, but it is very important for people to increase their confidence. Accessories is synonymous with women, because women who used it more than men. Nowadays, fashion accessories, especially in women's accessories has been growing rapidly. For example necklaces, bracelets, rings, to earrings demanding public.

This study was planned to optimize the production process of gold jewelry in this case is the necklace in PT.X. The company still has problems in the fulfillment of demand necklace is uncertain, consequently the company production process using an estimate so that the error happened between the amount of product are produced and the actual demand is very large. Used methods of forecasting with the growing trend of product demand data from this company which then results of the forecasting used as reference for modeling Mixed Integer Programming. The modeling process is carried out to perform optimization in terms of production planning by considering aspects such as necklaces existing demand, raw material gold and also the capacity of the machine. .

Optimization results for the January - March 2017 period known benefits of 8 models necklace is 44.091 Kg. The results of the sensitivity analysis shows the changes impacting demand an average of 0.8% on company profits for every change of 1%. The addition of raw materials as much as 5% gives the same advantage with the addition of 10% of raw material is 4.22%. Reduction of engine capacity of 2.5% and a capacity increase of 5% does not give change on corporate profits

Key words : Gold jewelry, Optimization, Mixed Integer Programming, Forecasting

## DAFTAR ISI

ABSTRAK .....	ii
ABSTRACT .....	iii
DAFTAR GAMBAR .....	vii
BAB I PENDAHULUAN .....	1
1.1. Latar Belakang Masalah .....	1
1.2. Perumusan Masalah .....	3
1.3. Tujuan Penelitian .....	3
1.4. Manfaat Penelitian .....	4
1.5. Batasan dan Asumsi Penelitian .....	4
1.6. Sistematika Penulisan .....	4
BAB II    TINJAUAN PUSTAKA .....	6
2.1    Proses Produksi Perhiasan .....	7
2.2    Perencanaan Agregat .....	8
2.3    Metode Peramalan .....	10
2.3.1    Metode-metode Peramalan .....	11
2.3.2    Metode <i>Time Series</i> .....	11
2.3.3    Mean Absolute Deviation .....	13
2.4    Metode Linear Programming .....	13
2.5    Penelitian Terdahulu .....	17
BAB III METODOLOGI PENELITIAN .....	21
3.1    Identifikasi Masalah dan Pengumpulan data .....	21
3.2    Peramalan .....	23

3.3	Pengembangan Model .....	23
3.4	Pengolahan Data.....	25
3.5	Analisa dan Kesimpulan .....	26
3.5.1	Analisis Sensitivitas dan Hasil penyelesaian .....	26
3.5.2	Kesimpulan dan Saran.....	26
BAB IV .....		27
PENGUMPULAN DAN PENGOLAHAN DATA.....		27
4.1	Pengumpulan Data .....	27
4.1.1	Model Produk.....	27
4.1.2	Rata-rata Kurs Emas .....	28
4.1.3	Koefisien Keuntungan.....	29
4.1.4	Data Permintaan Produk .....	30
4.1.5	Data Sumber Daya Perusahaan .....	37
4.2	Pengolahan Data.....	41
4.2.1	Peramalan Permintaan Produk Kalung Polos .....	41
4.2.1.1	Pemilihan Metode Peramalan yang Sesuai .....	42
4.3	Formulasi Model Optimasi.....	45
4.3.1	Fungsi Tujuan .....	45
4.3.2	Fungsi Pembatas .....	46
BAB V.....		47
ANALISIS HASIL DAN PEMBAHASAN.....		47
5.1	Hasil Model Optimasi .....	47
5.2	Analisis Kepekaan .....	49
5.2.1	Perubahan Jumlah permintaan .....	49
5.2.2	Perubahan Bahan Baku Emas .....	50
5.2.3	Perubahan Jumlah Kapasitas Mesin.....	51

BAB VI .....	53
KESIMPULAN DAN SARAN .....	53
6.1    Kesimpulan.....	53
6.2    Saran.....	53
Referensi .....	55



## **DAFTAR GAMBAR**

Gambar 2.1 Alir Pembuatan Perhiasan .....	7
Gambar 3.1 Diagram Metodologi Penelitian .....	21
Gambar 4.1 Peta Proses Operasi MILANO .....	36
Gambar 4.2 Peta Proses Operasi ITA SANTA .....	37

## DAFTAR TABEL

Tabel 1.1 Tabel Penjualan Kalung polos dalam Kg PT.'X' .....	2
Tabel 2.1 Posisi Penelitian .....	20
Tabel 2.3 Index Penelitian.....	17
Tabel 2.4 Parameter Penelitian .....	18
Tabel 3.1 Jadwal Penelitian.....	22
Tabel 4.1 Model Produk dan Kombinasi Warna, Kadar dan Berat .....	24
Tabel 4.2 Rata-rata kurs emas per bulan.....	25
Tabel 4.3 Koefisien keuntungan setiap model produk.....	26
Tabel 4.4 Data permintaan produk.....	28
Tabel 4.5 Data permintaan produk.....	29
Tabel 4.6 Data permintaan produk.....	30
Tabel 4.7 Data permintaan produk.....	31
Tabel 4.8 Data permintaan produk.....	32
Tabel 4.9 Data permintaan produk.....	33
Tabel 4.10 Data bahan baku utama .....	34
Tabel 4.11 Jenis proses pembuatan kalung polos .....	35
Tabel 4.12 Mesin untuk MILANO dan ITA SANTA.....	35
Tabel 4.13 Ringkasan Peta Proses Operasi MILANO.....	36
Tabel 4.14 Ringkasan Peta Proses Operasi ITA SANTA .....	38
Tabel 4.15 Data Kapasitas Mesin/bulan.....	38
Tabel 4.16 Hasil Perhitungan MAD .....	40
Tabel 4.17 Hasil Peramalan Permintaan Kalung Polos .....	41
Tabel 4.18 Keterangan indeks penelitian .....	42
Tabel 4.19 Parameter Penelitian .....	42
Tabel 5.1 Jumlah Kalung Polos yang Diproduksi.....	44
Tabel 5.2 Keuntungan Masing-masing Model.....	45
Tabel 5.3 Perubahan Keuntungan Akibat Perubahan Permintaan .....	47
Tabel 5.4 Perubahan Keuntungan Akibat Perubahan Baha Baku Emas.....	47
Tabel 5.5 Perubahan Keuntungan Akibat Perubahan Kapasitas Mesin.....	48

# **BAB I**

## **PENDAHULUAN**

Pada bagian pendahuluan ini akan dibahas mengenai latar belakang penyusunan penelitian, perumusan masalah, tujuan dan manfaat dilakukan penelitian serta ruang lingkup penelitian yang terdiri atas batasan dan asumsi..

### **1.1. Latar Belakang Masalah**

Di era pasar bebas yang penuh dengan persaingan yang ketat, menjadi suatu kewajiban bagi setiap perusahaan untuk mampu bertahan dengan persaingan yang ada dengan jalan selalu meningkatkan efektifitas dan efisiensinya dalam menjalankan produksi. Hal ini mutlak dibutuhkan untuk mempertahankan eksistensi perusahaan dalam menghadapi persaingan yang semakin ketat dan kompetitif. Adapun salah satu tujuan dari peningkatan efektifitas dan efisiensi dalam proses produksi adalah untuk meminimumkan biaya produksi sehingga keuntungan yang akan didapat bisa semaksimal mungkin.

Perencanaan produksi agregat adalah sebuah proses yang membantu perusahaan untuk meningkatkan pelayanan terhadap *customer*, mempersingkat waktu pengiriman barang, meminimumkan persediaan, dan menstabilkan laju produksi serta membantu perusahaan dalam menjalankan bisnis perusahaan. (Chase, Jacobs, & Aquilano, 2006). Akan tetapi dalam prosesnya produksi setiap perusahaan akan dihadapkan pada persoalan mengoptimalkan lebih dari satu tujuan. Tujuan-tujuan dari proses produksi tersebut ada yang saling berkaitan dan ada juga yang saling bertentangan sehingga ketika tujuan yang satu optimal bisa saja mengakibatkan tujuan yang lain kurang optimal atau bisa juga merugikan tujuan yang lain. Oleh karena itu penting untuk melakukan perencanaan yang cukup matang serta diperlukan metode penyelesaian yang dapat mengkombinasikan solusi optimal dari faktor-faktor yang tidak bersesuaian.

PT. X adalah perusahaan yang memproduksi perhiasan berbentuk gelang, cincin, kalung, anting dan emas 24 karat berbentuk koin dan batang. dimana hasil-hasil produksinya telah dipasarkan di dalam negeri sampai luar negeri. Bentuk perhiasan yang diproduksi tersebut juga dibedakan menjadi 2 bagian yaitu

produk variasi dan polos. Jenis perhiasan yang selama ini mempunyai penjualan yang tinggi adalah jenis kalung. Penjualan Kalung variasi dan kalung polos selama ini memberikan kontribusi lebih dari 30% dari total penjualan seluruh produk untuk setiap bulannya. Dapat dilihat pada tabel 1.1 adalah penjualan produk kalung jenis kalung polos. Terdapat 8 model kalung polos favorit yaitu KKP2226, KKP0121, KKP0117, KKP0281, KKP0277, KKP0096, KKP1267, KKP0283. Jumlah penjualan dari 8 model tersebut rata-rata lebih dari 10% dari total penjualan keseluruhan produk yang terjual dari PT.X untuk setiap bulannya.

Tabel 1.1 Tabel Penjualan model Kalung Polos dalam Kg tahun 2016  
PT.'X'

Bulan / Tahun	KKP 2226	KKP 0121	KKP 0117	KKP 0281	KKP 0277	KKP 0096	KKP 1267	KKP 0283
Januari	28,945	24,680	26,632	40,645	28,840	27,616	17,726	20,758
Februari	9,850	7,110	2,368	13,835	12,240	6,888	6,018	8,004
Maret	14,480	15,180	10,696	14,930	7,740	7,252	7,082	12,806
April	28,135	20,630	22,506	31,885	30,010	18,756	16,886	30,008
Mei	22,765	28,450	15,176	30,355	20,870	17,076	18,972	28,452
Juni	63,720	46,720	50,976	72,160	67,970	42,480	38,232	67,968
Juli	9,205	7,780	8,496	13,455	9,210	8,496	5,664	6,372
Agustus	20,275	14,480	4,342	30,415	26,060	14,480	13,032	17,376
September	21,285	26,610	14,192	28,380	19,510	15,966	17,742	26,612
Oktober	34,640	43,300	23,096	46,190	31,750	25,984	28,872	43,308
Nopember	47,175	34,590	37,736	53,465	50,320	31,452	28,308	50,320

Sumber : Dept.Marketing PT.X

Dalam pelaksanaan produksinya, PT. X saat ini dalam menentukan jumlah kalung yang akan diproduksi, PT. X memproduksi jumlah yang sama untuk model yang sama seperti tahun sebelumnya. Jadi akan ada kemungkinan mesin tidak digunakan untuk memproduksi ketika jumlah yang diproduksi sedikit. Dalam proses pembuatan kalung polos dibutuhkan waktu 4,8 hari untuk membuat model KKP2226, KKP0121, KKP0117, KKP0096, KKP1267 dan dibutuhkan waktu 5,8 hari untuk membuat model KKP0281, KKP0277 dan KKP0283.

Oleh karena itu, PT. X membutuhkan perencanaan kapasitas produksi yang optimal untuk menentukan jumlah produk yang akan diproduksi sehingga dapat memenuhi permintaan konsumen dengan mempertimbangkan biaya produksi yang dikeluarkan, pendapatan yang akan diterima, dan waktu produksi yang terbatas. Dalam pembuatan perhiasan dibutuhkan waktu sehari-hari, sehingga untuk dapat memenuhi besarnya permintaan di periode depan, diperlukan prediksi untuk menentukan besarnya permintaan. Selain itu perusahaan harus lebih memperhatikan pemilihan produk perhiasan yang dibuat sehingga memberikan keuntungan yang maksimal bagi perusahaan.

Pada penelitian ini akan dibahas model untuk optimisasi perencanaan produksi kalung polos dengan menggunakan metode *mixed integer programming*. Tujuan menggunakan metode ini adalah untuk mengoptimalkan produk yang akan diproduksi berdasarkan *demand* yang didapat dari hasil peramalan dan sumber daya yang dimiliki perusahaan. Adapun yang menjadi tujuan dalam penelitian ini adalah memenuhi permintaan konsumen, memaksimalkan pendapatan, memaksimalkan penggunaan kapasitas mesin. Selanjutnya, penyelesaian pemodelan *mixed integer programming* akan dibantu dengan software LINGO.

## **1.2. Perumusan Masalah**

Pada penelitian ini akan dibahas mengenai bagaimana tren dan prediksi permintaan 8 model kalung polos di PT.X, Bagaimana melakukan sistem produksi kalung polos yang optimal. Kemudian bagaimana menentukan model kalung polos yang akan diproduksi untuk memperoleh keuntungan yang maksimal.

## **1.3. Tujuan Penelitian**

Tujuan dari penelitian ini adalah sebagai berikut:

1. Mengetahui dan melakukan peramalan terhadap tren penjualan masa lalu kalung polos PT.X.
2. Memodelkan sistem produksi untuk memaksimalkan keuntungan sesuai dengan hasil peramalan.
3. Hasil optimasi digunakan untuk mendapatkan kombinasi produk kalung polos mana saja yang akan diproduksi.

#### **1.4. Manfaat Penelitian**

Manfaat dari penelitian ini adalah sebagai berikut:

1. Memberikan gambaran kebutuhan produk kalung polos yang akurat berdasarkan hasil peramalan sebagai dasar pertimbangan bagi perusahaan dalam perencanaan produksinya.
2. Menggunakan sumber daya yang dimiliki perusahaan menjadi optimal karena didasarkan pada kebutuhan pasar dan keuntungan yang maksimal.
3. Sebagai acuan bagi perusahaan apabila terjadi lonjakan permintaan maka perusahaan lebih tepat mengambil keputusan produk mana yang harus diprioritaskan

#### **1.5. Batasan dan Asumsi Penelitian**

##### **Batasan**

1. Penelitian ini dilakukan di PT.X yang berlokasi di Surabaya, Jawa Timur.
2. Data produksi perhiasan yang diambil berdasarkan penjualan historis dari Desember 2013 – Nopember 2016.
3. Penelitian hanya membahas tentang perencanaan produksi untuk produk kalung polos yang di jual lokal (di Indonesia).
4. Produk yang diteliti adalah produk asesoris berupa Kalung polos.

##### **Asumsi**

1. Kebutuhan akan produk kalung polos diasumsikan untuk setiap bulannya tidak terpengaruh oleh musim, tradisi atau peringatan tertentu.
2. Kapasitas mesin yang dimiliki perusahaan diasumsikan tetap atau selama tahun berjalan tidak terjadi penambahan mesin.
3. Produktivitas sumber daya perusahaan diasumsikan tetap.

#### **1.6. Sistematika Penulisan**

Struktur penelitian ini disusun sebagai berikut:

## **BAB I PENDAHULUAN**

Bab ini menguraikan tentang latar belakang masalah, rumusan masalah, tujuan penelitian, batasan masalah, dan sistematika penulisan.

## **BAB II TINJAUAN PUSTAKA**

Bab ini berisi uraian tentang penelitian yang relevan dengan penelitian ini. Berisi tentang konsep dan prinsip dasar yang diperlukan untuk memecahkan masalah. Teori yang digunakan mengenai konsep metode peramalan, metode *Mixed Integer Programming*, serta perhitungan lain yang juga penting dalam penyelesaian masalah.

## **BAB III METODOLOGI PENELITIAN**

Bab ini menguraikan kerangka pemikiran, teknik pengumpulan data, metode pengolahan data dan metode analisis.

(Halaman ini sengaja diosongkan)



## **BAB II**

### **TINJAUAN PUSTAKA**

Pada bab ini dijelaskan mengenai perencanaan produksi, metode forecasting, dan permodelan linear programming yang digunakan

#### **2.1 Proses Produksi Perhiasan**

Pada dasarnya bahan baku dalam produksi perhiasan adalah emas (Au), perak (Ag), tembaga (Cu) dan logam-logam lain sesuai kebutuhan. Komposisi dari logam-logam tersebut bisa disesuaikan terhadap permintaan. Tahapan dari proses pembuatan perhiasan adalah:

1. Proses campur bahan

Pada tahap ini bahan baku dibedakan berdasarkan kadar emas dan alloy yang digunakan.

2. Proses lebur

Pada tahap ini bahan yang akan dilebur dibedakan menjadi bentuk kawat dan plat.

3. Proses Rolling, Annealing dan Drawing

Setelah melalui proses lebur, kawat dan plat tersebut dibentuk dengan dimensi yang diinginkan melalui proses Rolling, Annealing dan Drawing.

4. Proses pembentukan

Bahan kawat dan plat yang sudah membentuk dimensi yang diinginkan tersebut dibentuk menjadi rantai dengan menggunakan mesin sesuai bentuk yang diinginkan.

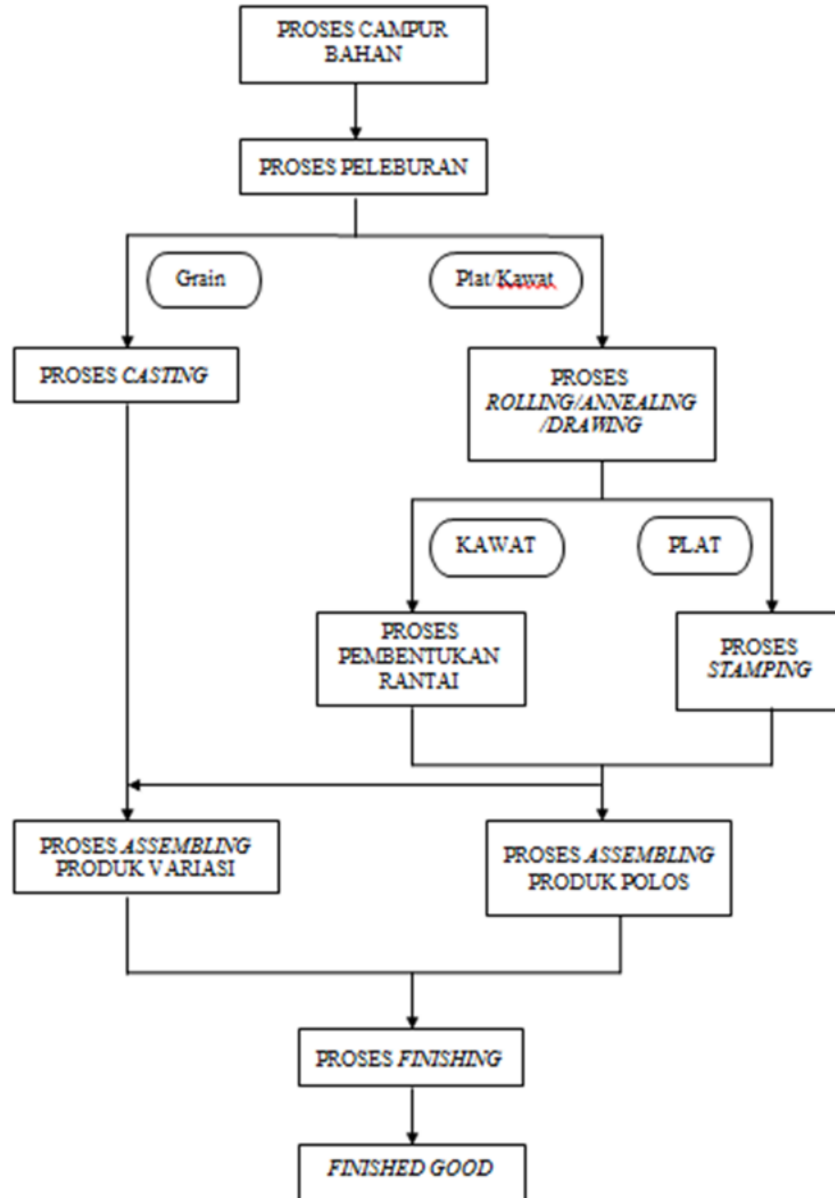
5. Proses Assembling

Pada tahap ini dilakukan penggabungan seperti penambahan batu dengan hasil yang sudah dibuat pada proses pembentukan

6. Proses finishing all

Pada tahap ini adalah tahapan akhir dari proses produksi perhiasan sebelum dikirimkan ke bagian marketing. Tahapan ini memberikan tambahan detail-detail agar perhiasan terlihat lebih menarik. Tahap ini

meliputi proses poles dan sepuh. Diagram alir pembuatan perhiasan dapat dilihat pada gambar 2.1



Gambar 2.1 Alir Pembuatan Perhiasan

## 2.2 Perencanaan Agregat

Perencanaan agregat adalah proses perencanaan yang dibentuk dengan memanfaatkan sumber daya yang tersedia semaksimal mungkin untuk memenuhi permintaan pelanggan. Dalam perencanaan agregat dapat mengoptimalkan tingkat persediaan, mempersingkat waktu pengiriman barang, dan penstabilan laju

produksi serta membantu perusahaan dalam menjalankan bisnis perusahaan. Perencanaan produksi agregat di desain untuk membantu perusahaan dalam menyeimbangkan permintaan dan pasokan barang terhadap pelanggan (Chase, Jacobs, & Aquilano, 2006).

Perencanaan agregat merupakan bagian dari sistem perencanaan produksi yang lebih besar, sehingga pemahaman mengenai keterkaitan antara rencana dan beberapa faktor internal dan eksternal merupakan sesuatu yang berguna. Perencanaan agregat biasa digunakan oleh seseorang untuk menentukan keputusan yang akan di ambil dalam meningkatkan kapasitas dan memenuhi permintaan yang diperoleh dari hasil peramalan dengan cara menyesuaikan jumlah produksi, tenaga kerja, persediaan, tingkat subkontrak, pekerjaan lembur, atau faktor lain yang dapat dikendalikan, hal ini dilakukan dengan tujuan untuk meminimalkan biaya produksi perusahaan.

Menurut Heizer dan Render (2004) input dari perencanaan agregat terdiri dari 4 hal utama, yaitu sumber daya, peramalan permintaan, kebijakan perusahaan, dan biaya. Berikut penjelasan dari masing-masing hal tersebut:

- Sumber daya, terdiri dari sumber daya manusia dan fasilitas yang dimiliki perusahaan.
- Peramalan permintaan yang diperoleh dari data historis permintaan masa lalu, yang digunakan untuk memprediksi jumlah permintaan di masa depan.
- Kebijakan perusahaan, di dalamnya misalnya adalah subkontrak dengan perusahaan lain. Kebijakan mengenai tingkat persediaan, pemesanan kembali, dan melakukan lembur.
- Biaya, yang termasuk dalam biaya adalah penyimpanan persediaan, biaya pemesanan, biaya yang muncul bila melakukan subkontrak, dan biaya lembur serta biaya bila terdapat perubahan persediaan.

Sedangkan output atau hasil yang diinginkan dari perencanaan agregat adalah:

- Meminimalkan besarnya biaya total yang harus dikeluarkan atas perencanaan yang dibuat.
- Proyeksi atas tingkat persediaan, yang termasuk didalamnya adalah persediaan, output, pekerja, subkontrak, dan pemesanan kembali.

- Memaksimalkan tingkat pelayanan konsumen.
- Meminimalisir perubahan pada tingkat angkatan kerja dan tingkat produksi.
- Memaksimalkan penggunaan atas unit-unit produksi dan perlengkapan produksi.

Menurut Heizer dan Render (2004), Perencanaan produksi agregat merupakan suatu pendekatan untuk menentukan kuantitas dan waktu produksi pada jangka menengah (biasanya 3 hingga 18 bulan ke depan). Tujuan utama dari perencanaan agregat adalah menentukan kondisi optimal antara laju produksi, jumlah kebutuhan tenaga kerja, dan jumlah persediaan. Laju produksi adalah jumlah unit produk yang telah di produksi dalam waktu tertentu (per jam atau per hari). Jumlah tenaga kerja adalah total tenaga kerja yang dibutuhkan untuk melakukan produksi ( $\text{produksi} = \text{laju produksi} \times \text{jumlah tenaga kerja}$ ). Jumlah persediaan adalah jumlah produk yang disimpan, yang tidak ikut terjual dalam kurun waktu penjualan sebelumnya.

### **2.3 Metode Peramalan**

Peramalan adalah sebuah prediksi tentang apa yang akan terjadi di masa mendatang (Hanke and Reitsch, 1998). Pada dasarnya peramalan merupakan proses menyusun informasi tentang kejadian masa lampau yang berurutan untuk menduga kejadian di masa depan. Peramalan pada umumnya digunakan untuk memprediksi suatu kemungkinan yang akan terjadi misalnya kondisi permintaan, kondisi ekonomi, dan lain-lain. Namun, ketepatan dalam memprediksi peristiwa dan tingkat kejadian yang akan datang tidak mungkin mutlak dicapai.

Terdapat 2 (dua) langkah dasar yang harus dilakukan dalam membuat dan menghasilkan suatu peramalan yang akurat (Hanke and Reitsch, 1998). Langkah pertama adalah pengumpulan data yang relevan dengan tujuan peramalan dan memuat informasi-informasi yang dapat menghasilkan peramalan yang akurat. Langkah kedua adalah memilih metode peramalan yang tepat yang akan digunakan dalam mengolah informasi yang telah dikumpulkan.

### 2.3.1 Metode-metode Peramalan

Secara umum metode peramalan dapat diklasifikasikan dalam dua kategori utama, yaitu :

#### 1. Peramalan Kualitatif

Peramalan kualitatif merupakan peramalan yang didasarkan atas data kualitatif pada masa lalu, misalnya tentang selera konsumen terhadap suatu produk atau survei tentang loyalitas konsumen. Hasil peralaman kualitatif pengembangannya berdasarkan estimasi subyektif dan opini para ahli. Contoh metode peramalan kualitatif adalah metode etimasi subyektif, survei, dan Delphi.

#### 2. Peramalan Kuantitatif

Peramalan kuantitatif merupakan peramalan yang berdasarkan data kuantitatif masa lalu yang diperoleh melalui pengamatan nilai-nilai sebelumnya secara statistik dan matematis. Metode ini didasarkan atas prinsip-prinsip statistik yang memiliki tingkat ketepatan tinggi atau dapat meminimumkan kesalahan (*error*), serta lebih sistematis dan lebih populer dalam penggunaannya. Metode peramalan kuantitatif sendiri terbagi menjadi 2(dua) metode, yaitu metode deret berkala (*time series*) dan metode kausal (Sebab-akibat). Yang termasuk dalam deret berkala adalah *Moving Average*, dekomposisi, pemulusan eksponensial dan ARIMA (*Autoregressive Integrated Moving Average*), sedang yang termasuk metode kausal adalah metode Ekonometrika, analisa Regresi dan input-output (Mason and Lind, 1999). Hasil peramalan yang dibuat tergantung pada metode yang digunakan, dan jika digunakan metode yang berbeda akan diperoleh hasil peramalan yang berbeda pula.

### 2.3.2 Metode *Time Series*

*Time Series* atau deret berkala adalah himpunan observasi data terurut dalam waktu yang berjarak sama (mingguan, bulanan, tahunan). Metode *time series* adalah metode peramalan yang menggunakan analisis pola hubungan antara variabel yang akan diperkirakan dengan variabel waktu, dan biasanya digambarkan dalam bentuk grafik yang menunjukkan perilaku subyek. Peramalan

suatu data *time series* perlu memperhatikan tipe atau pola data. Menurut Hanke dkk (2001) terdapat empat macam pola data *time series*, yaitu :

1. Horizontal (*Stationary*)

Tipe data horizontal adalah ketika data observasi berubah-ubah di sekitar tingkatan atau rata-rata yang konstan. Sebagai contoh data penjualan tiap bulan suatu produk tidak meningkat atau menurun secara konsisten pada suatu waktu. Metode yang bisa digunakan dalam melakukan peramalan untuk data horizontal adalah *simple moving average*, *moving average*, *simple exponential smoothing*, dan *Box-Jenkins*.

2. Musiman (*Seasonal*)

Tipe data musiman ialah ketika pola data dipengaruhi oleh musiman, yang ditandai dengan adanya pola perubahan yang berulang secara otomatis dari tahun ke tahun. Sebagai contoh adalah pola data pembelian buku baru pada tahun ajaran baru. Metode yang bisa digunakan dalam melakukan peramalan untuk data musiman adalah *decomposition*, *Winter's exponential smoothing*, *multiple regression* dan *Box-Jenskina*.

3. Tren

Tipe data tren terjadi bilamana data pengamatan mengalami kenaikan atau penurunan selama periode jangka panjang. Sebagai contoh adalah data harga suatu produk yang terus meningkat dari tahun ke tahun, Metode yang bisa digunakan dalam melakukan peramalan untuk data tren adalah *linear moving average*, *Brown's linear exponential smoothing*, *Holt's linear exponential smoothing*, *simple regression* dan *exponential model*.

4. Siklus (*Cyclical*)

Tipe data siklus terjadi bilamana deret data dipengaruhi oleh fluktuasi ekonomi jangka panjang. Sebagai contoh adalah data-data pada kegiatan ekonomi dan bisnis. Metode yang bisa digunakan dalam melakukan peramalan untuk data siklus adalah *decomposition*, *economic indicators*, *econometric models*, dan *multiple regression*.

### 2.3.3 Mean Absolute Deviation

Beberapa metode telah banyak diteliti untuk menghitung derajat kekeliruan (*error*). *Standard error*, *mean squared error (variance)*, dan *mean absolute deviation* merupakan metode yang digunakan dalam menghitung derajat kekeliruan suatu peramalan.

*Mean absolute deviation (MAD)* merupakan suatu metode simple dan sangat berguna dalam memperoleh sinyal pelacakan (*tracking signals*). MAD merupakan nilai rata-rata dari error didalam sebuah peramalan dengan menggunakan nilai yang mutlak (absolut). MAD dihitung menggunakan perbedaan antara aktual permintaan dengan nilai peramalan. Perhitungan MAD dapat dilihat dibawah ini:

$$MAD = \frac{\sum_{i=1}^n |A_t - F_t|}{n} \quad (2.1)$$

Dimana:

- t = Periode perencanaan
- A = Aktual permintaan selama periode
- F = Nilai peramalan selama periode
- n = Jumlah periode peramalan

Dengan menggunakan MAD dalam menghitung derajat kekeliruan, dapat disimpulkan bahwa:

1. Nilai MAD yang ideal adalah bernilai 0, dimana nilai tersebut mengindikasikan bahwa tidak ada *error* dalam perencanaan tersebut.
2. Semakin tinggi nilai MAD, mengindikasikan bahwa model perencanaan yang digunakan semakin tidak akurat.

## 2.4 Metode Linear Programming

Linear Programming merupakan salah satu teknik riset operasi yang mampu menyelesaikan masalah optimasi sejak diperkenalkan di akhir dasawarsa 1940-an. Linear programming sudah berhasil menjabarkan berbagai situasi kehidupan nyata seperti di bidang militer, industri, pertanian, transportasi, ekonomi dan bahkan ilmu sosial. Selain itu, tersedianya program komputer yang

sangat efisien untuk memecahkan masalah pemrograman linier merupakan faktor penting dalam tersebarnya penggunaan teknik ini. Teknik pemrograman linier memberikan analisa pasca-optimum dan analisis parametrik yang sistematis untuk memungkinkan pengambilan keputusan (Taha, 1996).

Permasalahan model program linier dapat memiliki pembatas-pembatas linier yang bertanda ( $\leq, =, \geq$ ) dan peubah-peubah keputusannya dapat merupakan peubah non-negatif, dapat pula peubah yang tak terbatas. Pemrograman dimulai dengan formulasi umum dari permasalahan yang ada dimana formulasi umum tersebut terdiri dari fungsi tujuan yang akan dicari solusi optimalnya baik itu dalam memaksimalkan maupun meminimumkan berdasarkan ketentuan yang tersedia yang dirumuskan dalam fungsi pembatas. Terdapat bentuk standar yang menjadi sifat pemrograman linier yaitu antara lain :

1. Semua pembatas linier membentuk persamaan dengan ruas kanan yang non-negatif
2. Semua peubah keputusan harus merupakan peubah non-negatif
3. Fungsi tujuan dapat berupa maksimasi atau minimasi

Berdasarkan ketentuan tersebut, beberapa cara yang dapat digunakan untuk mengubah bentuk permasalahan pemrograman linier dari bentuk asli ke dalam bentuk standart adalah :

1. Pembatasan linier (*Linear Constraint*)
  - a) Pada pembatasan linier bertanda " $\leq$ " dapat dibentuk menjadi suatu persamaan " $=$ " dengan cara menambahkan ruas kiri dengan *Slack Variable* (Peubah Penambahan). *Slack Variable* digunakan untuk mewakili jumlah kelebihan ruas kanan pembatasan linier dibandingkan dengan ruas kirinya, sehingga dapat diartikan untuk mewakili jumlah sumber daya yang tidak dapat dipergunakan. Misalnya dalam batasan :

$$X_1 + X_2 \leq 8 \quad (2.2)$$

Maka tambahkan *slack variable*  $S_1 \geq 0$  ke sisi kiri untuk memperoleh persamaan :

$$X_1 + X_2 + S_1 = 8, S_1 \geq 0 \quad (2.3)$$



- b) Pada pembatas linier bertanda “ $\geq$ ” dapat dibentuk menjadi suatu persamaan “ $=$ ” dengan cara mengurangi ruas kiri dari pembatas linier dengan *surplus variable* (peubah penambah negatif). Pada pembatas linear bertanda “ $\geq$ ”, ruas kanan umumnya mewakili penetapan persyaratan minimum, sehingga *surplus variable* dapat diartikan untuk mewakili jumlah kelebihan ruas kiri pembatas linier dibandingkan persyaratan minimumnya.

Misalnya dalam batasan :

$$3X_1 + 2X_2 - 2X_3 \geq 6 \quad (2.4)$$

Karena sisi kanan pembatas linier lebih kecil dari pada sisi kirinya, maka dikurangkan dengan *surplus variable*  $S_2 \geq 0$  dari sisi kiri untuk memperoleh persamaan:

$$3X_1 + 2X_2 + 2X_3 - S_2 = 6, S_2 \geq 0 \quad (2.5)$$

- c) Ruas kanan dari suatu persamaan dapat dijadikan bilangan non-negatif dengan cara mengalikan kedua ruas dengan -1.  
d) Arah pertidaksamaan berubah jika kedua ruas dikalikan dengan -1.

## 2. Peubah Keputusan

Suatu peubah keputusan  $X_i$  yang tidak terbatas dalam tanda dapat dinyatakan sebagai dua peubah keputusan non-negatif dengan menggunakan substitusi :

$$X_i = X_i^1 + X_i^2 \quad (2.6)$$

Dengan  $X_i^1, X_i^2 \geq 0$ . Selanjutnya substitusi ini harus dilakukan pada seluruh pembatas linier dan fungsinya.

## 3. Fungsi Tujuan

Pemasalahan model pemrograman linier standar dapat berubah memaksimumkan  $f(x)$  atau meminimumkan  $f(x)$ . Model matematika pemrograman linier dapat ditulis dalam bentuk formulasi umum seperti contoh berikut :

Fungsi Tujuan :

$$\text{Optimalkan } f(x) = c_1x_1 + c_2x_2 + \dots + c_nx_m \quad (2.7)$$

$$\begin{aligned} \text{Batasan} \quad & a_{m1}x_1 + a_{m2}x_2 + \dots + a_{mn}x_m \leq b_n, \text{ atau} \\ & a_{m1}x_1 + a_{m2}x_2 + \dots + a_{mn}x_m \geq b_n, \text{ atau} \\ & a_{m1}x_1 + a_{m2}x_2 + \dots + a_{mn}x_m = b_n, \\ & x_1, x_2, \dots, x_m \geq 0 \end{aligned}$$

Dimana :

$x_j$  = Variabel keputusan pemrograman linier

$f(x)$  = Fungsi Tujuan

$c_i$  = Koefisien fungsi tujuan

$a_{ij}$  = Koefisien fungsi kendala

$b_i$  = Nilai fungsi kendala

Untuk nilai  $i = 1, 2, 3, \dots, n$

Untuk nilai  $j = 1, 2, 3, \dots, m$

Berdasarkan formulasi umum pemrograman linier yang dijelaskan pada persamaan (2.6) diatas, terdapat dua kategori permasalahan yaitu masalah maksimasi dan minimasi. Masing-masing dijelaskan dalam persamaan (2.7) dan (2.8) pada formulasi sebagai berikut :

$$\text{Maksimasi} \quad : f(x) = c_1x_1 + c_2x_2 + \dots + c_nx_m \quad (2.8)$$

$$\begin{aligned} \text{Batasan} \quad & : a_{m1}x_1 + a_{m2}x_2 + \dots + a_{mn}x_m \leq b_n \\ & x_1, x_2, \dots, x_m \geq 0 \end{aligned}$$

$$\text{Minimasi} \quad : f(x) = c_1x_1 + c_2x_2 + \dots + c_nx_m \quad (2.9)$$

$$\begin{aligned} \text{Batasan} \quad & : a_{m1}x_1 + a_{m2}x_2 + \dots + a_{mn}x_m \geq b_n \\ & x_1, x_2, \dots, x_m \geq 0 \end{aligned}$$

## 2.5 Metode Mixed Integer Programming

*Mixed Integer Programming* merupakan metode yang dikembangkan dari linear programming dan integer programming. Integer programming pada dasarnya sama dengan metode *linear programming*, hanya terdapat tambahan fungsi pembatas yang memaksa agar variabel-variabel keputusan mempunyai nilai bilangan bulat. Ada tiga jenis model integer linear programming, yaitu :

1. *Pure integer programming*

*Pure integer programming* digunakan jika semua variable keputusan diharapkan mempunyai nilai berupa bilangan bulat.

2. *Binary integer programming*

*Binary integer programming* digunakan jika semua variable keputusan mempunyai nilai 0 yang berarti 'tidak' atau 1 'ya'.

3. *Mixed integer programming*

*Mixed integer programming* digunakan jika variable keputusan diharapkan ada yang mempunyai nilai *integer* dan ada nilai yang berupa pecahan.

## 2.6 Penelitian Terdahulu

Dalam melakukan penelitian diperlukan suatu landasan teori yang dipergunakan untuk mendukung teori yang diajukan. Landasan yang dapat digunakan sebagai acuan adalah dengan menggunakan penelitian terdahulu. Berikut adalah beberapa penelitian terdahulu yang dipandang relevan dan dapat dijadikan pendukung dalam penelitian ini :

**1. Raja Jayaraman & Cinzia Colapinto 2015. Multi-criteria model for sustainable development using goal programming applied to the United Arab Emirates. *International Journal of Production Economics* , Volume 3, hal. 447-454**

Penelitian ini memiliki tujuan menggali potensi trade off antara (pertumbuhan Produk Domestik Bruto, konsumsi listrik, dan alokasi sumber daya) dengan kemungkinan peningkatan emisi gas rumah kaca dan dampak relatif pada perencanaan energi untuk keberlanjutan jangka panjang. Sehingga dapat memberikan kerangka ideal untuk membuat keputusan yang digunakan untuk mendapatkan solusi optimal untuk masalah dengan beberapa tujuan bersaing untuk merencanakan dan memprioritaskan alokasi sumber daya.

**2. Reay-Chen Wang & Tien-Fu Liang, 2005. Applying possibilistic linear programming to aggregate production planning. *International Journal of Production economics* , Volume 98, hal. 328-341.**

Penelitian ini menyajikan sebuah pendekatan menggunakan possibilistic linear programming (PLP) untuk memecahkan *multiproduct*

aggregate production planning (APP) dengan ketidaktepatan permintaan, biaya operasi yang terkait, dan kapasitas. Pendekatan yang diusulkan upaya untuk meminimalkan biaya total dengan mengacu tingkat persediaan, tingkat tenaga kerja, lembur, subkontrak dan tingkat *backordering*, dan tenaga kerja, mesin dan kapasitas gudang.

**3. Dwi Wulandhari. (2015), Perencanaan Produksi Pakan Ternak pada PT.ABC Menggunakan Metode Linear Programming, Tesis Magister., Institut Teknologi Sepuluh Nopember, Surabaya.**

Penelitian melakukan optimasi terhadap perencanaan produksi pakan ternak. Dengan menggunakan ARIMA sebagai metode peramalan karena data dianggap *stationer* dan menggunakan linear programming untuk optimasi, penelitian ini menemukan bahwa komposisi bahan baku akan berbeda beda tiap bulannya sesuai hasil peramalan, sehingga dalam penelitian ini metode peramalan mendapat porsi yang tinggi dalam menentukan komposisi bahan baku yang akan digunakan.

Tabel 2.1 Posisi penelitian

No	Peneliti (Tahun)	Judul	Peramalan		Metode Pemodelan		
			Ya	Tidak	Linear Programming	Goal Programming	Mixed Integer Programming
1	Raja Jayaraman (2015)	<i>Multi-criteria model for sustainable development using goal programming applied to the United Arab Emirates</i>	√			√	
2	Reay-Chen & Tien-Fu (2005)	<i>Applying possibilistic linear programming to aggregate production planning</i>	√		√		
3	Dwi Wulandhari (2015)	<i>Perencanaan Produksi Pakan Ternak pada PT.ABC Menggunakan Metode Linear Programming</i>	√		√		
4	Zulfikar Cahya (2016)	<i>Peramalan Dan Perencanaan Produksi pada Produksi Emas di PT.X</i>	√				√

Dari beberapa penelitian yang telah dilakukan oleh peneliti sebelumnya, perbedaan yang terdapat pada penelitian kali ini adalah pada metode yang digunakan yaitu *mixed integer programming*. Hal ini dikarenakan variable keputusannya adalah berupa nilai integer yaitu jumlah produk yang akan diproduksi, sedangkan untuk nilai seperti koefisien keuntungan dan perubahan kurs adalah berupa nilai pecahan. Selain itu pada penelitian kali ini, peneliti melakukan peramalan untuk permintaan 3 periode ke depan yaitu bulan Januari, februari dan maret 2017 dengan menggunakan data *history* selama 36 bulan (3 tahun).

(Halaman ini sengaja dikosongkan)

## **BAB III**

### **METODOLOGI PENELITIAN**

Penelitian merupakan serangkaian langkah-langkah yang dilakukan secara terencana dan sistematis untuk dapat memecahkan suatu masalah atau mendapat jawaban terhadap permasalahan tertentu. Untuk memecahkan masalah diperlukan adanya informasi yang lengkap mengenai faktor-faktor yang berhubungan agar menghasilkan suatu bentuk pemecahan masalah yang terintegrasi.

Di dalam bab ini dibahas tahap demi tahap dari penelitian dan diagram alur penelitian yang disajikan pada gambar 3.1. Penelitian yang akan dilakukan terdiri dari beberapa tahap, yaitu tahap identifikasi permasalahan dan pengumpulan data, tahap peramalan, tahap pengembangan model, pengolahan data, analisa dan kesimpulan.

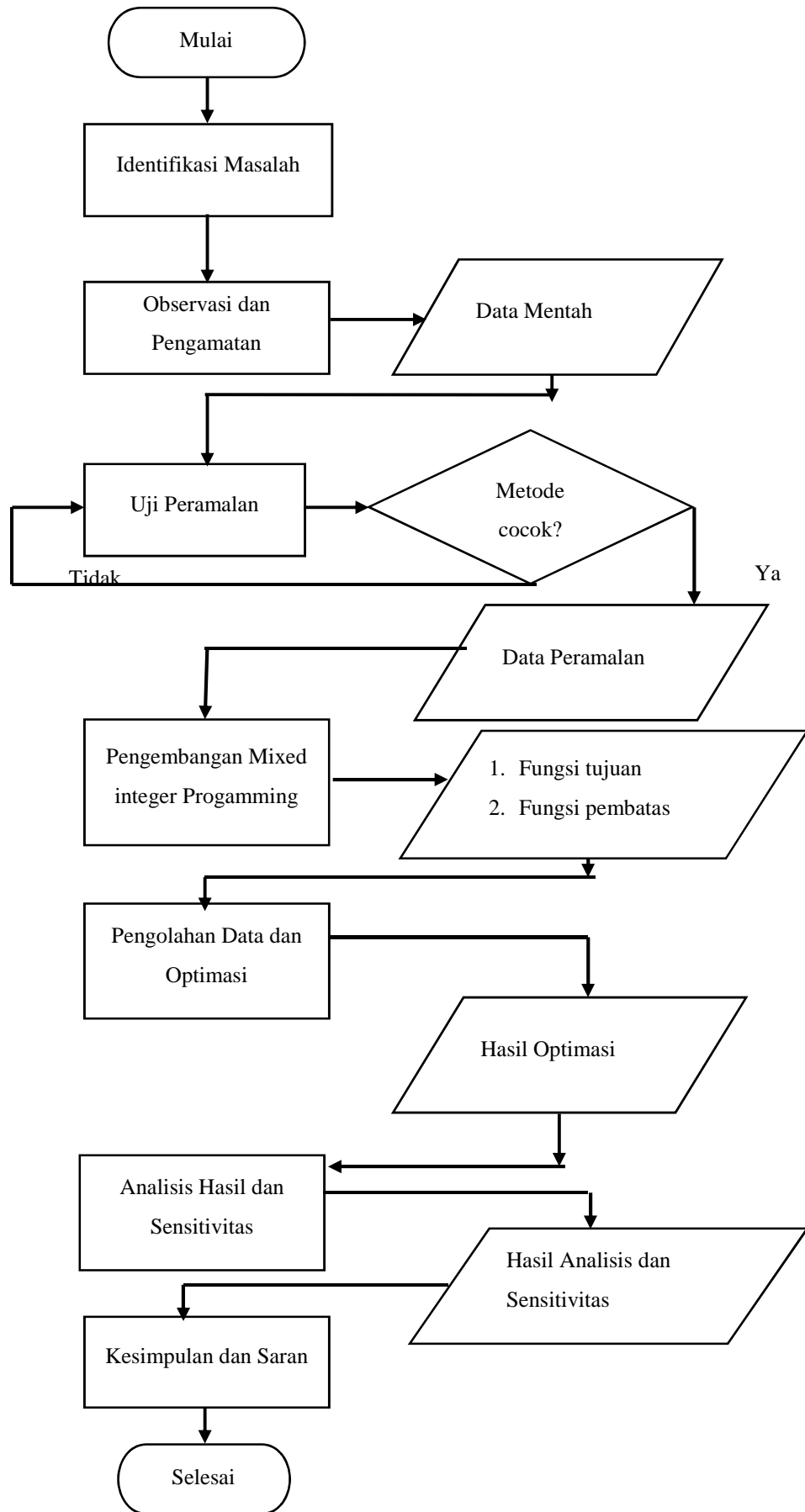
#### **3.1 Identifikasi Masalah dan Pengumpulan data**

Dalam tahap ini disusun perumusan masalah dan penetapan tujuan penelitian, serta konsep-konsep teori pendukungnya. Tahap ini juga dilakukan identifikasi masalah yang dihadapi yaitu produk mana yang diproduksi dan jumlah yang harus diproduksi berdasarkan sumber daya dan batasan lain yang dimiliki oleh perusahaan agar didapat keuntungan yang maksimal.

Mengingat banyaknya produk yang dimiliki oleh perusahaan, maka tahap awal yang perlu dilakukan adalah mengelompokkan jenis produk yang akan diamati. Dalam penelitian ini akan mengamati produk jenis kalung saja karena jenis produk dengan permintaan paling tinggi adalah produk jenis kalung polos.

Data-data yang dibutuhkan dalam penelitian ini diperoleh dari pembukuan perusahaan maupun dari hasil wawancara dengan para pegawai di perusahaan tersebut dan berupa

- Harga pokok produksi
- Sumber daya yang dimiliki perusahaan
- Profit per produk
- Permintaan produk
- Data-data lain yang menunjang keberhasilan penelitian



**Gambar 3.1 Diagram Metodologi Penelitian**



### 3.2 Peramalan

Peramalan dilakukan untuk menentukan permintaan atau *demand* yang akan terjadi di beberapa periode kedepan. Jumlah permintaan produk yang ada tiap periodenya merupakan target yang harus dipenuhi untuk memaksimalkan keuntungan yang ada dengan mengambil data historis permintaan yang telah ada. Adapun tahap melakukan peramalan untuk permintaan produk kalung polos adalah sebagai berikut :

1. Melakukan identifikasi data penjualan produk perhiasan emas dari bulan Desember 2013 – Nopember 2016.
2. Melakukan peramalan untuk kebutuhan permintaan / *demand* untuk acuan data bulan Januari 2017 – Maret 2017.

### 3.3 Pengembangan Model

Untuk mendapat keputusan yang optimal dalam penyelesaian masalah digunakan model *mixed integer programming*. Hal pertama yang perlu dilakukan adalah mengidentifikasi masalah ke dalam bentuk matematis. Masalah linear programming adalah masalah optimasi bersyarat, yaitu pencarian nilai maksimal atau minimal suatu fungsi tujuan yang berkenaan dengan keterbatasan-keterbatasan atau syarat yang harus terpenuhi. Adapun komponen utama dalam pengembangan model *mixed integer Programming* adalah sebagai berikut :

#### A. Index

Index adalah definisi penamaan yang akan digunakan pada variabel keputusan, adapun index yang akan digunakan adalah sebagai berikut :

Tabel 3.1 Index penelitian

Index	Definisi
$k$	Kadar perhiasan yang akan diproduksi
$w$	warna sepuh perhiasan yang diproduksi
$b$	berat emas yang digunakan dalam perhiasan
$m$	Jenis model perhiasan yang diproduksi
$n$	Mesin yang digunakan dalam produksi
$t$	Bulan produk diproduksi

## B. Parameter Penelitian

Parameter penelitian berisi tentang data data proses produksi dan jenis perhiasan yang ada dalam penelitian ini. Adapun parameter yang digunakan adalah sebagai berikut :

Tabel 3.2 Parameter penelitian

Parameter	Definisi
$C_{mkwbt}$	Koefisien keuntungan untuk model $-m$ kadar $-k$ warna $-w$ berat $-b$ yang diproduksi pada bulan ke $-t$
$K_t$	Perubahan kurs pada bulan ke $-t$
$F_m$	Berat untuk setiap model $-m$
$S_t$	Total bahan baku emas pada bulan ke $-t$
$Q_{mn}$	Total kapasitas mesin ke $-n$ untuk membuat model $-m$
$A_n$	Total Kapasitas yang dimiliki mesin $-n$
$D_{mkwbt}$	Jumlah Permintaan untuk model $-m$ kadar $-k$ warna $-w$ berat $-b$ yang diproduksi pada bulan ke $-t$

## C. Variabel Keputusan

Variabel keputusan adalah variabel yang menguraikan secara lengkap keputusan-keputusan yang akan dibuat. Adapun variabel keputusan dalam penelitian ini adalah sebagai berikut :

$X_{mkwbt}$  = Jumlah Produk model  $-m$  yang diproduksi dengan kadar  $-k$  menggunakan warna  $-w$  dengan berat  $-b$  gram dan diproduksi untuk bulan ke  $-t$ .

Dimana :

$k$  = Kadar perhiasan  $-k$  yang akan diproduksi

$w$  = warna sepuh  $-w$  perhiasan yang diproduksi

$b$  = berat emas  $-b$  yang digunakan dalam perhiasan

$m$  = Model perhiasan  $-m$  yang diproduksi

$t$  = Bulan  $t$  perhiasan diproduksi

#### D. Perumusan Fungsi Tujuan

Fungsi Tujuan dari penelitian ini adalah memaksimalkan *profit* / keuntungan yang satuannya adalah Gram atau Kilogram dengan melakukan pemilihan produk dan jumlah yang akan diproduksi. Adapun formulasi fungsi tujuannya sendiri adalah sebagai berikut :

$$Max \sum_{m=1}^P \sum_{k=1}^R \sum_{w=1}^V \sum_{b=1}^Y \sum_{t=1}^Z C_{mkwbt} X_{mkwbt} - K_t X_{mkwbt}$$

#### E. Perumusan Fungsi Kendala

Kendala merupakan pembatas yang harus diperhatikan dalam penelitian ini, artinya untuk mencapai tujuan terdapat beberapa batasan-batasan yang tidak bisa dilanggar.

##### 1. Pembatasan bahan baku emas

$$\sum_{m=1}^N \sum_{k=1}^N \sum_{w=1}^N \sum_{b=1}^N X_{mkwbt} * F_m \leq S_t \quad , \forall t$$

##### 2. Pembatasan kapasitas mesin

$$\sum_{m=1}^N \sum_{k=1}^N \sum_{w=1}^N \sum_{b=1}^N X_{mkwbt} * Q_{mn} \leq A_n \quad , \forall m, t$$

##### 3. Pembatasan Demand

$$X_{mkwbt} \geq D_{mkwbt} \quad , \forall k, w, b, t$$

##### 4. Pembatasan Integer

$$X_{mkwbt} = Integer$$

### 3.4 Pengolahan Data

Data-data yang sudah didapat dari tahap pengumpulan data kemudian diolah dengan bantuan suatu program. Pengolahan data permintaan dilakukan dengan metode peramalan dengan bantuan perangkat lunak Minitab 17, sehingga dapat digunakan untuk meramalkan jumlah permintaan emas pada bulan bulan berikutnya. Pengolahan data untuk optimasi sendiri yang menggunakan *mixed integer Programming* dilakukan dengan menggunakan perangkat lunak Lingo

11.0 .Setelah fungsi tujuan dan fungsi kendala dibuat, langkah berikutnya adalah memasukkan formulasi matematis tersebut kedalam program tersebut agar didapatkan solusi optimumnya.

### **3.5 Analisa dan Kesimpulan**

Tahap ini merupakan tahapan terakhir dari keseluruhan proses penelitian yang dilakukan. Pada tahap ini akan dianalisa hasil dari output *software* Lingo 11.0 sehingga dapat ditarik beberapa kesimpulan dengan hasil optimum sesuai dengan tujuan awal dari penelitian ini.

#### **3.5.1 Analisis Sensitivitas dan Hasil penyelesaian**

Hasil yang didapat dari *software* Lingo 11.0 berupa angka-angka yang dapat dinasis dan diterjemahkan kedalam bentuk yang lebih mudah dimengerti sesuai dengan kode-kode yang telah ditetapkan sebelumnya. Output dari Lingo 11.0 berupa jenis produk perhiasan mana saja yang disarankan untuk diproduksi beserta jumlah yang harus diproduksi dengan tujuan memaksimalkan keuntungan, yang disesuaikan dengan jumlah permintaan dari hasil peramalan sebelumnya. Selain itu dilakukan juga analisis sensitivitas untuk mengetahui seberapa besar pengaruh perubahan parameter terhadap solusi optimal.

#### **3.5.2 Kesimpulan dan Saran**

Dari proses analisis hasil yang sudah didapat bisa ditarik suatu kesimpulan berupa berapa jumlah dan jenis perhiasan yang akan diproduksi sehingga dapat memaksimalkan keuntungan yang ada dengan memenuhi *demand*. Adapun kesimpulan dan saran dari penelitian ini bisa menjadi referensi strategi PT.X dalam menentukan perencanaan produksi.

## BAB IV

### PENGUMPULAN DAN PENGOLAHAN DATA

Pada bagian pengolahan data dan pembahasan ini akan dijabarkan mengenai data-data yang digunakan, cara mengolah serta analisis hasil yang didapatkan.

#### 4.1 Pengumpulan Data

Data-data yang dibutuhkan untuk menentukan model produk yang akan diproduksi dan kapasitas mesin yang digunakan adalah :

##### 4.1.1 Model Produk

Model produk kalung polos yang diamati dan diproduksi oleh PT .X terdiri 8 jenis yaitu KKP2226, KKP0121, KKP0117, KKP0281, KKP0277, KKP0096, KKP1267, KKP0283. Model tersebut mempunyai kombinasi warna, kadar dan berat yang bervariasi. Data kombinasi tersebut dapat dilihat pada tabel 4.1.

Tabel 4.1 Model produk dan kombinasi warna, kadar dan berat

Model	Kadar	Warna	Berat (gr)
KKP2226	42	SPM	5
KKP2226	70	SPKNG	5
KKP2226	75	SPKNG	5
KKP0121	70	SPKNG	10
KKP0121	42	SPM	10
KKP0121	75	SPKNG	10
KKP0117	70	SPKNG	8
KKP0117	42	SPM	8
KKP0117	75	SPKNG	8
KKP0277	70	SPKNG	5
KKP0277	75	SPPTH	5
KKP0277	42	SPM	5
KKP0277	42	SPPTH	5

Model	Kadar	Warna	Berat (gr)
KKP0277	75	SPKNG	5
KKP0281	70	SPKNG	10
KKP0281	75	SPPTH	10
KKP0281	42	SPM	10
KKP0281	75	SPKNG	10
KKP0281	42	SPPTH	10
KKP0096	42	SPM	4
KKP0096	70	SPKNG	4
KKP0096	75	SPKNG	4
KKP1267	42	SPM	6
KKP1267	70	SPKNG	6
KKP1267	75	SPKNG	6
KKP0283	70	SPKNG	4
KKP0283	75	SPPTH	4
KKP0283	42	SPM	4
KKP0283	42	SPPTH	4
KKP0283	75	SPKNG	4

#### 4.1.2 Rata-rata Kurs Emas

Pada setiap penjualan model produk, kurs emas berubah-ubah sesuai kurs yang berlaku pada waktu tersebut. Data rata-rata kurs dari bulan desember 2013 – nopember 2016 dapat dilihat pada tabel 4.2

Tabel 4.2 Rata-rata kurs emas per bulan

Bulan-Tahun	Kurs (Rp)	Bulan-Tahun	Kurs (Rp)
Desember-2013	473419	Juni-2015	501265
Januari-2014	482806	Juli-2015	492685
Februari-2014	491687	Agustus-2015	489326
Maret-2014	480783	September-2015	510326
April-2014	476258	Oktober-2015	514528

Bulan-Tahun	Kurs (Rp)	Bulan-Tahun	Kurs (Rp)
Mei-2014	473271	Nopember-2015	488941
Juni-2014	492717	Desember-2015	473777
Juli-2014	485500	Januari-2016	482234
Agustus-2014	471794	Februari-2016	508379
September-2014	472798	Maret-2016	518974
Oktober-2014	458180	April-2016	518208
Nopember-2014	472127	Mei-2016	535584
Desember-2014	473554	Juni-2016	540400
Januari-2015	497802	Juli-2016	554282
Februari-2015	499787	Agustus-2016	559565
Maret-2015	491298	September-2016	553230
April-2015	493283	Oktober-2016	525565
Mei-2015	499441	Nopember-2016	524808

#### 4.1.3 Koefisien Keuntungan

Setiap model produk mempunyai koefisien keuntungan yang berbeda-beda. Besar koefisien keuntungan untuk setiap bulannya adalah tetap, dan sudah ditentukan oleh perusahaan. Data koefisien keuntungan dapat dilihat pada tabel 4.3.

Tabel 4.3 Koefisien keuntungan setiap model produk

Model	Kadar	Warna	Berat (gr)	Koef. keuntungan
KKP2226	42	SPM	5	0.0755
KKP2226	70	SPKNG	5	0.0766
KKP2226	75	SPKNG	5	0.0804
KKP0121	70	SPKNG	10	0.0780
KKP0121	42	SPM	10	0.0722
KKP0121	75	SPKNG	10	0.0817
KKP0117	70	SPKNG	8	0.0769
KKP0117	42	SPM	8	0.0740
KKP0117	75	SPKNG	8	0.0798

Model	Kadar	Warna	Berat (gr)	Koef. keuntungan
KKP0277	70	SPKNG	5	0.0700
KKP0277	75	SPPTH	5	0.1029
KKP0277	42	SPM	5	0.0750
KKP0277	42	SPPTH	5	0.0950
KKP0277	75	SPKNG	5	0.0802
KKP0281	70	SPKNG	10	0.0800
KKP0281	75	SPPTH	10	0.1054
KKP0281	42	SPM	10	0.0643
KKP0281	75	SPKNG	10	0.0832
KKP0281	42	SPPTH	10	0.0843
KKP0096	42	SPM	4	0.0746
KKP0096	70	SPKNG	4	0.0843
KKP0096	75	SPKNG	4	0.0843
KKP1267	42	SPM	6	0.0744
KKP1267	70	SPKNG	6	0.0812
KKP1267	75	SPKNG	6	0.0784
KKP0283	70	SPKNG	4	0.0689
KKP0283	75	SPPTH	4	0.1120
KKP0283	42	SPM	4	0.0631
KKP0283	42	SPPTH	4	0.0826
KKP0283	75	SPKNG	4	0.0803

#### 4.1.4 Data Permintaan Produk

Dalam penelitian ini sesuai dengan batasan yang telah dibuat, data permintaan produk selama periode Desember 2013 – Nopember 2016 ditunjukkan pada tabel 4.4 sampai 4.9.



Tabel 4.4 Data permintaan produk

Model	Kadar	Warna	Berat (gr)	Des'13	Jan'14	Feb'14	Mar'14	Apr'14	Mei'14	Jun'14	Jul'14	Ags'14	Sep'14	Okt'14	Nop'14
KKP2226	42	SPM	5	1906	2079	1250	1663	2454	2478	4025	2027	2576	1760	2902	4412
KKP2226	70	SPKNG	5	2179	2376	1428	1900	2804	2832	4600	2316	2944	2012	3316	5043
KKP2226	75	SPKNG	5	1362	1485	893	1188	1753	1770	2875	1448	1840	1257	2073	3152
KKP0121	70	SPKNG	10	999	1267	645	1245	1285	2213	2108	1224	1314	1572	2591	2311
KKP0121	42	SPM	10	599	760	387	747	771	1328	1265	734	788	943	1554	1387
KKP0121	75	SPKNG	10	399	507	258	498	514	885	843	490	526	629	1036	924
KKP0117	70	SPKNG	8	1362	1708	269	1097	1753	1475	2875	1671	493	1048	1728	3152
KKP0117	42	SPM	8	817	1025	161	658	1052	885	1725	1002	296	629	1037	1891
KKP0117	75	SPKNG	8	545	683	107	439	701	590	1150	668	197	419	691	1261
KKP0277	70	SPKNG	5	399	623	275	262	514	584	843	588	578	415	684	925
KKP0277	75	SPPTH	5	236	368	162	155	304	345	498	347	342	245	404	546
KKP0277	42	SPM	5	472	737	325	309	608	691	997	695	683	490	808	1093
KKP0277	42	SPPTH	5	236	368	162	155	304	345	498	347	342	245	404	546
KKP0277	75	SPKNG	5	472	737	325	309	608	691	997	695	683	490	808	1093
KKP0281	70	SPKNG	10	1358	1835	1103	1078	1748	2077	2865	1862	2429	1475	2432	3143
KKP0281	75	SPPTH	10	802	1084	652	637	1033	1227	1693	1100	1435	872	1437	1857

Tabel 4.5 Data permintaan produk

Model	Kadar	Warna	Berat (gr)	Des'13	Jan'14	Feb'14	Mar'14	Apr'14	Mei'14	Jun'14	Jul'14	Ags'14	Sep'14	Okt'14	Nop'14
KKP0281	42	SPM	10	1481	2002	1204	1176	1907	2266	3125	2032	2649	1609	2653	3429
KKP0281	75	SPKNG	10	1728	2335	1404	1371	2225	2644	3646	2370	3091	1877	3095	4001
KKP0281	42	SPPTH	10	802	1084	652	637	1033	1227	1693	1100	1435	872	1437	1857
KKP0096	42	SPM	4	1589	2479	1093	1041	2045	2324	3354	2338	2299	1650	2721	3677
KKP0096	70	SPKNG	4	1816	2834	1249	1190	2337	2656	3833	2672	2628	1886	3109	4203
KKP0096	75	SPKNG	4	1135	1771	781	744	1461	1660	2396	1670	1642	1179	1943	2627
KKP1267	42	SPM	6	953	1061	636	678	1227	1721	2012	1040	1379	1223	2015	2206
KKP1267	70	SPKNG	6	1090	1213	727	774	1402	1967	2300	1188	1576	1397	2303	2522
KKP1267	75	SPKNG	6	681	758	455	484	877	1230	1437	743	985	873	1440	1576
KKP0283	70	SPKNG	4	1598	1172	798	1155	2056	2434	3373	1102	1734	1729	2850	3698
KKP0283	75	SPPTH	4	944	692	472	683	1215	1438	1993	651	1025	1022	1684	2185
KKP0283	42	SPM	4	1743	1278	870	1260	2243	2655	3679	1203	1892	1886	3109	4034
KKP0283	42	SPPTH	4	2033	1491	1016	1470	2617	3098	4293	1403	2207	2200	3628	4707
KKP0283	75	SPKNG	4	944	692	472	683	1215	1438	1993	651	1025	1022	1684	2185

Tabel 4.6 Data permintaan produk

Model	Kadar	Warna	Berat (gr)	Des'14	Jan'15	Feb'15	Mar'15	Apr'15	Mei'15	Jun'15	Jul'15	Ags'15	Sep'15	Okt'15	Nop'15
KKP2226	42	SPM	5	1512	1511	740	1523	2311	1472	4387	1561	1952	1282	2533	4160
KKP2226	70	SPKNG	5	1728	1727	845	1740	2641	1682	5013	1784	2231	1465	2895	4754
KKP2226	75	SPKNG	5	1080	1079	528	1088	1651	1051	3133	1115	1394	916	1809	2971
KKP0121	70	SPKNG	10	792	921	381	1140	1211	1314	2298	943	996	1145	2262	2179
KKP0121	42	SPM	10	475	552	229	684	726	788	1379	566	597	687	1357	1307
KKP0121	75	SPKNG	10	317	368	152	456	484	526	919	377	398	458	905	871
KKP0117	70	SPKNG	8	1080	1242	159	1004	1651	876	3134	1287	374	763	1508	2971
KKP0117	42	SPM	8	648	745	95	602	990	526	1880	772	224	458	905	1783
KKP0117	75	SPKNG	8	432	497	63	402	660	350	1253	515	149	305	603	1188
KKP0277	70	SPKNG	5	317	453	163	240	484	347	919	453	438	302	597	872
KKP0277	75	SPPTH	5	187	268	96	142	286	205	543	268	259	178	353	515
KKP0277	42	SPM	5	374	535	192	283	572	410	1086	535	518	357	706	1030
KKP0277	42	SPPTH	5	187	268	96	142	286	205	543	268	259	178	353	515
KKP0277	75	SPKNG	5	374	535	192	283	572	410	1086	535	518	357	706	1030
KKP0281	70	SPKNG	10	1077	1334	653	987	1646	1234	3122	1434	1841	1074	2123	2963
KKP0281	75	SPPTH	10	636	788	386	583	973	729	1845	848	1088	635	1254	1751

Tabel 4.7 Data permintaan produk

Model	Kadar	Warna	Berat (gr)	Des'14	Jan'15	Feb'15	Mar'15	Apr'15	Mei'15	Jun'15	Jul'15	Ags'15	Sep'15	Okt'15	Nop'15
KKP0281	42	SPM	10	1175	1455	712	1076	1796	1346	3406	1565	2008	1172	2316	3233
KKP0281	75	SPKNG	10	1371	1697	831	1256	2095	1570	3974	1826	2342	1367	2702	3772
KKP0281	42	SPPTH	10	636	788	386	583	973	729	1845	848	1088	635	1254	1751
KKP0096	42	SPM	4	1260	1802	646	953	1926	1380	3655	1801	1743	1202	2375	3467
KKP0096	70	SPKNG	4	1440	2060	739	1089	2201	1577	4178	2058	1992	1374	2714	3962
KKP0096	75	SPKNG	4	900	1287	462	681	1376	986	2611	1287	1245	859	1696	2476
KKP1267	42	SPM	6	756	771	377	621	1156	1022	2193	800	1045	890	1759	2080
KKP1267	70	SPKNG	6	864	881	430	709	1321	1168	2507	915	1195	1018	2010	2378
KKP1267	75	SPKNG	6	540	551	269	443	826	730	1567	572	747	636	1257	1486
KKP0283	70	SPKNG	4	1267	851	472	1058	1937	1445	3676	849	1315	1259	2488	3486
KKP0283	75	SPPTH	4	749	503	279	625	1145	854	2172	502	777	744	1470	2060
KKP0283	42	SPM	4	1382	929	515	1154	2113	1577	4011	926	1434	1374	2714	3803
KKP0283	42	SPPTH	4	1613	1084	601	1347	2465	1839	4679	1081	1673	1602	3167	4437
KKP0283	75	SPKNG	4	749	503	279	625	1145	854	2172	502	777	744	1470	2060

Tabel 4.8 Data permintaan produk

Model	Kadar	Warna	Berat (gr)	Des'15	Jan'16	Feb'16	Mar'16	Apr'16	Mei'16	Jun'16	Jul'16	Ags'16	Sep'16	Okt'16	Nop'16
KKP2226	42	SPM	5	1815	2026	690	1014	1969	1594	4461	644	1419	1490	2425	3302
KKP2226	70	SPKNG	5	2074	2316	788	1159	2251	1821	5098	736	1622	1703	2772	3774
KKP2226	75	SPKNG	5	1296	1447	493	724	1407	1138	3186	460	1014	1064	1732	2359
KKP0121	70	SPKNG	10	951	1234	356	759	1032	1423	2336	389	724	1331	2165	1730
KKP0121	42	SPM	10	570	740	213	455	619	854	1402	233	434	798	1299	1038
KKP0121	75	SPKNG	10	380	494	142	304	413	569	934	156	290	532	866	692
KKP0117	70	SPKNG	8	1296	1665	148	669	1407	949	3186	531	272	887	1444	2359
KKP0117	42	SPM	8	778	999	89	401	844	569	1912	319	163	532	866	1415
KKP0117	75	SPKNG	8	518	666	59	267	563	379	1274	212	109	355	577	943
KKP0277	70	SPKNG	5	380	608	152	160	413	376	935	187	319	351	572	692
KKP0277	75	SPPTH	5	230	359	90	94	244	222	552	111	188	208	338	409
KKP0277	42	SPM	5	449	718	179	189	488	444	1104	221	376	415	676	818
KKP0277	42	SPPTH	5	220	359	90	94	244	222	552	111	188	208	338	409
KKP0277	75	SPKNG	5	449	718	179	189	488	444	1104	221	376	415	676	818
KKP0281	70	SPKNG	10	1293	1788	609	657	1403	1336	3175	592	1338	1249	2032	2352
KKP0281	75	SPPTH	10	764	1057	360	388	829	789	1876	350	791	738	1201	1390

Tabel 4.9 Data permintaan produk

Model	Kadar	Warna	Berat (gr)	Des'15	Jan'16	Feb'16	Mar'16	Apr'16	Mei'16	Jun'16	Jul'16	Ags'16	Sep'16	Okt'16	Nop'16
KKP0281	42	SPM	10	1410	1951	664	717	1530	1457	3464	646	1460	1362	2217	2566
KKP0281	75	SPKNG	10	1645	2276	775	836	1786	1700	4041	753	1703	1589	2587	2994
KKP0281	42	SPPTH	10	764	1057	360	388	829	789	1876	350	791	738	1201	1390
KKP0096	42	SPM	4	1512	2416	603	635	1641	1494	3717	743	1267	1397	2274	2752
KKP0096	70	SPKNG	4	1728	2762	689	725	1876	1708	4248	850	1448	1597	2598	3145
KKP0096	75	SPKNG	4	1080	1726	431	453	1172	1067	2655	531	905	998	1624	1966
KKP1267	42	SPM	6	908	1034	351	413	985	1107	2230	330	760	1035	1684	1651
KKP1267	70	SPKNG	6	1037	1182	401	472	1126	1265	2549	378	869	1183	1925	1887
KKP1267	75	SPKNG	6	648	739	251	295	704	791	1593	236	543	739	1203	1180
KKP0283	70	SPKNG	4	1521	1142	440	704	1650	1565	3738	350	956	1464	2382	2768
KKP0283	75	SPPTH	4	899	675	260	416	975	925	2209	207	565	865	1408	1635
KKP0283	42	SPM	4	1659	1246	480	768	1800	1707	4078	382	1043	1597	2598	3019
KKP0283	42	SPPTH	4	1935	1453	560	897	2101	1992	4758	446	1216	1863	3032	3522
KKP0283	75	SPKNG	4	899	675	260	416	975	925	2209	207	565	865	1408	1635

#### 4.1.5 Data Sumber Daya Perusahaan

Sumber daya perusahaan yang menjadi batasan dalam penelitian ini meliputi :

1. Bahan baku utama
2. Mesin

##### 4.1.5.1 Bahan Baku Utama

Bahan baku utama adalah emas murni yang dimiliki perusahaan dan jumlahnya terbatas. Tabel 4.10 menunjukkan jumlah bahan baku emas yang dimiliki perusahaan untuk memproduksi 8 jenis model produk kalung polos.

Tabel 4.10 Data bahan baku utama

<b>Bulan-Tahun</b>	<b>Emas (Kg)</b>	<b>Bulan-Tahun</b>	<b>Emas (Kg)</b>
Desember-2013	200.00	Juni-2015	450.00
Januari-2014	350.00	Juli-2015	280.00
Februari-2014	250.00	Agustus-2015	280.00
Maret-2014	290.00	September-2015	280.00
April-2014	250.00	Oktober-2015	270.00
Mei-2014	250.00	Nopember-2015	300.00
Juni-2014	450.00	Desember-2015	200.00
Juli-2014	280.00	Januari-2016	350.00
Agustus-2014	280.00	Februari-2016	250.00
September-2014	280.00	Maret-2016	290.00
Oktober-2014	270.00	April-2016	250.00
Nopember-2014	300.00	Mei-2016	250.00
Desember-2014	200.00	Juni-2016	450.00
Januari-2015	350.00	Juli-2016	280.00
Februari-2015	250.00	Agustus-2016	280.00
Maret-2015	290.00	September-2016	280.00
April-2015	250.00	Oktober-2016	270.00
Mei-2015	250.00	Nopember-2016	300.00

#### 4.1.5.2 Mesin

Pembuatan kalung polos menggunakan banyak mesin. Setiap tahap pembuatannya digunakan mesin yang berbeda. Dari 8 model kalung polos tersebut dibedakan dengan 2 jenis proses pembuatan yaitu, MILANO dan ITA SANTA. Dapat dilihat pada tabel 4.11 jenis pembuatan kalung polos, sedangkan pada tabel 4.12 adalah mesin yang digunakan dalam pembuatannya

Tabel 4.11 Jenis proses pembuatan kalung polos

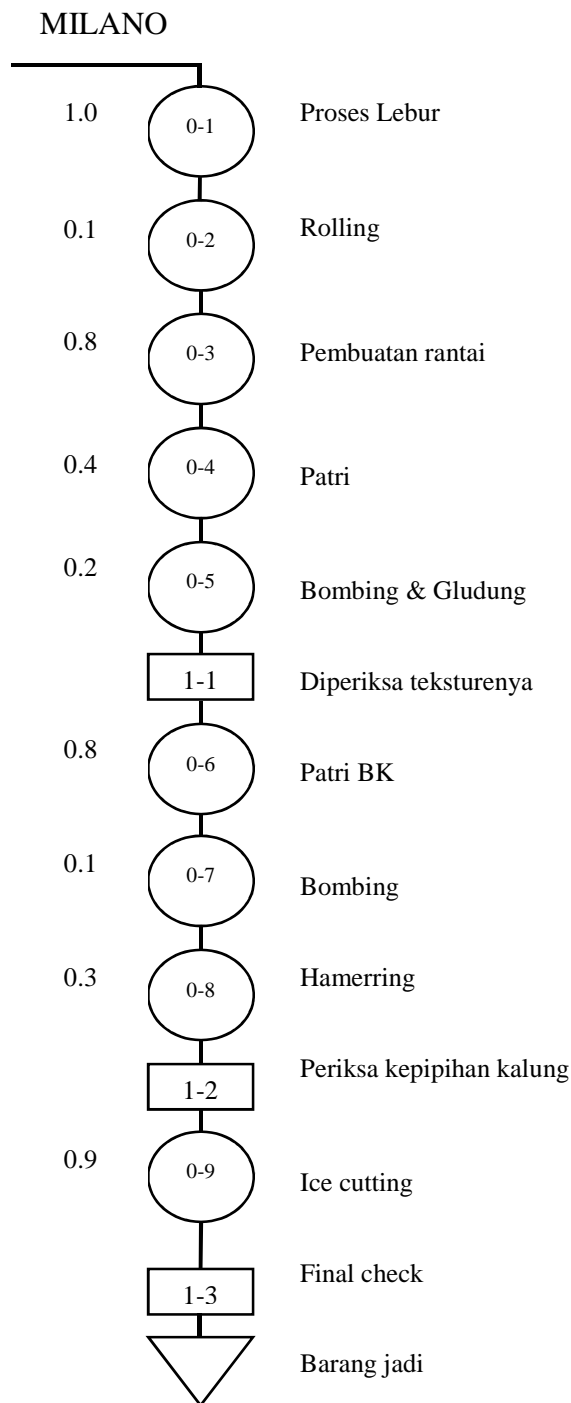
<b>Model</b>	<b>Jenis Proses</b>	<b>Model</b>	<b>Jenis Proses</b>
KKP2226	MILANO	KKP0277	ITA SANTA
KKP0121	MILANO	KKP0096	MILANO
KKP0117	MILANO	KKP1267	MILANO
KKP0281	ITA SANTA	KKP0283	ITA SANTA

Tabel 4.12 Mesin untuk MILANO dan ITA SANTA

<b>MILANO</b>	<b>ITA SANTA</b>
Lebur	Lebur
Rolling	Rolling
Pembuatan Rantai	Pembuatan Rantai
Patri	Kalibrasi - Samb
Bomber dan Glundung	Bomber dan Glundung
Patri BK	RA 2000
Bomber	Ice cutter
Hammering	SEPUH PUTIH 2CI
Ice cutter	LAZER

Pada gambar 4.1 menunjukkan peta proses operasi dari MILANO, sedangkan pada tabel 4.13 adalah keterangan ringkasan mengenai peta proses operasi MILANO

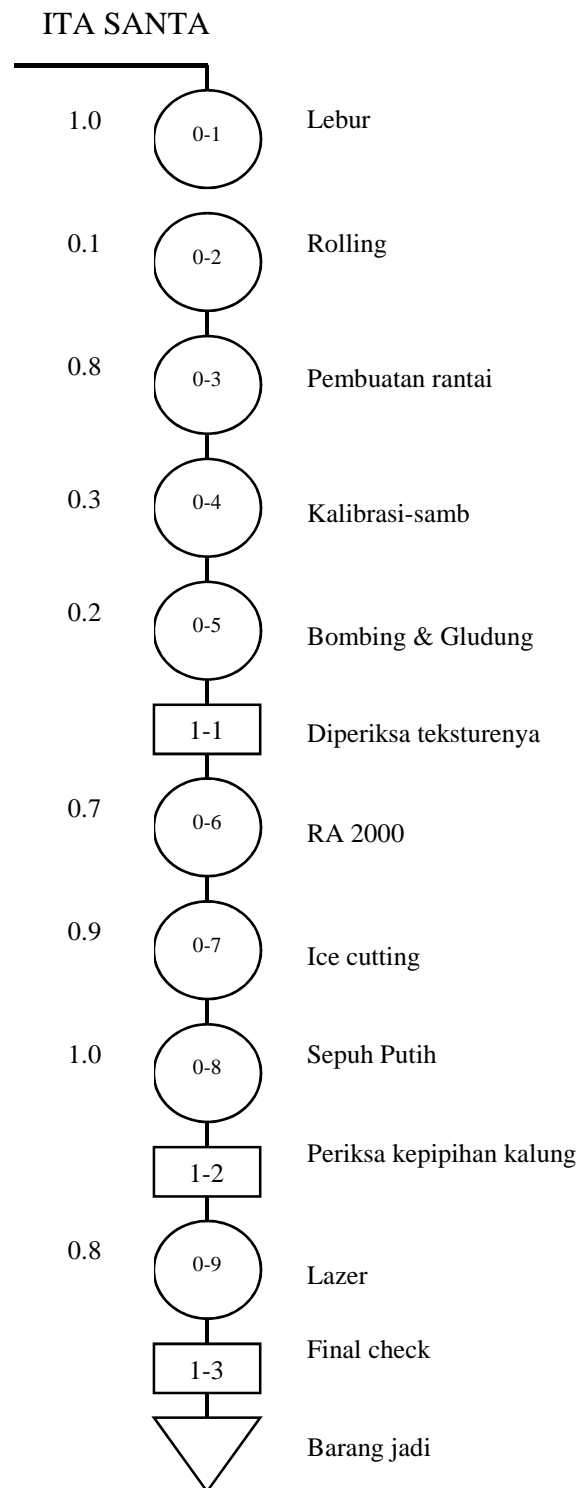




Gambar 4.1 Peta proses operasi MILANO

Tabel 4.13 Ringkasan peta proses operasi MILANO

Ringkasan		
Kegiatan	Jumlah	Waktu (hari)
○ Operasi	9	4,8 hari
□ Pemeriksaan	3	-



Gambar 4.2 Peta proses operasi ITA SANTA

Pada gambar 4.2 menunjukkan peta proses operasi dari ITA SANTA, sedangkan pada tabel 4.14 adalah keterangan ringkasan mengenai peta proses operasi ITA SANTA.

Tabel 4.14 Ringkasan peta proses operasi ITA SANTA

Ringkasan		
Kegiatan	Jumlah	Waktu (hari)
○ Operasi	9	5,8 hari
□ Pemeriksaan	3	-

Setiap mesin mempunyai kapasitas produksi per bulan untuk memproduksi 8 produk kalung polos tersebut. Data kapasitas setiap mesin dapat dilihat pada tabel 4.15

Tabel 4.15 Data Kapasitas Mesin/bulan

Nama Mesin	Kapasitas mesin/bulan
Lebur	35000
Rolling	35000
Pembuat Rantai	35000
Patri	20000
Bomber dan Glundung	35000
Patri BK	35000
Bomber	20000
Hammer	20000
Ice cutter	35000
Kalibrasi - Samb	20000
RA 2000	20000
SEPUH PUTIH 2CI	20000
LAZER	20000

## 4.2 Pengolahan Data

### 4.2.1 Peramalan Permintaan Produk Kalung Polos

Dengan menggunakan data permintaan kalung polos dari bulan desember 2013 – nopember 2016 maka dilakukan peramalan permintaan dengan metode yang ada di minitab. Untuk mengetahui kesesuaian metode yang digunakan, maka dam penelitian ini semua metode yang ada diuji cobakan meliputi :

- Metode 1 : Trend Analysis Linear
- Metode 2 : Trend Analysis Quadratic
- Metode 3 : Trend Analysis Exponential Growth
- Metode 4 : Trend Analysis S Curve
- Metode 5 : Moving Average
- Metode 6 : Single Exponential Smoothing
- Metode 7 : Double Exponential Smoothing
- Metode 8 : Winters Methode Multiplicative
- Metode 9 : Winters Methode Additive

#### **4.2.1.1 Pemilihan Metode Peramalan yang Sesuai**

Untuk menentukan metode yang paling sesuai diantara metode yang telah dihitung, digunakan metode simpangan rata-rata harga mutlak (*Mean Absolute Deviation*) yang disingkat MAD. Dari hasil perhitungan MAD metode yang diuji, maka dipilih metode dengan nilai MAD terkecil. Hasil perhitungan selengkapnya dapat dilihat pada tabel 4.16

#### **4.2.1.2 Hasil Peramalan Permintaan Produk Kalung Polos**

Permintaan kalung polos dengan data *history* Desember 2013 – Nopember 2016 akan digunakan untuk meramalkan permintaan untuk bulan Januari 2017 – Maret 2017. Hasil peramalan dari setiap model kalung polos dapat dilihat pada tabel 4.17

Tabel 4.16 Hasil Perhitungan MAD

Metode	Nilai MAD							
	KKP2226	KKP0121	KKP0117	KKP0277	KKP0281	KKP0096	KKP1267	KKP0283
Metode 1	2297	998	1297	818	2702	2044	1295	3550
Metode 2	2298	998	1297	819	2705	2047	1296	3551
Metode 3	2180	954	1314	799	2630	1998	1237	3408
Metode 4	2325	1065	1528	854	2826	2134	1390	3719
Metode 5	2125	968	1289	733	2770	1831	1177	3212
Metode 6	2414	1061	1318	856	2803	2141	1368	3760
Metode 7	2893	1123	1783	1043	3200	2604	1490	4165
Metode 8	2110	953	987	727	2593	1817	1168	2824
Metode 9	2126	938	1004	743	2565	1858	1166	2770
Metode Terpilih	Metode 8	Metode 9	Metode 8	Metode 8	Metode 9	Metode 8	Metode 9	Metode 9

Tabel 4.17 Hasil Peramalan Permintaan Kalung Polos

Model	Kadar	Warna	Berat (gr)	Jan'17	Feb'17	Mar'17
KKP2226	42	SPM	5	1529	1417	1483
KKP2226	70	SPKNG	5	1748	1620	1695
KKP2226	75	SPKNG	5	1092	1012	1059
KKP0121	70	SPKNG	10	1001	798	1282
KKP0121	42	SPM	10	600	478	769
KKP0121	75	SPKNG	10	400	319	513
KKP0117	70	SPKNG	8	1230	275	907
KKP0117	42	SPM	8	492	109	363
KKP0117	75	SPKNG	8	472	334	311
KKP0277	70	SPKNG	5	472	334	311
KKP0277	75	SPPTH	5	322	228	213
KKP0277	42	SPM	5	643	455	425
KKP0277	42	SPPTH	5	429	304	283
KKP0277	75	SPKNG	5	429	304	283
KKP0281	70	SPKNG	10	1439	1375	1183
KKP0281	75	SPPTH	10	758	750	645
KKP0281	42	SPM	10	1570	1500	1290
KKP0281	75	SPKNG	10	1831	1750	1505
KKP0281	42	SPPTH	10	916	875	753
KKP0096	42	SPM	4	1861	1320	1248
KKP0096	70	SPKNG	4	2127	1509	1426
KKP0096	75	SPKNG	4	1329	943	891
KKP1267	42	SPM	6	873	842	932
KKP1267	70	SPKNG	6	999	963	1065
KKP1267	75	SPKNG	6	624	602	665
KKP0283	70	SPKNG	4	1001	1101	1421
KKP0283	75	SPPTH	4	591	651	839
KKP0283	42	SPM	4	1092	1201	1550
KKP0283	42	SPPTH	4	1274	1401	1808
KKP0283	75	SPKNG	4	591	651	839

### 4.3 Formulasi Model Optimasi

#### 4.3.1 Fungsi Tujuan

Dalam penelitian ini, fungsi tujuan yang ingin dicapai adalah mendapatkan keuntungan yang maksimal dari penjualan 8 model produk kalung polos dengan variable keputusan dan parameter yang sesuai dengan permasalahan yang ada. Formulasi dari fungsi tujuannya adalah :

$$Max \sum_{m=1}^P \sum_{k=1}^R \sum_{w=1}^V \sum_{b=1}^Y \sum_{t=1}^Z C_{mkwbt} X_{mkwbt} - K_t X_{mkwbt}$$

Tabel 4.18 Keterangan indeks penelitian

Index	Definisi
<i>k</i>	Kadar perhiasan yang akan diproduksi
<i>w</i>	warna sepuh perhiasan yang diproduksi
<i>b</i>	berat emas yang digunakan dalam perhiasan
<i>m</i>	Jenis model perhiasan yang diproduksi
<i>n</i>	Mesin yang digunakan dalam produksi
<i>t</i>	Bulan produk diproduksi

Variabel keputusan yang digunakan dalam pemodelan matematis ini adalah :

$X_{mkwbt}$  = Jumlah Produk model  $-m$  yang diproduksi dengan kadar  $-k$  menggunakan warna  $-w$  dengan berat  $-b$  gram dan diproduksi untuk bulan ke  $-t$ .

Parameter yang digunakan dalam pemodelan ini adalah :

Tabel 4.19 Parameter penelitian

Parameter	Definisi
$C_{mkwbt}$	Koefisien keuntungan untuk model $-m$ kadar $-k$ warna $-w$ berat $-b$ yang diproduksi pada bulan ke $-t$
$K_t$	Perubahan kurs pada bulan ke $-t$
$F_m$	Berat untuk setiap model $-m$
$S_t$	Total bahan baku emas pada bulan ke $-t$

$Q_{mn}$	Total kapasitas mesin ke -n untuk membuat model -m
$A_n$	Total Kapasitas yang dimiliki mesin -n
$D_{mkwbt}$	Jumlah Permintaan untuk model -m kadar -k warna -w berat - b yang diproduksi pada bulan ke -t

### 4.3.2 Fungsi Pembatas

Batasan-batasan yang harus dipenuhi untuk mencapai fungsi tujuan yaitu :

1. Pembatasan bahan baku emas

$$\sum_{m=1}^N \sum_{k=1}^N \sum_{w=1}^N \sum_{b=1}^N X_{mkwbt} * F_m \leq S_t \quad , \forall t$$

2. Pembatasan kapasitas mesin

$$\sum_{m=1}^N \sum_{k=1}^N \sum_{w=1}^N \sum_{b=1}^N X_{mkwbt} * Q_{mn} \leq A_n \quad , \forall m, t$$

3. Pembatasan Demand

$$X_{mkwbt} \geq D_{mkwbt} \quad , \forall m, k, w, b, t$$

4. Pembatasan Integer

$$X_{mkwbt} = Integer$$



## BAB V

### ANALISIS HASIL DAN PEMBAHASAN

#### 5.1 Hasil Model Optimasi

Penyelesaian model optimasi dilakukan dengan menggunakan perangkat LINGO 11.0. Hasil optimasi jumlah produk kalung polos yang diproduksi pada masing-masing model produk untuk bulan Januari 2017 – Maret 2017 dapat dilihat pada tabel 5.1. Jenis model yang diproduksi lebih dari jumlah hasil peramalan adalah model jenis KKP0277, KKP0281, KKP0096, KKP1267 dan KKP0283. Total keuntungan perusahaan dari masing masing model produk dapat dilihat pada tabel 5.2. Nilai keuntungan didapat dari jumlah yang diproduksi dikalikan dengan berat masing-masing produk dikalikan koefisien keuntungan. Total keuntungan yang didapat dari 8 model produk kalung polos pada periode Januari 2017 – Maret 2017 adalah 44091,1 Gram atau 44,091 Kg.

Tabel 5.1 Jumlah Kalung Polos yang Diproduksi

Model	Kadar	Warna	Berat (gr)	Jan'17	Feb'17	Mar'17
KKP2226	42	SPM	5	1529	1417	1483
KKP2226	70	SPKNG	5	1748	1620	1695
KKP2226	75	SPKNG	5	1092	1521	1059
KKP0121	70	SPKNG	10	1001	798	1282
KKP0121	42	SPM	10	600	478	769
KKP0121	75	SPKNG	10	400	334	311
KKP0117	70	SPKNG	8	1230	275	907
KKP0117	42	SPM	8	492	109	364
KKP0117	75	SPKNG	8	472	334	311
KKP0277	70	SPKNG	5	472	334	311
KKP0277	75	SPPTH	5	322	504	494
KKP0277	42	SPM	5	643	455	425
KKP0277	42	SPPTH	5	429	403	394
KKP0277	75	SPKNG	5	429	672	283
KKP0281	70	SPKNG	10	1439	1375	1183

Model	Kadar	Warna	Berat (gr)	Jan'17	Feb'17	Mar'17
KKP0281	75	SPPTH	10	826	987	870
KKP0281	42	SPM	10	1570	1500	1290
KKP0281	75	SPKNG	10	1831	1750	1505
KKP0281	42	SPPTH	10	916	928	832
KKP0096	42	SPM	4	1861	1320	1248
KKP0096	70	SPKNG	4	2127	1509	1426
KKP0096	75	SPKNG	4	1329	1121	991
KKP1267	42	SPM	6	873	842	932
KKP1267	70	SPKNG	6	999	963	1320
KKP1267	75	SPKNG	6	624	602	665
KKP0283	70	SPKNG	4	1001	1101	1421
KKP0283	75	SPPTH	4	788	791	930
KKP0283	42	SPM	4	1092	1201	1550
KKP0283	42	SPPTH	4	1274	1630	1943
KKP0283	75	SPKNG	4	591	1562	1038

Tabel 5.2 Keuntungan Masing-masing Model

Model	Kadar	Warna	Berat (gr)	Jan'17 (Gram)	Feb'17 (Gram)	Mar'17 (Gram)
KKP2226	42	SPM	5	577,2	534,9	559,8
KKP2226	70	SPKNG	5	669,5	620,5	649,2
KKP2226	75	SPKNG	5	439,0	611,4	425,7
KKP0121	70	SPKNG	10	780,8	622,4	1000,0
KKP0121	42	SPM	10	433,2	345,1	555,2
KKP0121	75	SPKNG	10	326,8	272,9	254,1
KKP0117	70	SPKNG	8	756,7	169,2	558,0
KKP0117	42	SPM	8	291,3	64,5	215,5
KKP0117	75	SPKNG	8	301,3	213,2	198,5
KKP0277	70	SPKNG	5	165,2	116,9	108,9
KKP0277	75	SPPTH	5	165,7	259,3	254,2
KKP0277	42	SPM	5	241,1	170,6	159,4

Model	Kadar	Warna	Berat (Gram)	Jan'17 (Gram)	Feb'17 (Gram)	Mar'17 (Gram)
KKP0277	42	SPPTH	5	203,8	191,4	187,2
KKP0277	75	SPKNG	5	172,0	269,5	113,5
KKP0281	70	SPKNG	10	1151,2	1100,0	946,4
KKP0281	75	SPPTH	10	870,6	1040,3	917,0
KKP0281	42	SPM	10	1009,5	964,5	829,5
KKP0281	75	SPKNG	10	1523,4	1456,0	1252,2
KKP0281	42	SPPTH	10	772,2	782,3	701,4
KKP0096	42	SPM	4	555,3	393,9	372,4
KKP0096	70	SPKNG	4	717,2	508,8	480,8
KKP0096	75	SPKNG	4	448,1	378,0	334,2
KKP1267	42	SPM	6	389,7	375,9	416,0
KKP1267	70	SPKNG	6	486,7	469,2	643,1
KKP1267	75	SPKNG	6	293,5	283,2	312,8
KKP0283	70	SPKNG	4	275,9	303,4	391,6
KKP0283	75	SPPTH	4	353,0	354,4	416,6
KKP0283	42	SPM	4	275,6	303,1	391,2
KKP0283	42	SPPTH	4	420,9	538,6	642,0
KKP0283	75	SPKNG	4	189,8	501,7	333,4
Total				15256,2	14215,1	14619,8

## 5.2 Analisis Kepekaan

Dengan model yang telah dibuat, dilakukan analisis kepekaan terhadap perubahan satu atau lebih parameter-parameter yang mempengaruhi keuntungan. Hal ini dimaksudkan untuk mengetahui keandalan sistem/model yang telah dibuat terhadap perubahan-perubahan pembatasnya.

### 5.2.1 Perubahan Jumlah permintaan

Perubahan permintaan dari 8 model produk kalung polos akan mempengaruhi keuntungan yang didapat perusahaan. Hal ini dapat dilihat pada tabel 5.3. Apabila terdapat perubahan permintaan, sistem masih mampu

memenuhi kenaikan permintaan sebesar 3%, tetapi keuntungan yang didapat turun. Jika kenaikan permintaan melebihi atau sama dengan 4% maka kebutuhan tidak dapat dipenuhi oleh sistem. Ketika perubahan permintaan menjadi lebih sedikit maka keuntungan yang didapat akan bertambah.

Tabel 5.3 Perubahan Keuntungan Akibat Perubahan Permintaan

<b>Perubahan Permintaan (%)</b>	<b>Keuntungan (Kg)</b>	<b>Perubahan Keuntungan (%)</b>
-10	47.265	7.2
-5	45.687	3.62
1	43.764	-0.74
2	43.517	-1.3
3	43.120	-2.2
4	infeasible	-

### 5.2.2 Perubahan Bahan Baku Emas

Perubahan jumlah bahan baku yang tersedia diperusahaan akan berpengaruh terhadap keuntungan perusahaan seperti pada tabel 5.4. Pengurangan

5.4 Perubahan Keuntungan Akibat Perubahan Persediaan Bahan Baku Emas

<b>Perubahan Bahan Baku Emas (%)</b>	<b>Keuntungan (Kg)</b>	<b>Perubahan Keuntungan (%)</b>
-40	infeasible	-
-30	31.683	-28.81
-10	40.281	-8.64
-5	42.586	-3.41
5	45.956	4.22
10	45.956	4.22

Persediaan bahan baku sebesar 40% atau lebih tidak bisa dipenuhi oleh sistem. Pada tabel 5.4 ditunjukkan bahwa pengurangan bahan baku 30% akan berdampak

pada keuntungan perusahaan sebesar 28.81%. Ketika bahan baku emas ditambah sebesar 5%, keuntungan perusahaan bertambah 4.22 % menjadi 45.956 Kg. Pada tabel juga ditunjukkan tidak terjadi peningkatan keuntungan ketika bahan baku emas ditambah sebesar 10%.

### 5.2.3 Perubahan Jumlah Penggunaan Kapasitas Mesin

Perubahan penggunaan kapasitas mesin yang disediakan oleh perusahaan akan mempengaruhi keuntungan perusahaan seperti yang terlihat pada tabel 5.5. Pengurangan kapasitas mesin sebesar 12.5% tidak mampu dipenuhi oleh sistem, ketika pengurangan kapasitas mesin dikurangi sebesar 10% yang terjadi adalah keuntungan perusahaan menjadi 39.002 Kg atau mengalami penurunan sebesar 11.54% dari total keuntungan awal yaitu 44.091 Kg. Penurunan kapasitas mesin sebesar 2.5% atau lebih tidak mengakibatkan perubahan pada keuntungan perusahaan.

Tabel 5.5 Perubahan Keuntungan Akibat Perubahan Penggunaan Kapasitas Mesin

<b>Perubahan Kapasitas Mesin (%)</b>	<b>Keuntungan (Kg)</b>	<b>Perubahan Keuntungan (%)</b>
-12.5	Infeasible	-
-10	39.002	-11.54
-5	40.784	-5.75
-2.5	44.091	0
5	44.091	0

(Halaman ini sengaja dikosongkan)

## **BAB VI**

### **KESIMPULAN DAN SARAN**

#### **6.1 Kesimpulan**

Dari hasil pengolahan data dan analisa sensitivitas yang telah dilakukan, maka dapat diambil kesimpulan sebagai berikut:

- 1) Dari hasil peramalan untuk periode Januari – Maret 2017 permintaan pelanggan pada periode Januari ke Februari selalu turun untuk semua jenis model kecuali KKP0283. Penjualan akan naik ketika bulan Maret kecuali untuk model KKP0277 dan KKP0281.
- 2) Hasil Optimasi keuntungan kalung polos yang didapatkan oleh perusahaan dengan batasan-batasan yang dimiliki adalah sebesar 44.091 Kg selama periode Januari – Maret 2017.
- 3) Pada Perubahan Permintaan, perusahaan mampu mendapatkan keuntungan yang lebih banyak ketika terjadi pengurangan permintaan. Begitu juga sebaliknya, perusahaan akan mendapat keuntungan lebih sedikit ketika permintaannya bertambah. Perubahan permintaan berdampak 0.8% pada keuntungan perusahaan untuk setiap perubahan 1%.
- 4) Perubahan jumlah bahan baku emas berdampak cukup besar yaitu 28.81% terhadap keuntungan perusahaan ketika jumlah bahan baku dikurangi sebanyak 30%. Penambahan bahan baku sebanyak 5% memberikan keuntungan yang sama dengan penambahan bahan baku 10% yaitu 4.22%.
- 5) Perubahan penggunaan kapasitas mesin berdampak pengurangan keuntungan sebesar 11.54% ketika kapasitas mesin dikurangi 10% dari kapasitas awal. Ketika pengurangan kapasitas mesin sebesar 2.5% dan penambahan kapasitas 5% tidak memberikan perubahan terhadap keuntungan perusahaan.

#### **6.2 Saran**

Berdasarkan data-data yang didapat beserta pengolahannya, Penting bagi PT.X untuk memaksimalkan sumber daya perusahaan yang dimiliki mengingat keuntungan masih dapat ditingkatkan lagi.

Untuk memperbaiki hasil penelitian ini, maka disarankan untuk lebih memperinci perhitungan biaya-biaya yang ditanggung untuk setiap perusahaan dan memperhitungkan *down time* dari mesin.



## DAFTAR PUSTAKA

Chase, R. B., Jacobs, F. R., & Aquilano, N. J. (2006). *Operations Management for Competitive Advantage*. New York: McGraw-Hill/Irwin.

Dwi Wulandhari. (2015), *Perencanaan Produksi Pakan Ternak pada PT.ABC Menggunakan Metode Linear Programming*, Tesis Magister., Institut Teknologi Sepuluh Nopember, Surabaya.

Hanke, John E. dan Arthur G. Reitsch. 1998. *Business Forecasting*. Sixth Edition. New Jersey: Prentice Hall

Heizer, Jay and Barry Render. 2004. *Operations Management : New Chapter on E-Commerce. 7th Edition*. Prentice Hall, Inc: New Jersey

Mason. D.R. dan Lind A.D., 1999, *Statistik Untuk Bisnis dan Ekonomi*. Edisi Kesembilan, Penerbit Erlangga, Jakarta.

Raja Jayaraman & Cinzia Colapinto 2015. Multi-criteria model for sustainable development using goal programming applied to the United Arab Emirates. *International Journal of Production Economics*, 3, 447-454.

Reay-Chen Wang & Tien-Fu Liang, 2005. Applying possibilistic linear programming to aggregate production planning. *International Journal of Production economics* , 98, 328-341.

Taha, Hamdy A.1996. *Riset Operasi Edisi Kelima*. Jakarta: Penerbit Binarupa Aksara.

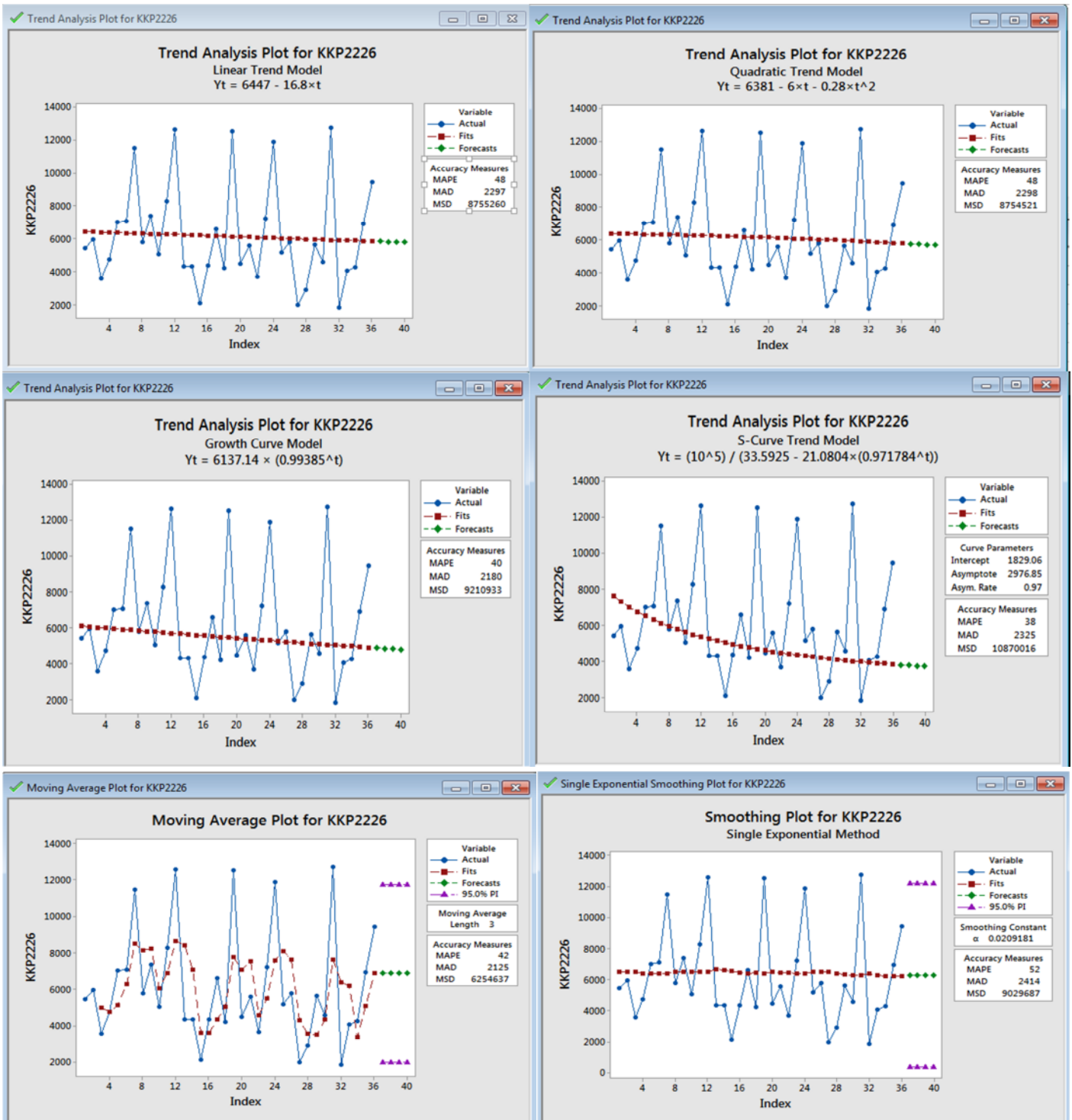
(Halaman ini sengaja dikosongkan)

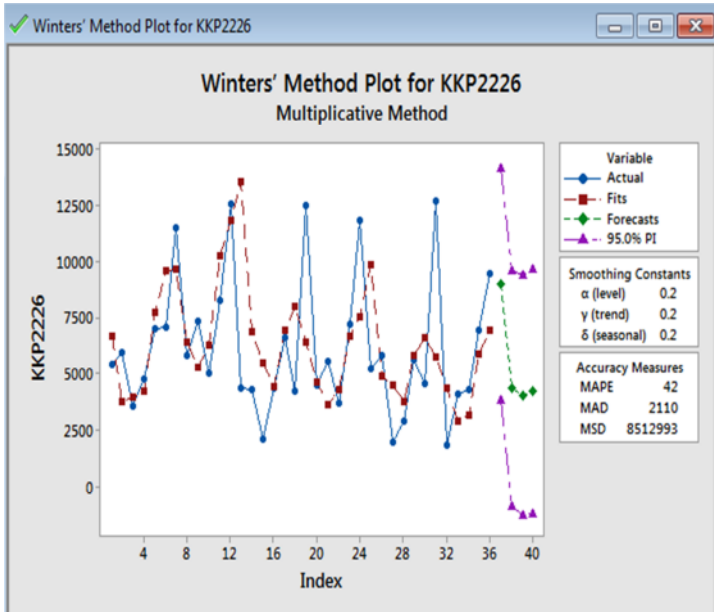
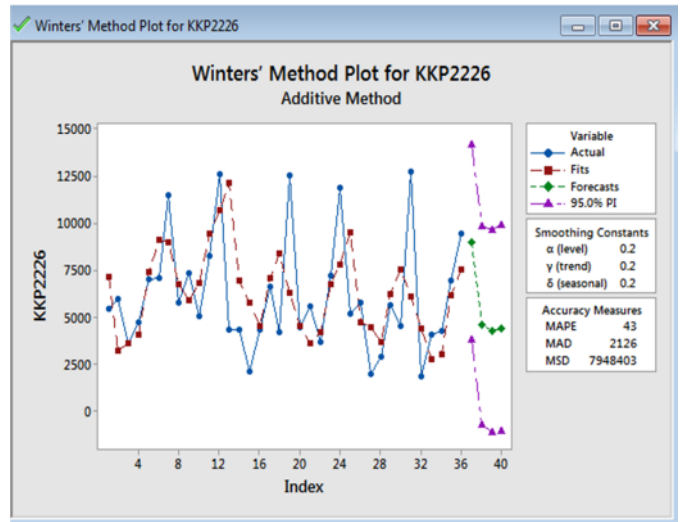
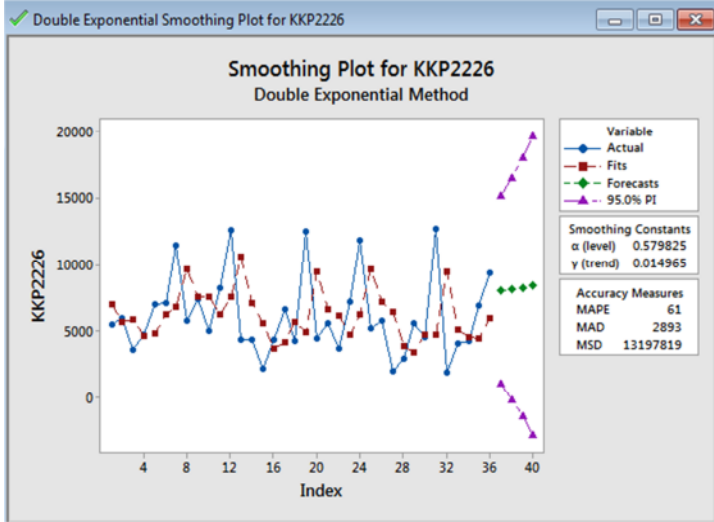
# LAMPIRAN A

## Output Peramalan Minitab

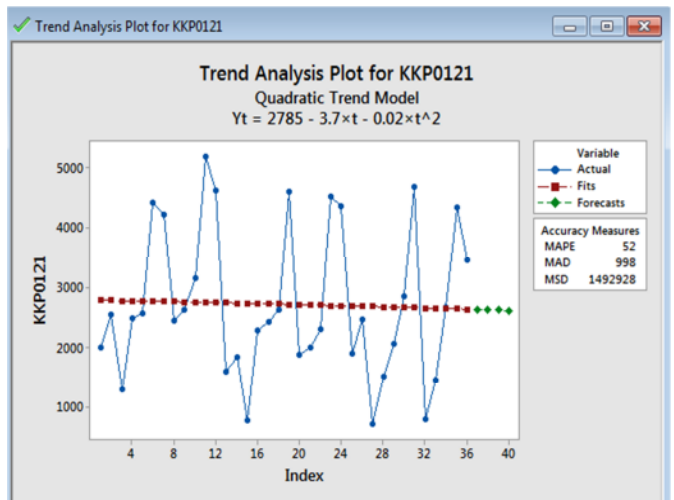
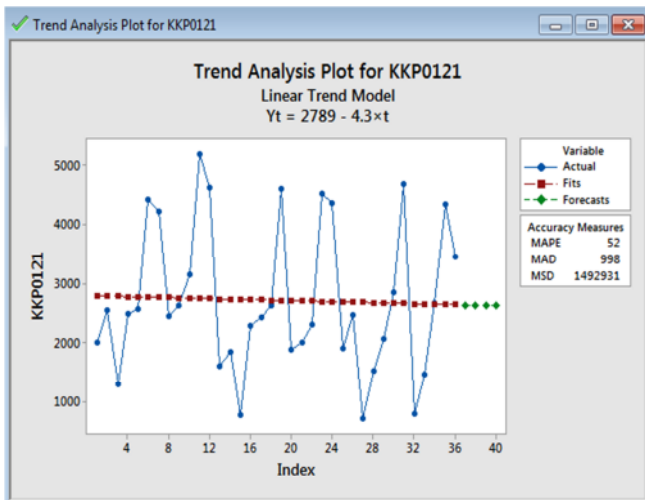
### A1. Pemilihan Metode Peramalan

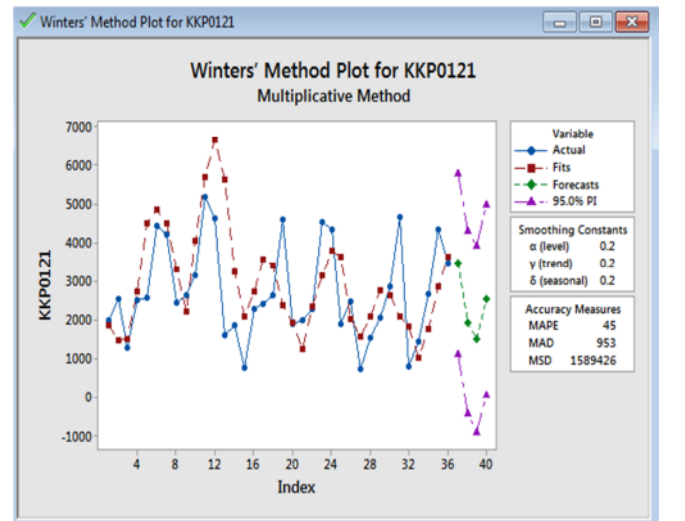
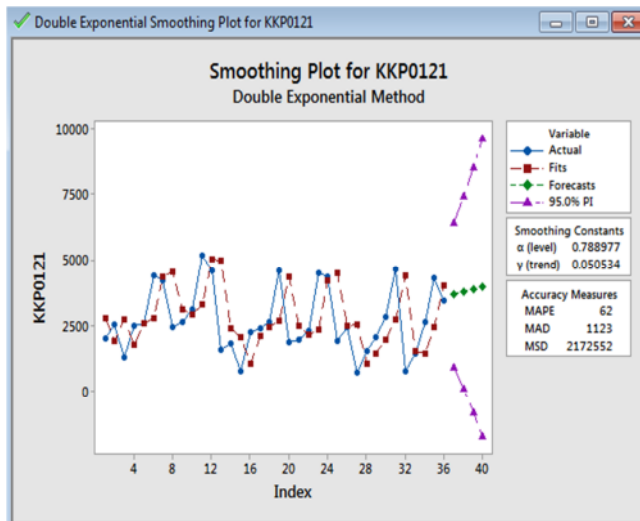
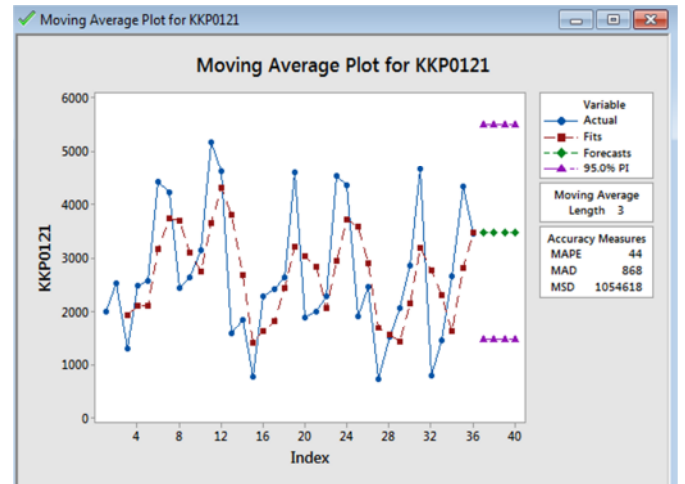
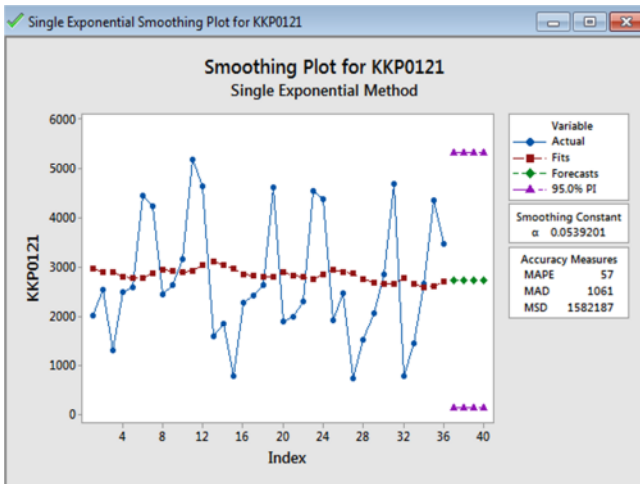
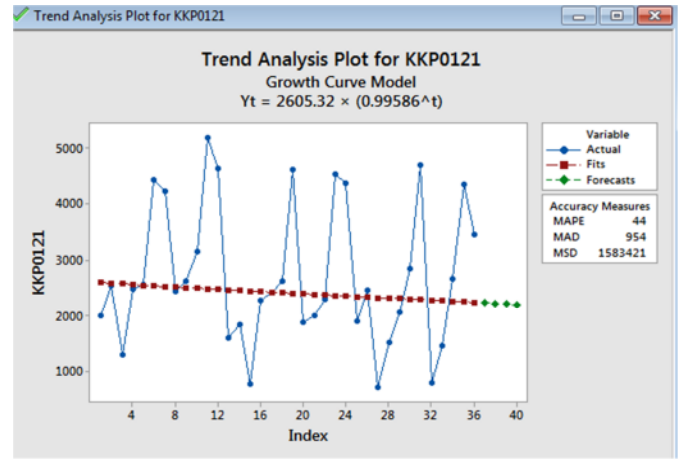
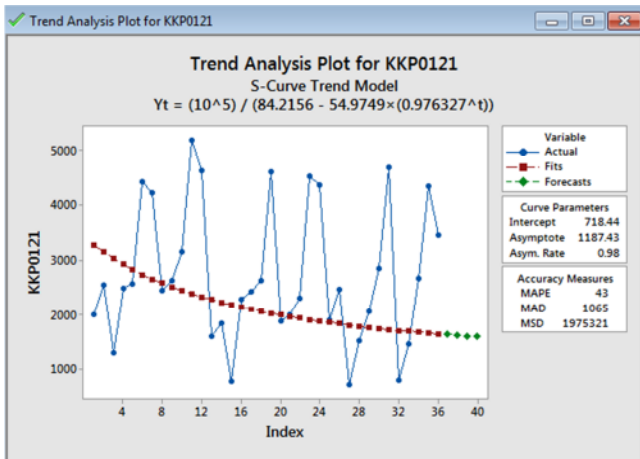
#### 1. Model KKP2226

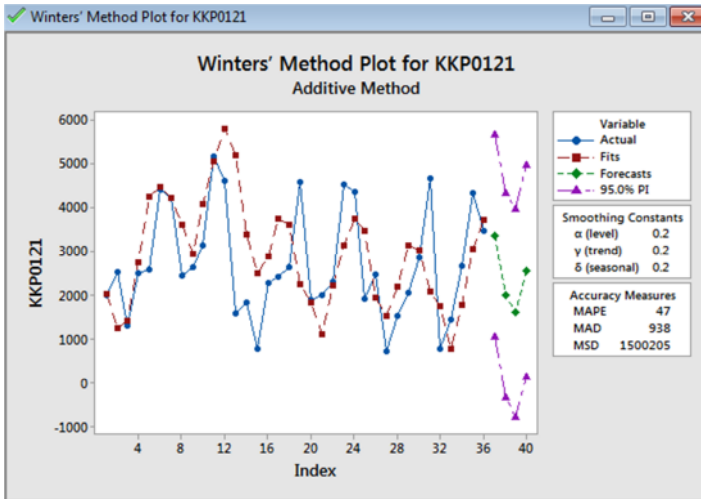




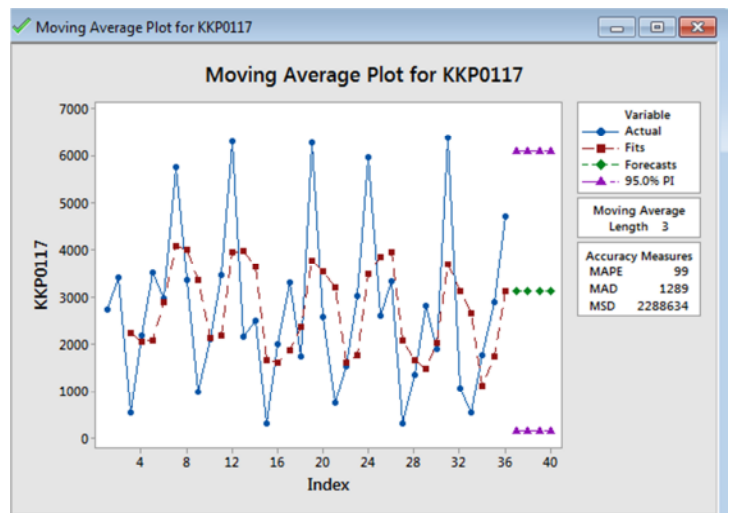
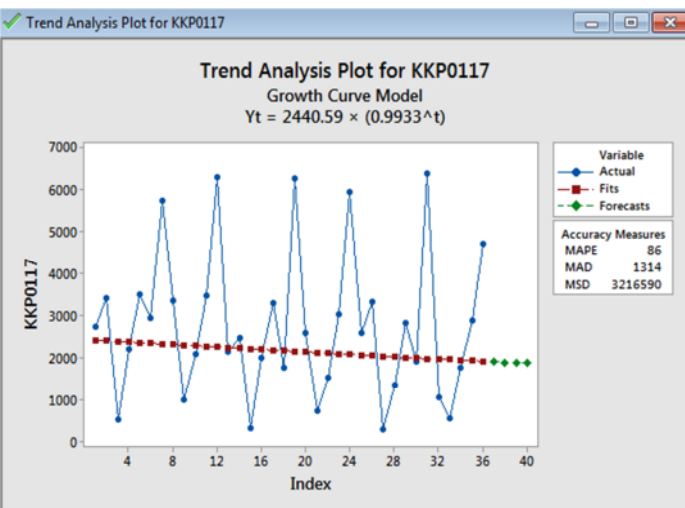
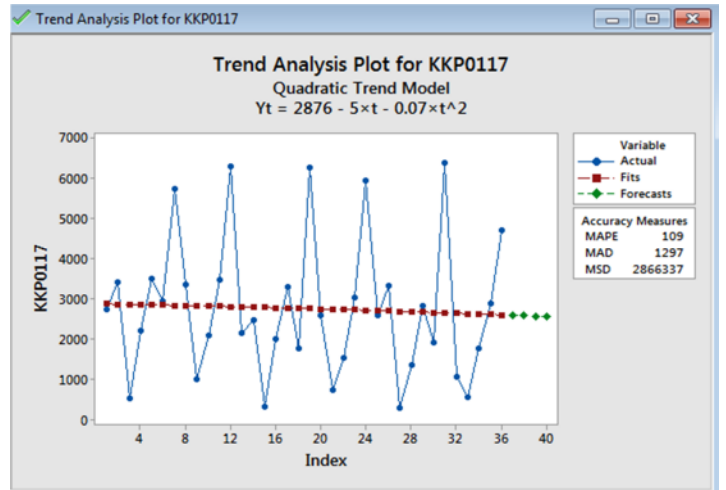
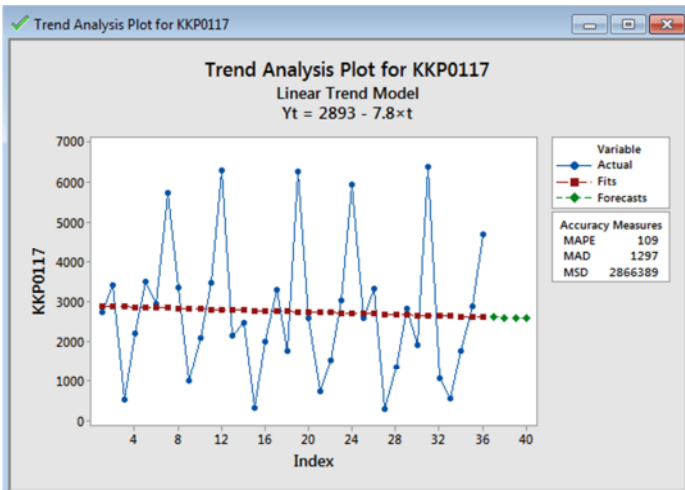
## 2. Model KKP0121

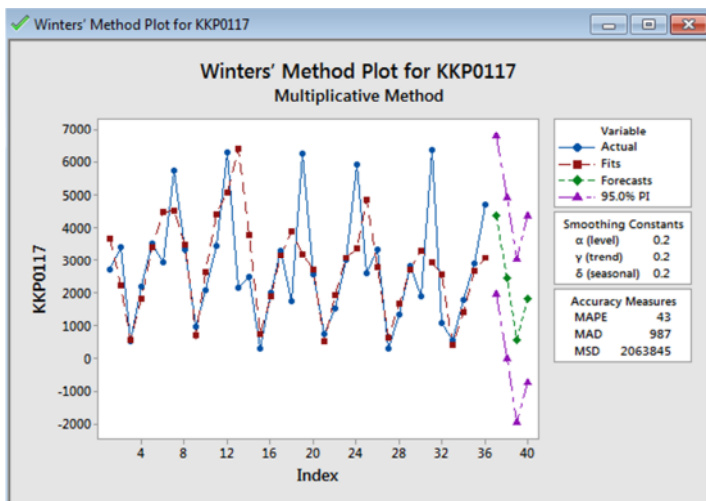
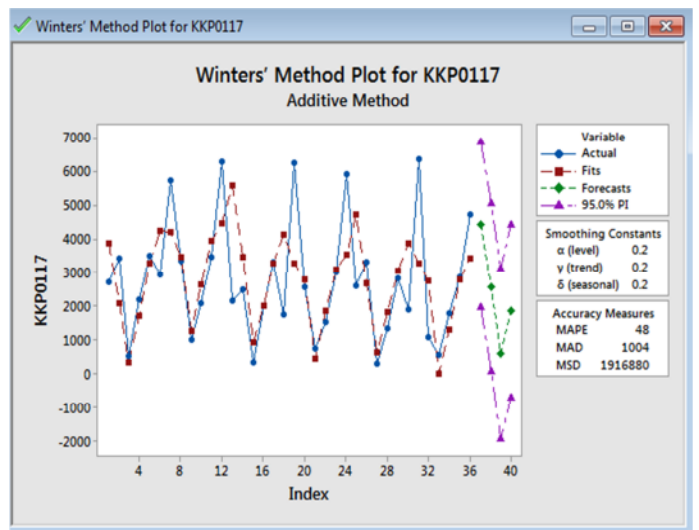
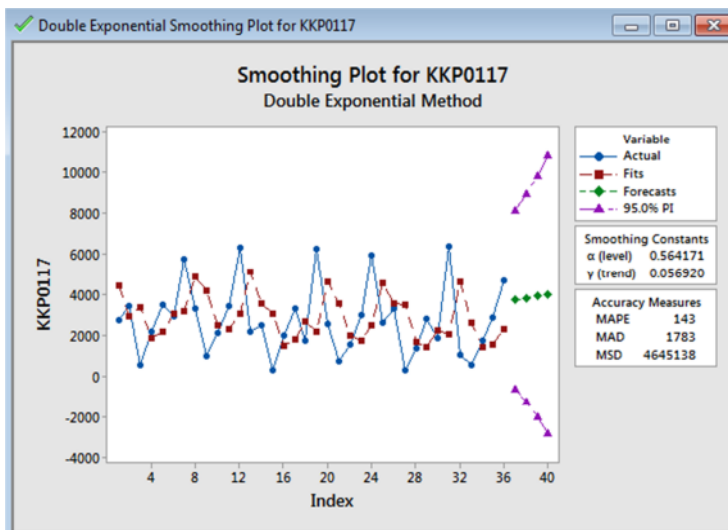
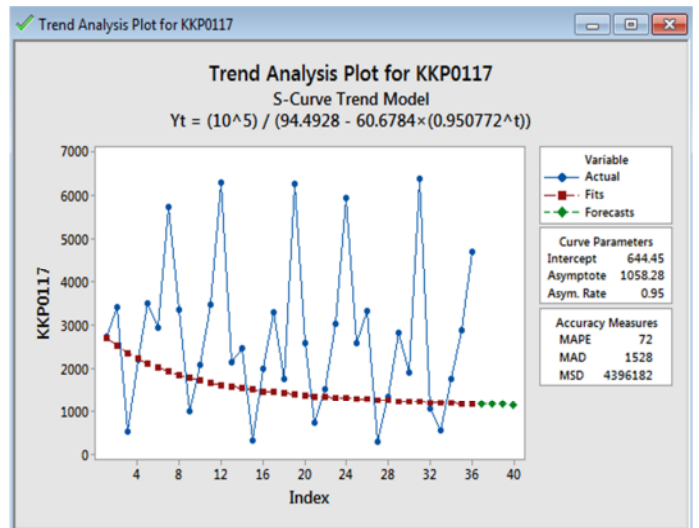
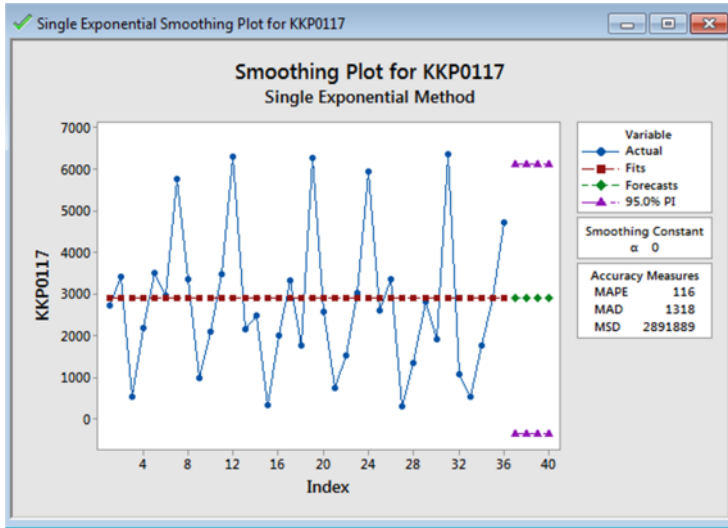




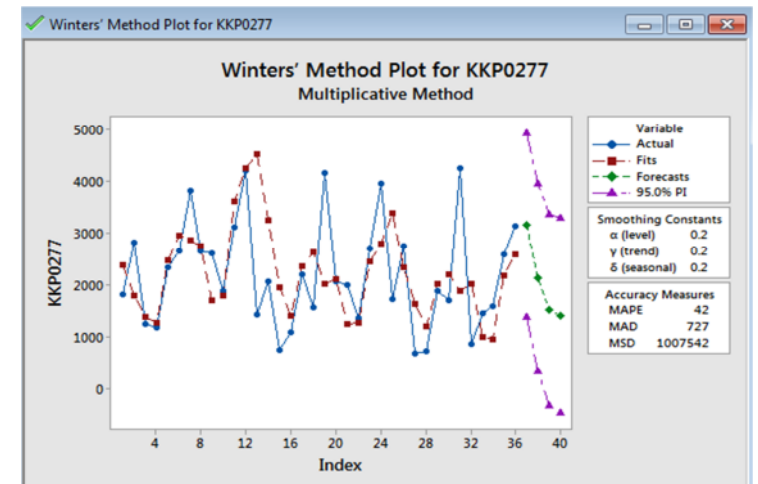
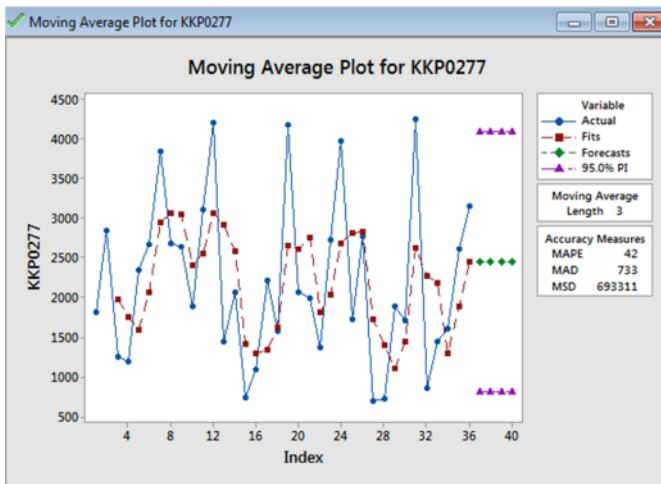
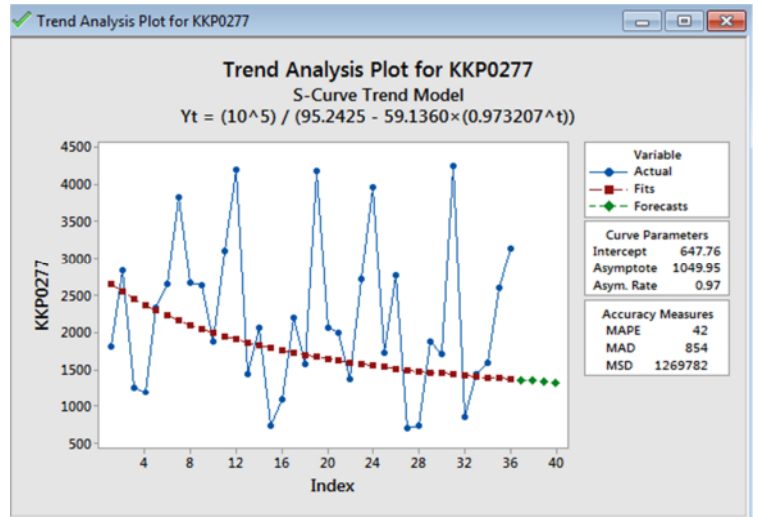
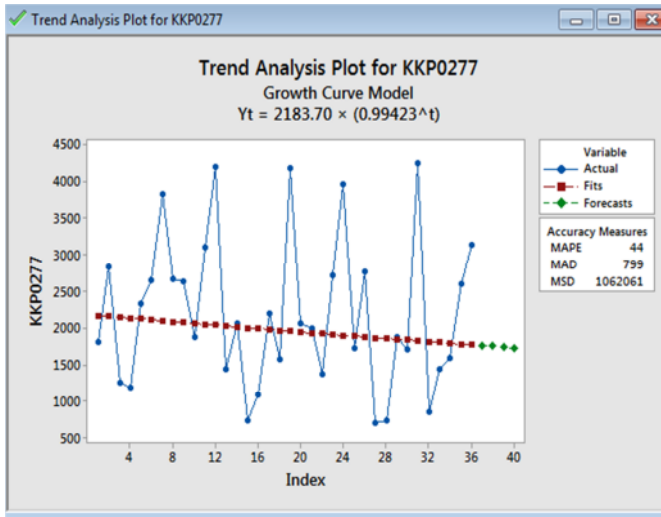
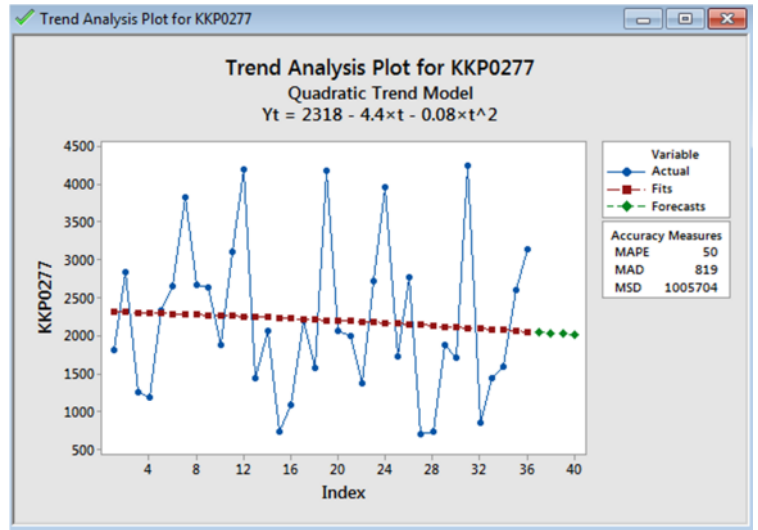
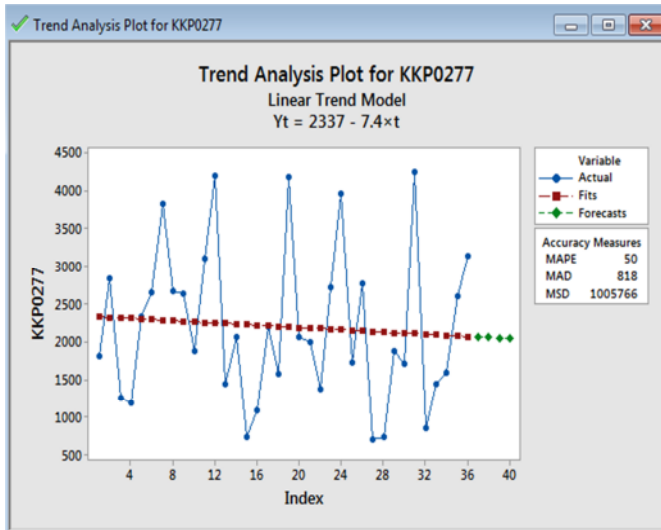


### 3. Model KKP0117

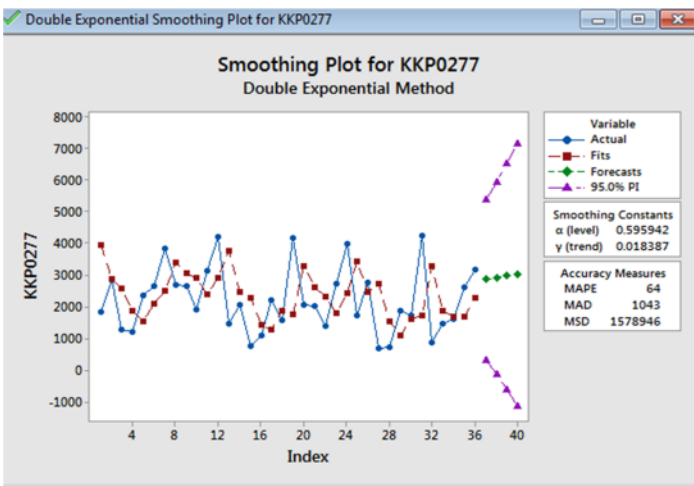
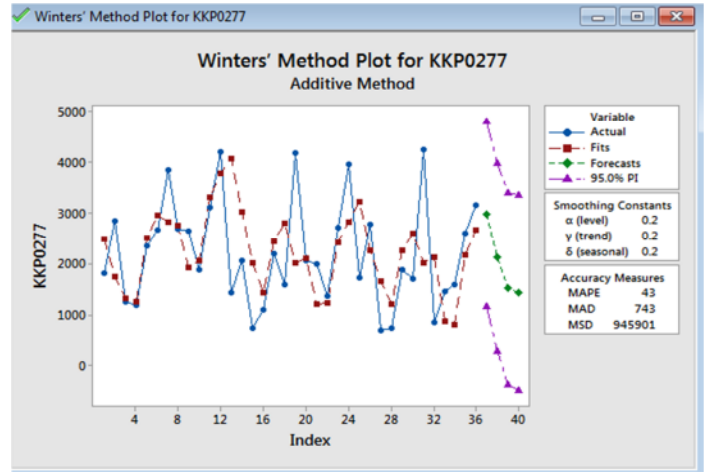
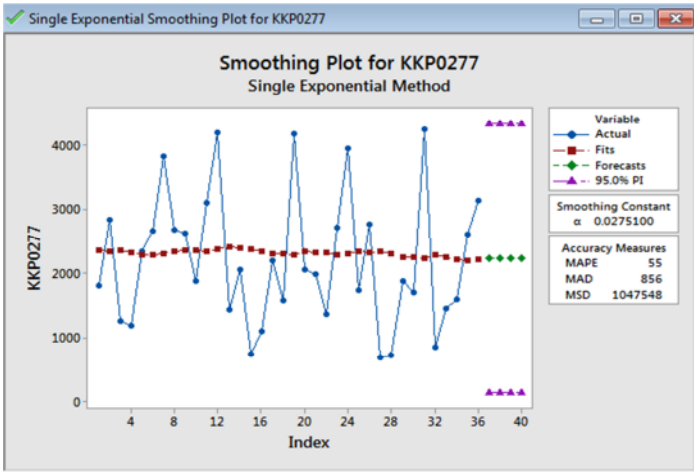




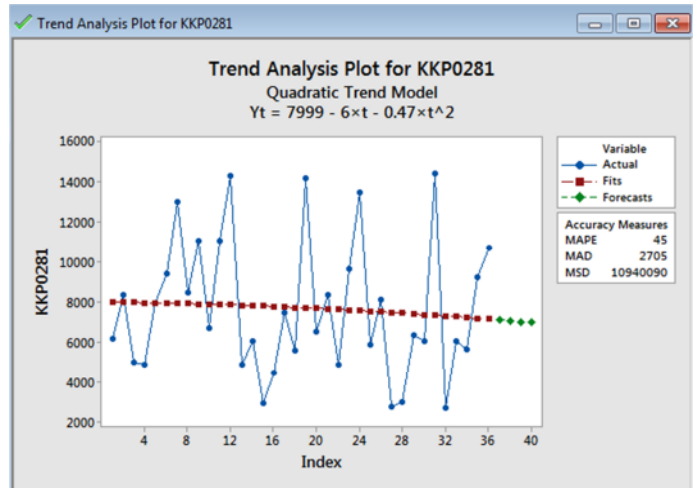
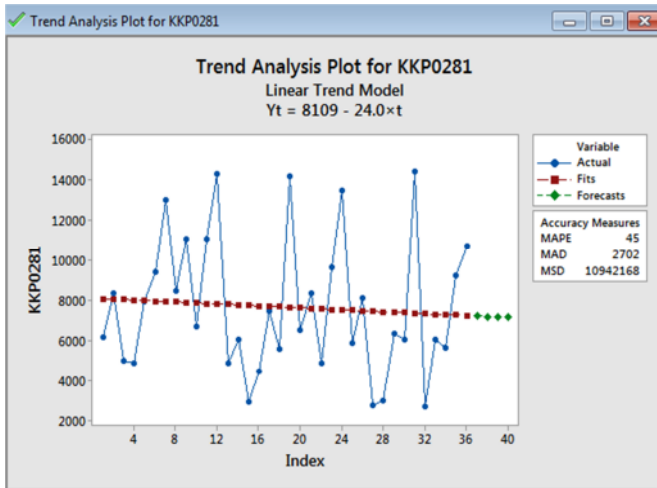
#### 4. Model KKP0277

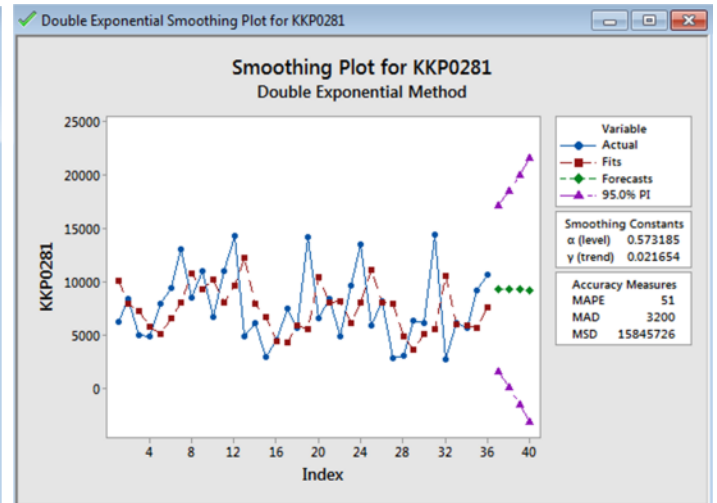
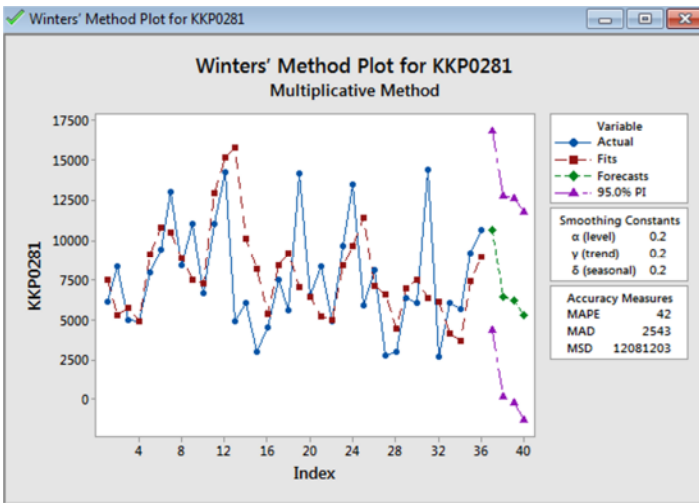
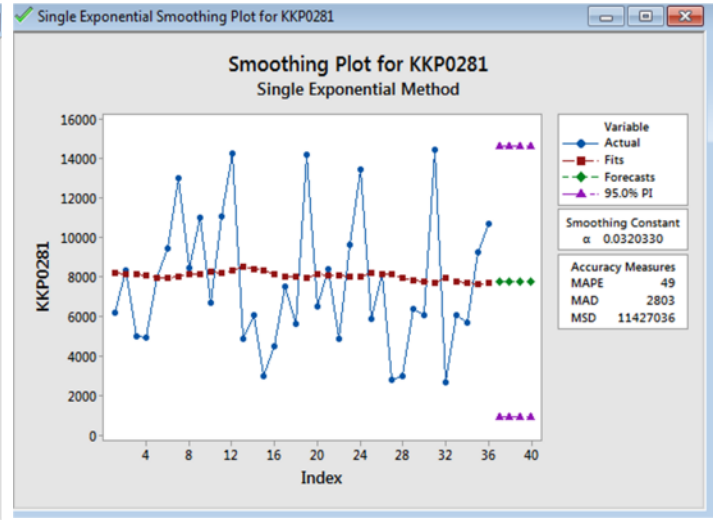
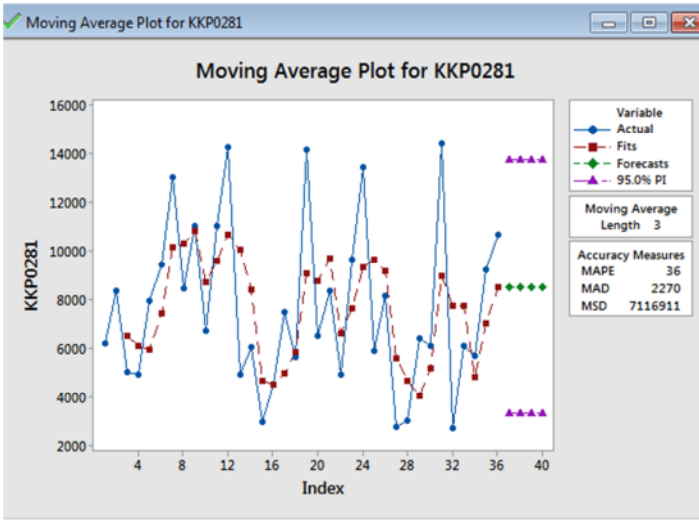
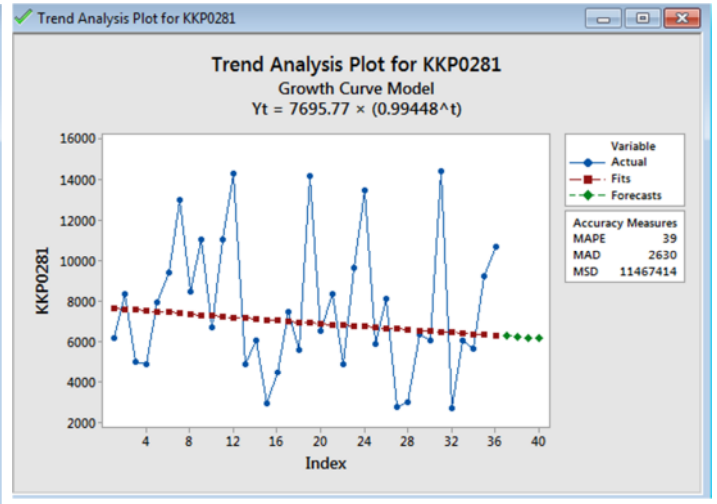
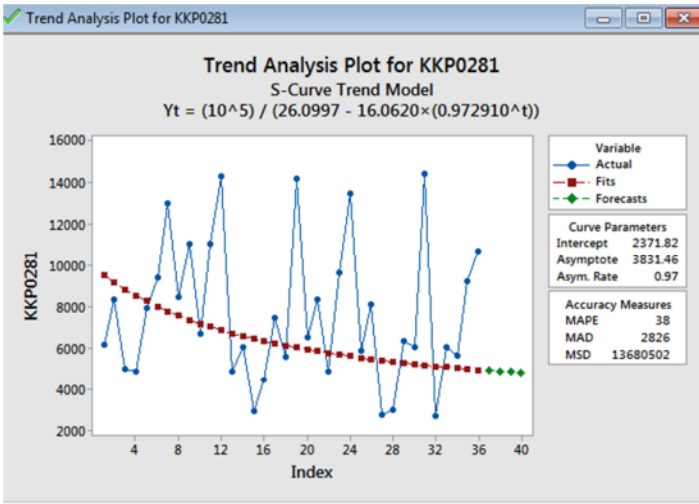


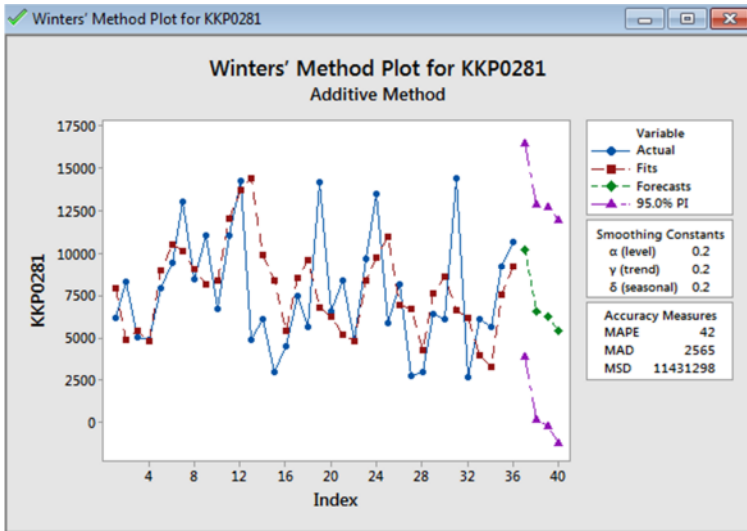




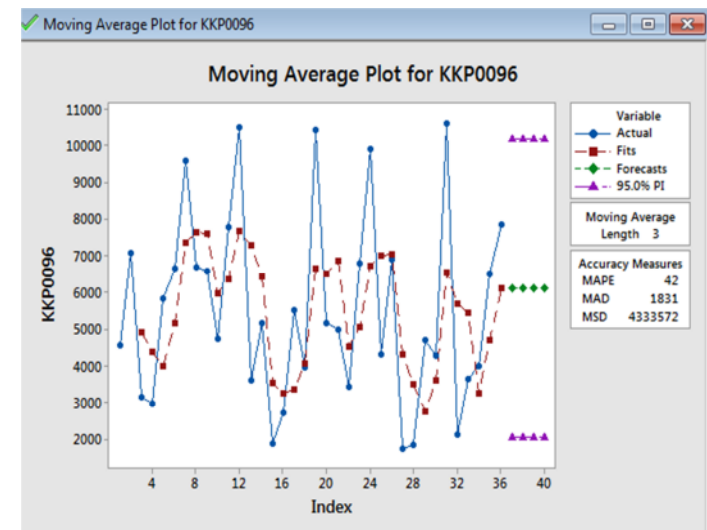
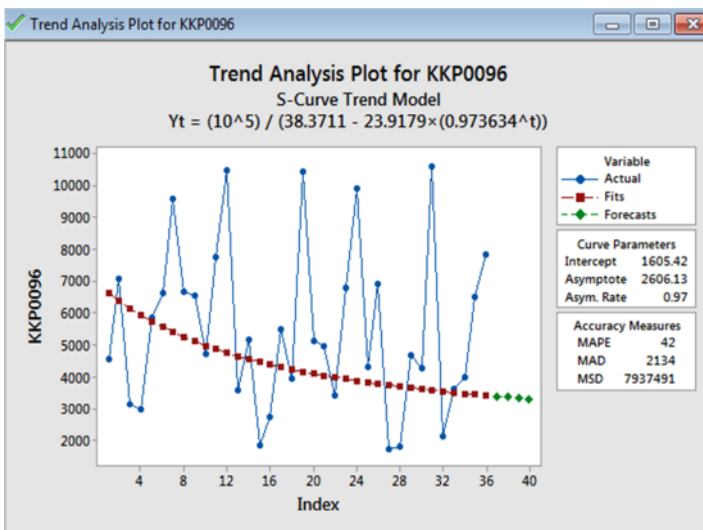
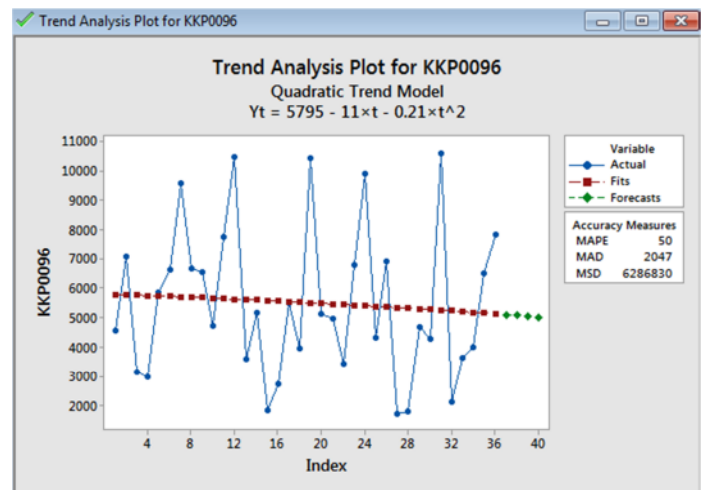
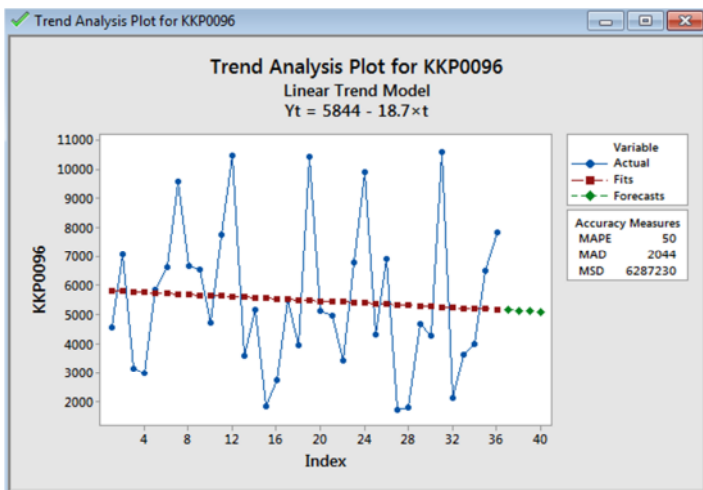
## 5. Model KKP0281

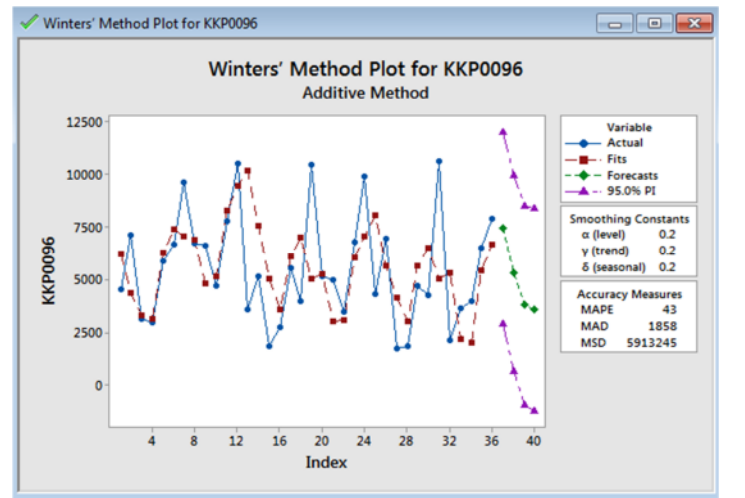
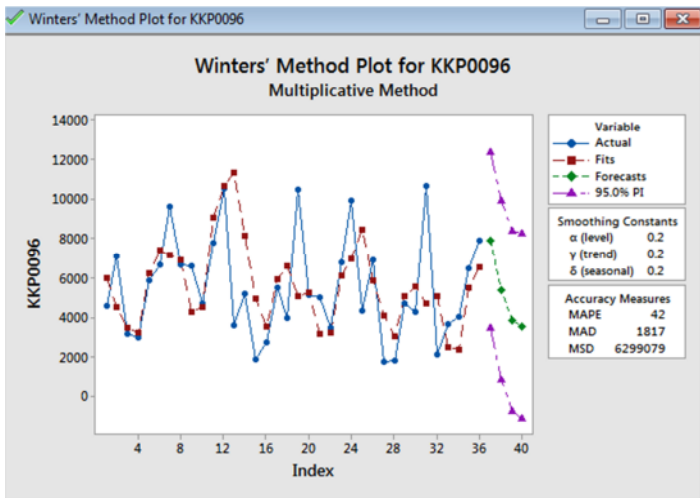
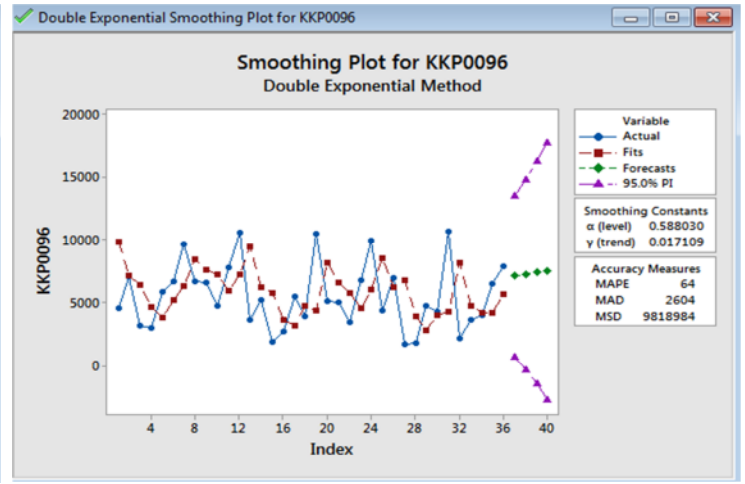
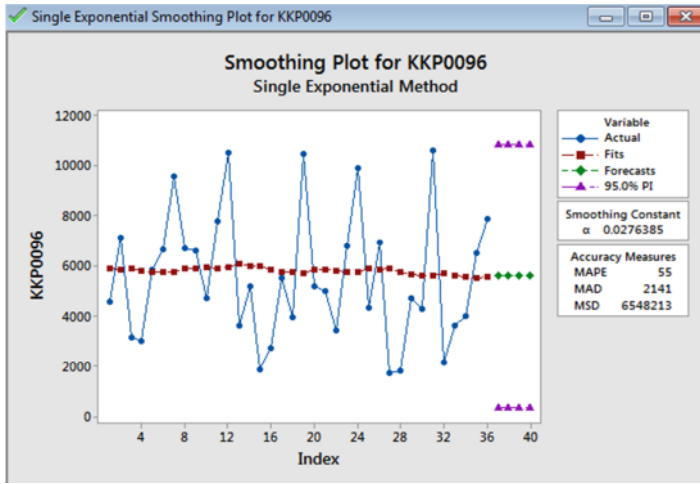




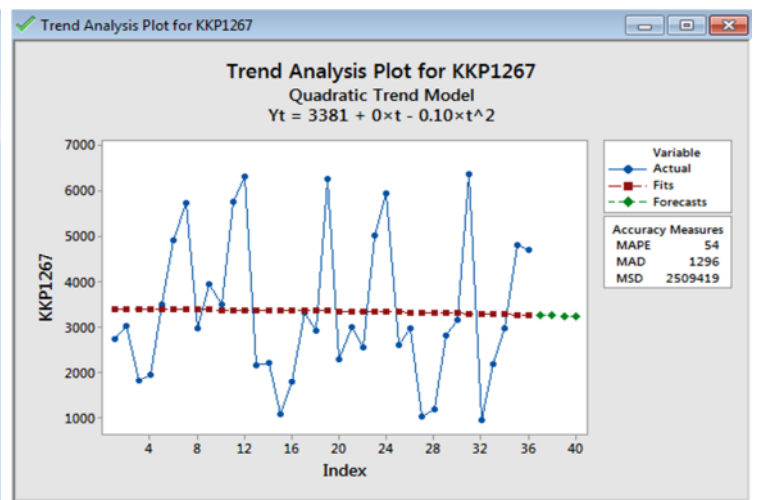
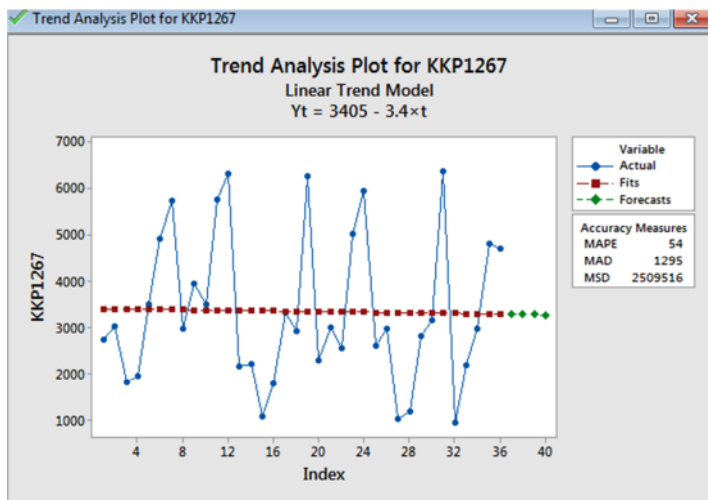


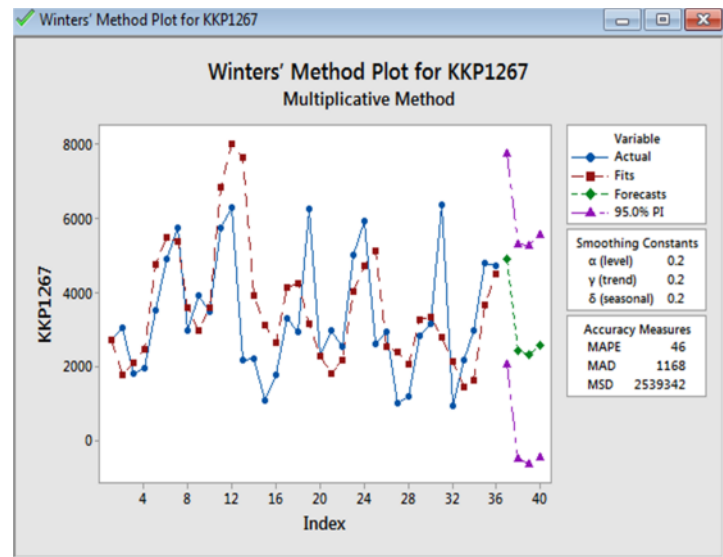
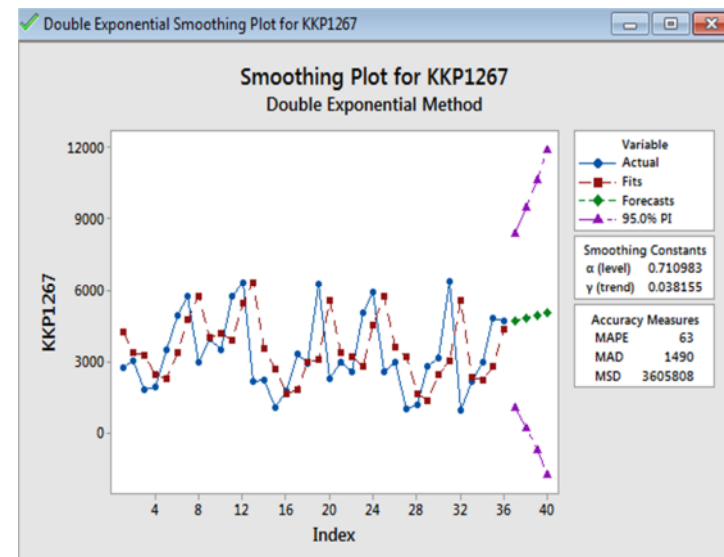
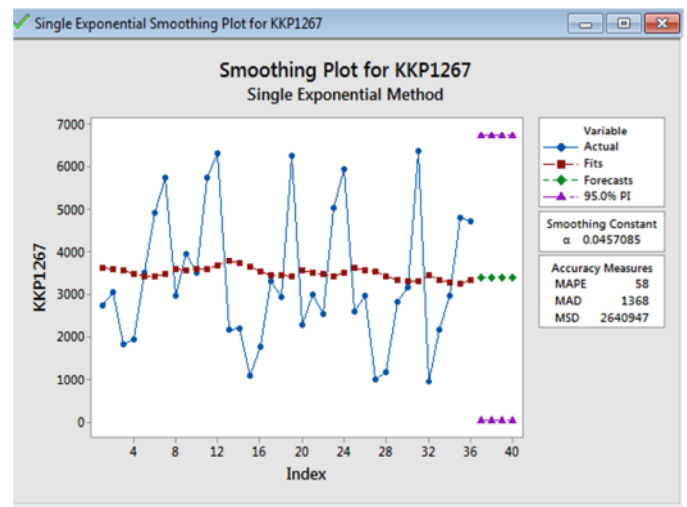
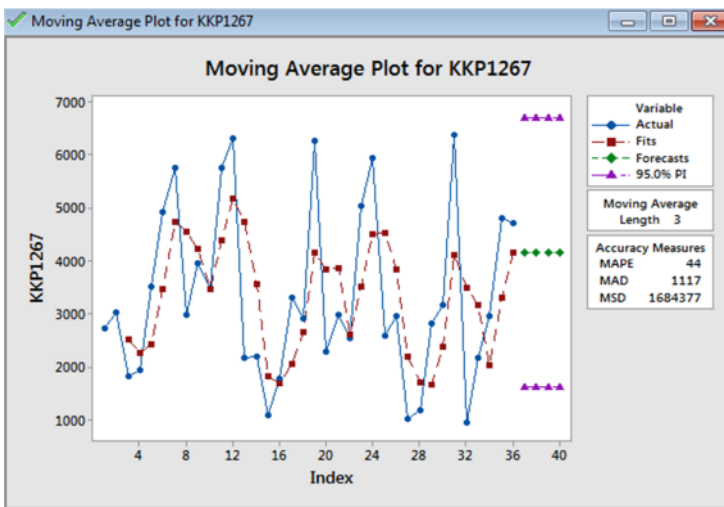
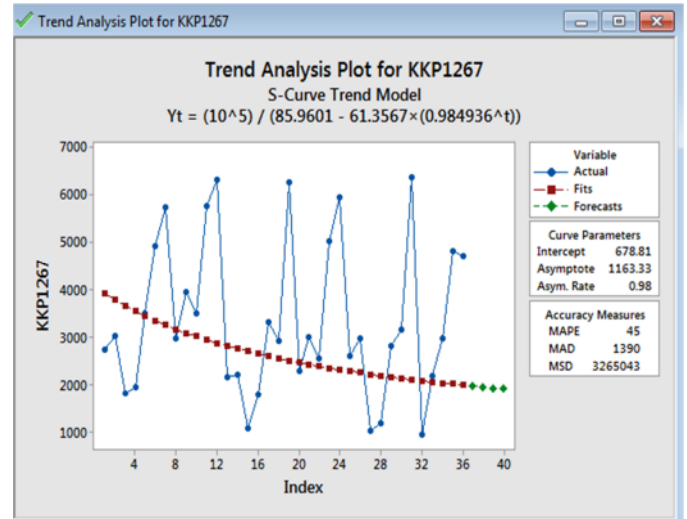
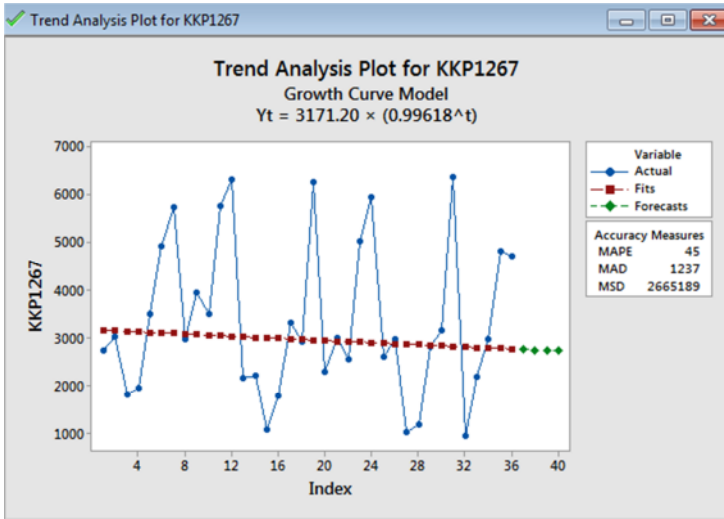
## 6. Model KKP0096

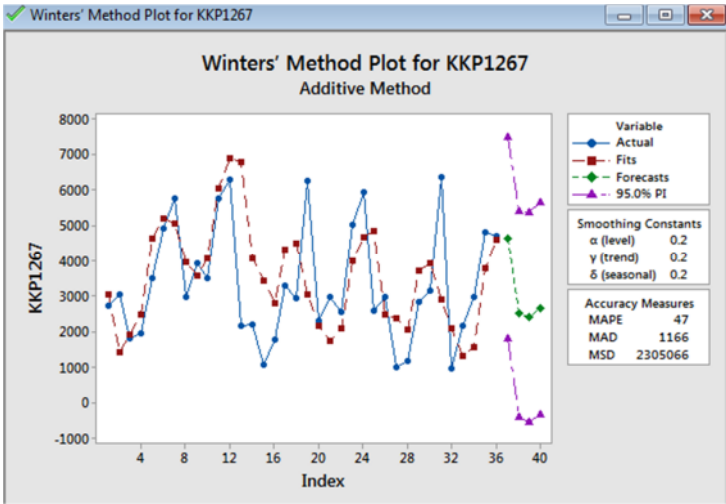




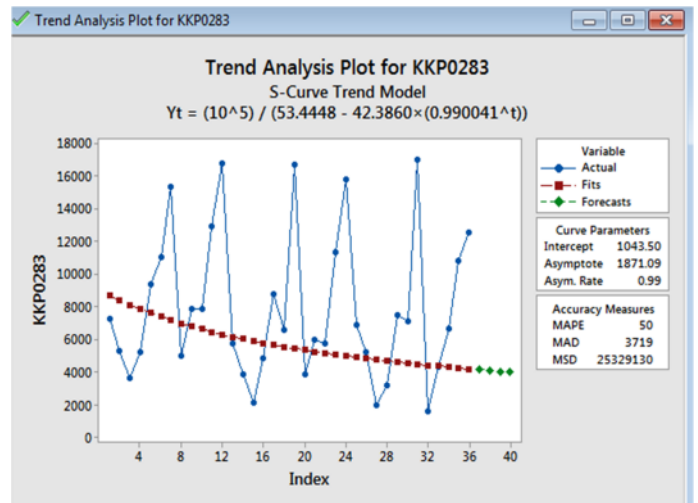
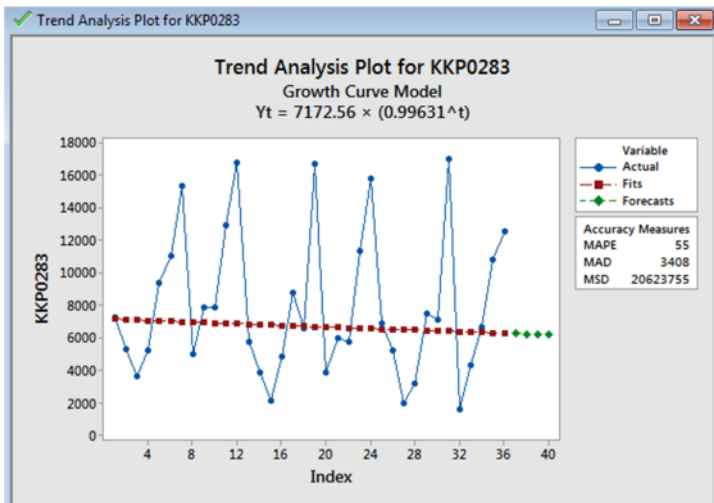
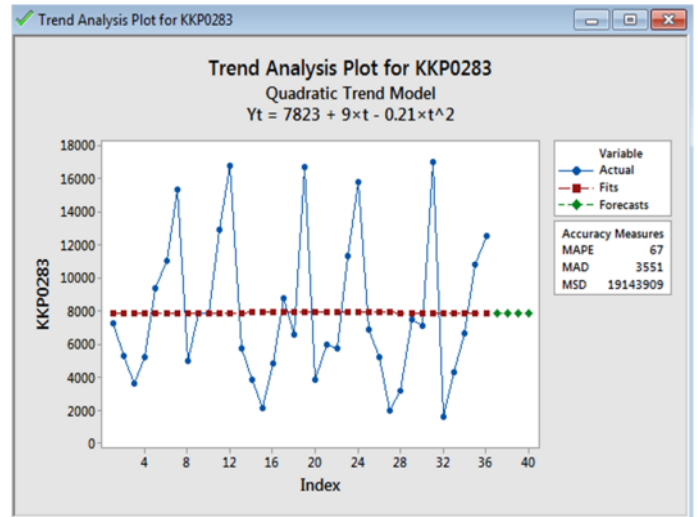
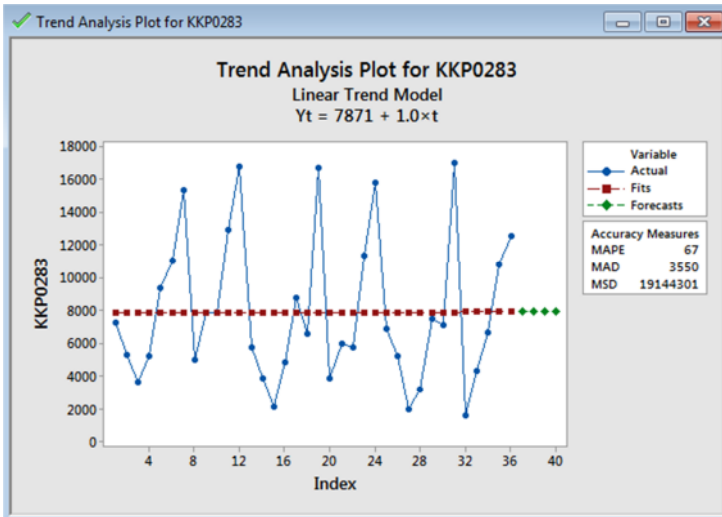
## 7. Model KKP1267



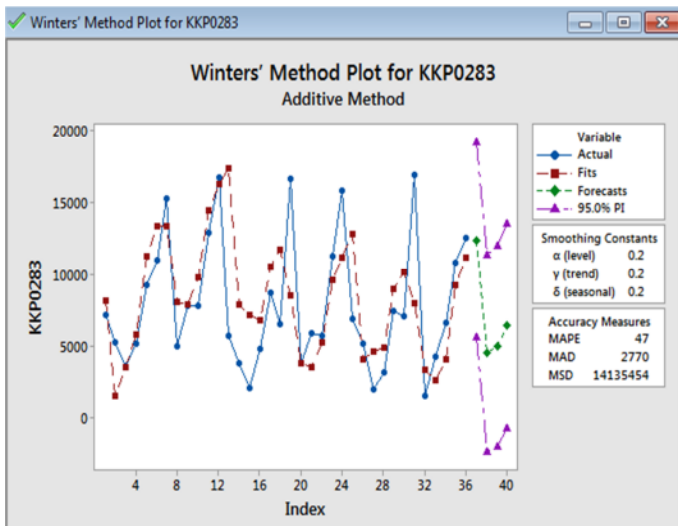
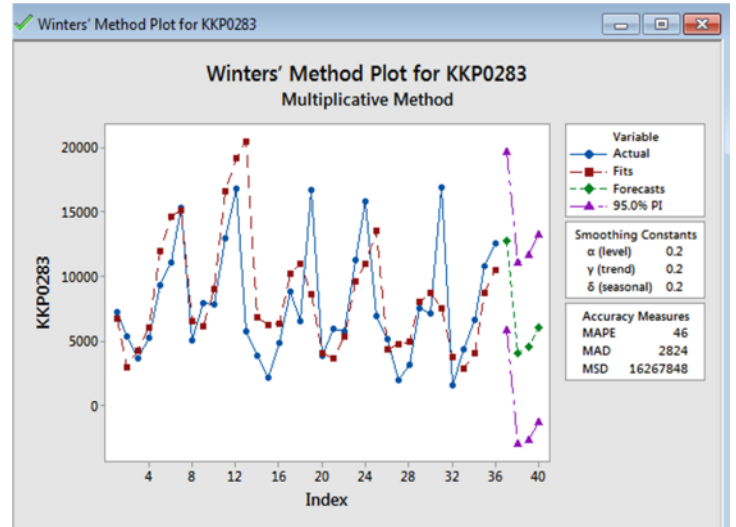
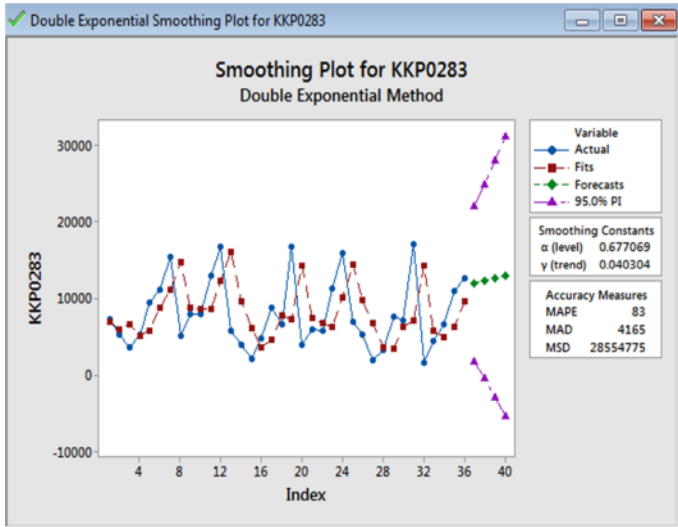
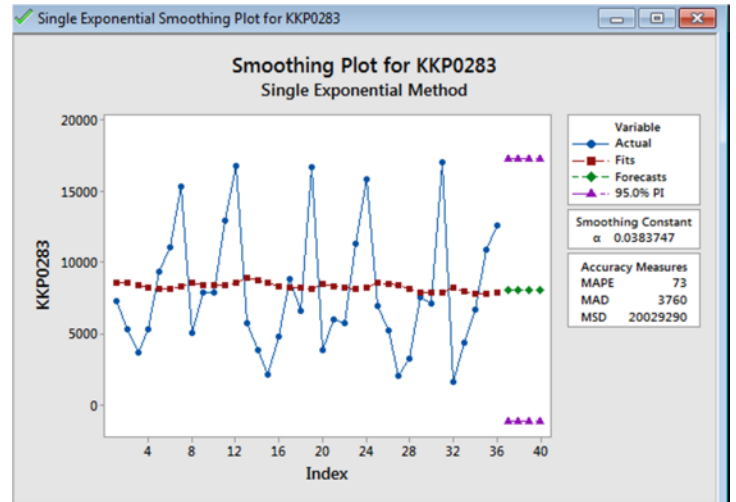
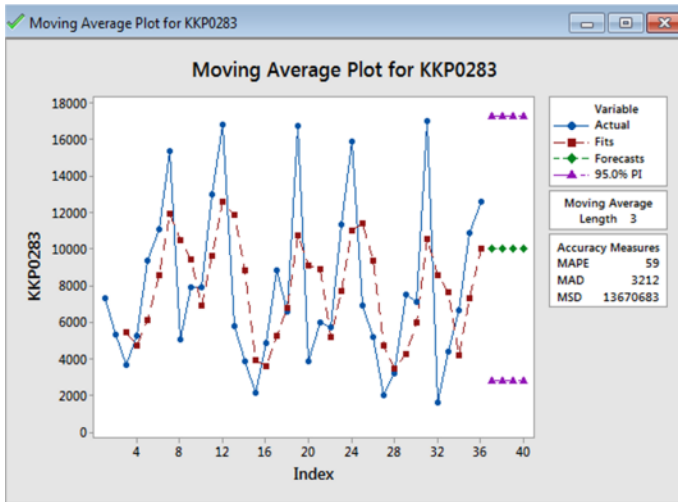




## 8. Model KKP0283







## A2. Hasil Peramalan Menggunakan Metode Terpilih

### 1. Model KKP2226

#### Forecasts

Period	Forecast	Lower	Upper
37	3158.43	1348.84	4968.01
38	1529.23	-308.71	3367.16
39	1417.49	-452.05	3287.04
40	1483.38	-420.88	3387.63

#### Winters' Method Plot for KKP2226A

#### Forecasts

Period	Forecast	Lower	Upper
37	3610.18	1541.89	5678.46
38	1748.10	-352.59	3848.79
39	1620.13	-516.69	3756.94
40	1695.60	-480.89	3872.09

#### Winters' Method Plot for KKP2226B

#### Forecasts

Period	Forecast	Lower	Upper
37	2256.03	963.561	3548.50
38	1092.36	-220.357	2405.08
39	1012.63	-322.667	2347.93
40	1059.61	-300.476	2419.70

### 2. Model KKP0121

#### Forecasts

Period	Forecast	Lower	Upper
37	1681.88	532.368	2831.39
38	1001.70	-165.817	2169.23
39	798.19	-389.408	1985.80
40	1282.63	72.982	2492.28

#### Winters' Method Plot for KKP021A



Forecasts

Period	Forecast	Lower	Upper
37	1009.11	319.194	1699.03
38	600.75	-99.979	1301.47
39	478.65	-234.125	1191.43
40	769.40	43.391	1495.41

**Winters' Method Plot for KKP021B**

Forecasts

Period	Forecast	Lower	Upper
37	672.607	212.870	1132.34
38	400.965	-65.974	867.90
39	319.344	-155.626	794.31
40	513.206	29.417	996.99

**Winters' Method Plot for KKP021C**

3. **Model KKP0117**

Forecasts

Period	Forecast	Lower	Upper
37	2196.79	987.337	3406.24
38	1230.08	1.681	2458.48
39	275.26	-974.271	1524.79
40	907.14	-365.590	2179.86

**Winters' Method Plot for KKP117A**

Forecasts

Period	Forecast	Lower	Upper
37	1318.01	592.354	2043.66
38	737.94	0.916	1474.96
39	164.96	-584.740	914.65
40	543.97	-219.644	1307.59

**Winters' Method Plot for KKP117B**

Forecasts

Period	Forecast	Lower	Upper
37	879.283	395.407	1363.16
38	492.360	0.903	983.82
39	109.925	-389.984	609.83
40	363.098	-146.092	872.29

**Winters' Method Plot for KKP117C**

**4. Model KKP0277**

Forecasts

Period	Forecast	Lower	Upper
37	694.413	302.806	1086.02
38	472.415	74.674	870.16
39	334.751	-69.831	739.33
40	311.986	-100.108	724.08

**Winters' Method Plot for KKP0277A**

Forecasts

Period	Forecast	Lower	Upper
37	473.869	206.859	740.878
38	322.514	51.321	593.706
39	228.164	-47.693	504.022
40	213.085	-67.893	494.064

**Winters' Method Plot for KKP0277B**

Forecasts

Period	Forecast	Lower	Upper
37	950.685	422.932	1478.44
38	643.068	107.047	1179.09
39	455.976	-89.264	1001.22
40	425.445	-129.917	980.81

**Winters' Method Plot for KKP0277C**

Forecasts

Period	Forecast	Lower	Upper
37	378.997	165.624	592.370
38	257.743	41.027	474.459
39	182.750	-37.693	403.194
40	170.408	-54.128	394.944

**Winters' Method Plot for KKP0277D**

Forecasts

Period	Forecast	Lower	Upper
37	631.646	275.567	987.725
38	429.508	67.850	791.166
39	304.327	-63.551	672.205
40	283.531	-91.177	658.238

**Winters' Method Plot for KKP0277E**

5. **Model KKP0281**

Forecasts

Period	Forecast	Lower	Upper
37	2243.34	861.254	3625.43
38	1439.26	35.514	2843.00
39	1375.80	-52.083	2803.68
40	1183.36	-271.031	2637.75

**Winters' Method Plot for KKP0281A**

Forecasts

Period	Forecast	Lower	Upper
37	1223.89	469.879	1977.90
38	785.23	19.403	1551.05
39	750.75	-28.243	1529.75
40	645.59	-147.870	1439.04

**Winters' Method Plot for KKP0281B**

Forecasts

Period	Forecast	Lower	Upper
37	2447.25	939.263	3955.24
38	1570.48	38.860	3102.09
39	1500.81	-57.147	3058.77
40	1290.88	-295.999	2877.76

**Winters' Method Plot for KKP0281C**

Forecasts

Period	Forecast	Lower	Upper
37	2855.26	1095.82	4614.70
38	1831.92	44.91	3618.92
39	1750.96	-66.78	3568.70
40	1505.94	-345.55	3357.42

**Winters' Method Plot for KKP0281D**

Forecasts

Period	Forecast	Lower	Upper
37	1427.56	548.018	2307.09
38	916.23	22.912	1809.55
39	875.37	-33.312	1784.05
40	753.30	-172.247	1678.86

**Winters' Method Plot for KKP0281E**

**6. Model KKP0096**

Forecasts

Period	Forecast	Lower	Upper
37	2607.46	1014.25	4200.67
38	1861.03	242.86	3479.20
39	1320.39	-325.61	2966.39
40	1248.55	-428.01	2925.11

**Winters' Method Plot for KKP0096A**

Forecasts

Period	Forecast	Lower	Upper
37	2979.99	1159.05	4800.93
38	2127.28	277.81	3976.75
39	1509.02	-372.26	3390.30
40	1426.84	-489.37	3343.04

**Winters' Method Plot for KKP0096B**

Forecasts

Period	Forecast	Lower	Upper
37	1862.50	724.544	3000.46
38	1329.50	173.710	2485.28
39	943.26	-232.405	2118.93
40	891.96	-305.534	2089.45

**Winters' Method Plot for KKP0096C**

**7. Model KKP1267**

Forecasts

Period	Forecast	Lower	Upper
37	1626.29	626.401	2626.17
38	873.85	-141.697	1889.40
39	842.80	-190.220	1875.81
40	932.35	-119.840	1984.55

**Winters' Method Plot for KKP1267A**

Forecasts

Period	Forecast	Lower	Upper
37	1859.11	716.156	3002.07
38	999.28	-161.585	2160.14
39	963.54	-217.294	2144.36
40	1065.68	-137.073	2268.43

**Winters' Method Plot for KKP1267B**

Forecasts

Period	Forecast	Lower	Upper
37	1161.66	447.249	1876.06
38	624.49	-101.105	1350.09
39	602.21	-135.870	1340.29
40	665.73	-86.048	1417.52

**Winters' Method Plot for KKP1267C**

**8. Model KKP0283**

Forecasts

Period	Forecast	Lower	Upper
37	2741.14	1247.95	4234.33
38	1001.55	-515.03	2518.14
39	1101.79	-440.88	2644.46
40	1421.33	-149.98	2992.64

**Winters' Method Plot for KKP0283A**

Forecasts

Period	Forecast	Lower	Upper
37	1619.76	737.481	2502.03
38	591.79	-304.305	1487.89
39	651.07	-260.442	1562.58
40	839.81	-88.620	1768.25

**Winters' Method Plot for KKP0283B**

Forecasts

Period	Forecast	Lower	Upper
37	2990.07	1361.36	4618.78
38	1092.48	-561.74	2746.71
39	1201.53	-481.15	2884.21
40	1550.17	-163.75	3264.09

**Winters' Method Plot for KKP0283C**