



UNIVERSITAS INDONESIA

**PERAMALAN PENJUALAN PRODUK SUSU BAYI DENGAN
METODE *GREY SYSTEM THEORY* DAN *NEURAL NETWORK***

SKRIPSI

**LINDA STEPVHANIE
0806459085**

**FAKULTAS TEKNIK
PROGRAM STUDI TEKNIK INDUSTRI
DEPOK
JUNI 2012**



UNIVERSITAS INDONESIA

**PERAMALAN PENJUALAN PRODUK SUSU BAYI DENGAN
METODE *GREY SYSTEM THEORY* DAN *NEURAL NETWORK***

SKRIPSI

Diajukan sebagai salah satu syarat untuk memperoleh gelar Sarjana Teknik

**LINDA STEPVHANIE
0806459085**

**FAKULTAS TEKNIK
PROGRAM STUDI TEKNIK INDUSTRI
DEPOK
JUNI 2012**

HALAMAN PERNYATAAN ORISINALITAS

**Skripsi ini adalah hasil karya saya sendiri,
dan semua sumber baik yang dikutip maupun yang dirujuk
telah saya nyatakan dengan benar.**




Nama : Linda Stepvhanie
NPM : 0806459085
Tanda tangan : 
Tanggal : 13 Juni 2012

HALAMAN PENGESAHAN

Skripsi ini diajukan oleh :
Nama : Linda Stepvhanie
NPM : 0806459085
Program Studi : Teknik Industri
Judul Skripsi : Peramalan Penjualan Produk Susu Bayi dengan
Metode *Grey System Theory* dan *Neural Network*

Telah berhasil dipertahankan di hadapan Dewan Penguji dan diterima sebagai bagian persyaratan yang diperlukan untuk memperoleh gelar Sarjana Teknik pada Program Studi Teknik Industri, Fakultas Teknik, Universitas Indonesia.

DEWAN PENGUJI

Pembimbing : Ir. Isti Surjandari Ph.D ()
Penguji : Ir. Amar Rachman, MEIM ()
Penguji : Ir. Fauzia Dianawati, M.Si ()
Penguji : Maya Arlini, S.T, M.T, M.BA ()

Ditetapkan di : Depok
Tanggal : 22 Juni 2012

KATA PENGANTAR

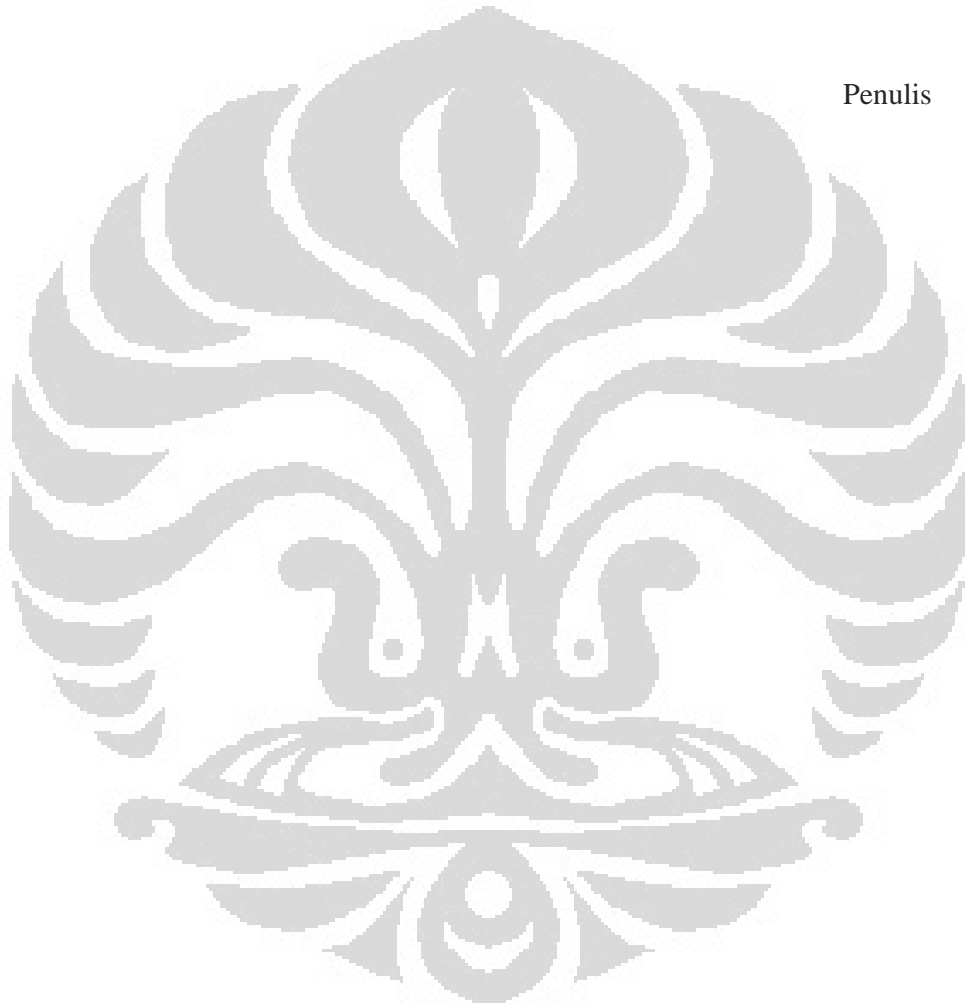
Puji syukur penulis ucapkan kepada Tuhan Yang Maha Esa, karena berkah dan perlindungan-Nya, penulis dapat menyelesaikan skripsi ini tepat waktu dan tanpa kendala. Penulisan skripsi ini ditujukan untuk memenuhi salah satu syarat emndapatkan gelar Sarjana Teknik Departemen Teknik Industri pada Fakultas Teknik Universitas Indonesia. Penulis sangat menyadari bahwa tanpa adanya bimbingan dan bantuan dari berbagai pihak, akan sangat sulit bagi penulis untuk dapat menyelesaikan skripsi ini. Oleh karena itu, penulis mengucapkan terima kasih kepada:

1. Ibu Ir. Isti Surjandari, Ph.D, selaku dosen pembimbing skripsi yang selalu membimbing, mengarahkan, memotivasi, manyarankan, memperbaiki dan membantu setiap langkah penyusunan skripsi ini
2. Bapak Patno Sigit Panjaitan yang telah memberikan izin untuk mempergunakan data perusahaan kepada penulis.
3. Bapak Djoko Sihono Gabriel, selaku dosen pembimbing akademis, dan dosen-dosen lainnya, yang telah memberikan masukan dan ilmu selama penulis melakukan pembelajaran.
4. Rendra Satya Wirawan yang telah bersedia meluangkan waktu untuk membantu dan memberikan masukan selama proses pengerjaan skripsi.
5. Mariana, Ella, Anissa dan Irfan atas dukungan dalam proses pengerjaan skripsi.
6. Teman-teman satu bimbingan Bu Isti: Nike, Echa, Upi, Novi, Farid dan Anda atas dukungan dan kerjasamanya pada proses pengerjaan skripsi ini.
7. Stephanie Rengkung, Shelly Apsari, Ricky Muliadi, Stefan Darmansyah, Alex Justian, Jimmy Fong, Anton Hartawan dan teman-teman TIUI angkatan 2008 atas persahabatan dan kerjasamanya yang luar biasa selama 4 tahun yang sangat mengesankan ini.
8. Keluarga besar tercinta, Mama, Papa, Lisa, Ievan dan Indra atas dukungan dan dorongan moril yang tak ternilai.
9. Terakhir, pihak lain yang tak bisa disebutkan namanya satu per satu disini.

Akhir kata, penulis menyadari bahwa skripsi ini masih jauh dari sempurna. Oleh karena itu, kritik dan saran yang membangun sangat penulis harapkan. Selain itu penulis berharap skripsi ini dapat bermanfaat dan berkontribusi bagi pengembangan ilmu pengetahuan.

Depok, 13 Juni 2012

Penulis



**HALAMAN PERNYATAAN PERSETUJUAN PUBLIKASI
TUGAS AKHIR UNTUK KEPENTINGAN AKADEMIS**

Sebagai sivitas akademik Universitas Indonesia, saya yang bertanda tangan di bawah ini:

Nama : Linda Stepvhanie
NPM : 0806459085
Departemen : Teknik Industri
Fakultas : Teknik
Jenis Karya : Skripsi

demikian pengembangan ilmu pengetahuan, menyetujui untuk memberikan kepada Universitas Indonesia **Hak Bebas Royalti Noneksklusif (*Non-exclusive Royalty-Free Right*)** atas karya ilmiah saya yang berjudul:

Peramalan Penjualan Produk Susu Bayi dengan Metode *Grey System Theory* dan *Neural Network*

berserta perangkat yang ada (jika diperlukan). Dengan Hak Bebas Royalti Noneksklusif ini Universitas Indonesia berhak menyimpan, mengalih media/formatkan, mengelola dalam bentuk pangkalan data (*database*), merawat dan mempublikasikan tugas akhir saya selama tetap mencantumkan nama saya sebagai penulis/pencipta dan sebagai pemilik Hak Cipta.

Demikian pernyataan ini saya buat dengan sebenarnya.

Dibuat di : Depok
Pada tanggal : 13 Juni 2012
Yang Menyatakan



(Linda Stepvhanie)

ABSTRAK

Nama : Linda Stepvhanie
Program Studi : Teknik Industri
Judul : Peramalan Penjualan Produk Susu Bayi dengan Metode *Grey System Theory* dan *Neural Network*

Berkembangnya ilmu pengetahuan dan teknologi yang semakin pesat disertai dengan semakin ketatnya persaingan dalam dunia usaha mengakibatkan adanya persaingan antar perusahaan dalam memberikan pelayanan kepada konsumen. Oleh karena itu dibutuhkan suatu cara agar dapat menghasilkan barang dengan tepat. Hal inilah yang menjadi peranan dari sebuah metode peramalan penjualan. Terdapat banyak cara dalam melakukan peramalan, namun cara manakah yang dapat memberikan hasil yang terbaik. Dalam penelitian ini, dibandingkan antara metode *Neural Network*, *Grey System Theory GM(1,1)* dengan metode tradisional. Dari enam belas jenis data yang digunakan menunjukkan BPNN memberikan hasil kesalahan yang lebih kecil dibandingkan dengan metode lainnya.

Kata kunci:

Peramalan, penjualan, *neural network*, *grey system theory*, *backpropagation*

ABSTRACT

Name : Linda Stepvhanie
Study Program : Industrial Engineering
Title : Sales Forecasting of Baby Milk with Grey System Theory and Neural Network

Now a days, a science and technology is growing rapidly make the competition intensifies in the business world for providing services to consumers. Therefore we need some way to produce goods with the correct amount. It was become the rolle of a sales forecasting method. There are many methods in sales forecast. However we don't know which method can give the best result. In this research, Neural Network, Grey System Theory GM(1,1) will be compared to the traditional methods. Through sixteen kinds of data that is used, show that BPNN provide results a smaller error than others.

Key words:

Forecasting, sales, neural network, grey system theory, back propagation

DAFTAR ISI

| | |
|---|-------------|
| HALAMAN JUDUL | ii |
| HALAMAN PERNYATAAN ORISINALITAS | iii |
| HALAMAN PENGESAHAN | iv |
| KATA PENGANTAR | v |
| HALAMAN PERNYATAAN PERSETUJUAN PUBLIKASI | vii |
| ABSTRAK | viii |
| DAFTAR ISI | ix |
| DAFTAR TABEL | xi |
| DAFTAR GAMBAR | xii |
| DAFTAR LAMPIRAN | xiii |
| | |
| BAB 1 PENDAHULUAN | 1 |
| 1.1 Latar Belakang | 1 |
| 1.2 Diagram Keterkaitan Masalah | 3 |
| 1.3 Rumusan Masalah | 3 |
| 1.4 Tujuan Penelitian..... | 3 |
| 1.5 Ruang Lingkup Penelitian | 5 |
| 1.6 Metodologi Penelitian | 5 |
| 1.7 Sistematika Penulisan | 8 |
| | |
| BAB 2 TINJAUAN LITERATUR | 9 |
| 2.1 Penjualan (<i>Sales</i>) | 9 |
| 2.1.1 Pengelolaan Penjualan | 9 |
| 2.1.2 Karakteristik Penjualan | 10 |
| 2.2 Peramalan (<i>Forecasting</i>) | 12 |
| 2.2.1 Langkah-Langkah Peramalan | 13 |
| 2.2.2 Prinsip Peramalan | 14 |
| 2.2.3 Metode-Metode Peramalan | 25 |
| 2.3 Metode Deret Berkala | 17 |
| 2.3.1 Metode <i>Moving Average</i> | 17 |
| 2.3.2 Metode <i>Weighted Moving Average</i> | 18 |
| 2.3.3 Metode <i>Exponential Smoothing</i> | 19 |
| 2.3.4 Metode <i>Trend(Linear Regression)</i> | 22 |
| 2.3.5 Metode <i>Seasonal Trend</i> | 22 |
| 2.3.5.1 Metode <i>Seasonal</i> | 22 |
| 2.3.5.2 Metode <i>Seasonal Trend</i> | 22 |
| 2.4 Metode <i>Grey System Theory</i> | 24 |
| 2.4.1 Model GM(1,1) | 24 |
| 2.4.2 Pengembangan Data Aktual Pada GM(1,1) | 25 |
| 2.5 Metode Peramalan <i>Artificial Neural Network</i> | 25 |
| 2.5.1 Perhitungan Input ANN | 26 |

| | |
|---|-----------|
| 2.5.2 Fungsi Aktivasi | 26 |
| 2.5.3 Backpropagation Network | 28 |
| 2.6 Grey Back Propagation Neural Network | 30 |
| 2.7 Pengukuran Hasil Peramalan..... | 30 |
| BAB 3 PENGUMPULAN DATA | 32 |
| 3.1 Data Penjualan Produk A | 32 |
| 3.2 Data Penjualan Produk B | 34 |
| 3.3 Data Penjualan Produk C | 36 |
| 3.4 Data Penjualan Produk D | 38 |
| BAB 4 PENGOLAHAN DATA DAN ANALISIS..... | 41 |
| 4.1 Pengolahan Data..... | 41 |
| 4.1.1 Back Propagation Neural Network..... | 41 |
| 4.1.2 Metode Tradisional | 41 |
| 4.2 Pengolahan Data dan Analisa..... | 44 |
| 4.2.1 Pengolahan dan Analisa Masing-masing Produk | 44 |
| 4.2.1.1 Produk A..... | 44 |
| 4.2.1.2 Produk B..... | 48 |
| 4.2.1.3 Produk C | 51 |
| 4.2.1.4 Produk D..... | 55 |
| 4.2.2 Analisa Keseluruhan Produk..... | 58 |
| BAB 5 KESIMPULAN DAN SARAN..... | 60 |
| 5.1 Kesimpulan..... | 60 |
| 5.2 Saran | 61 |
| DAFTAR REFERENSI..... | 62 |

DAFTAR TABEL

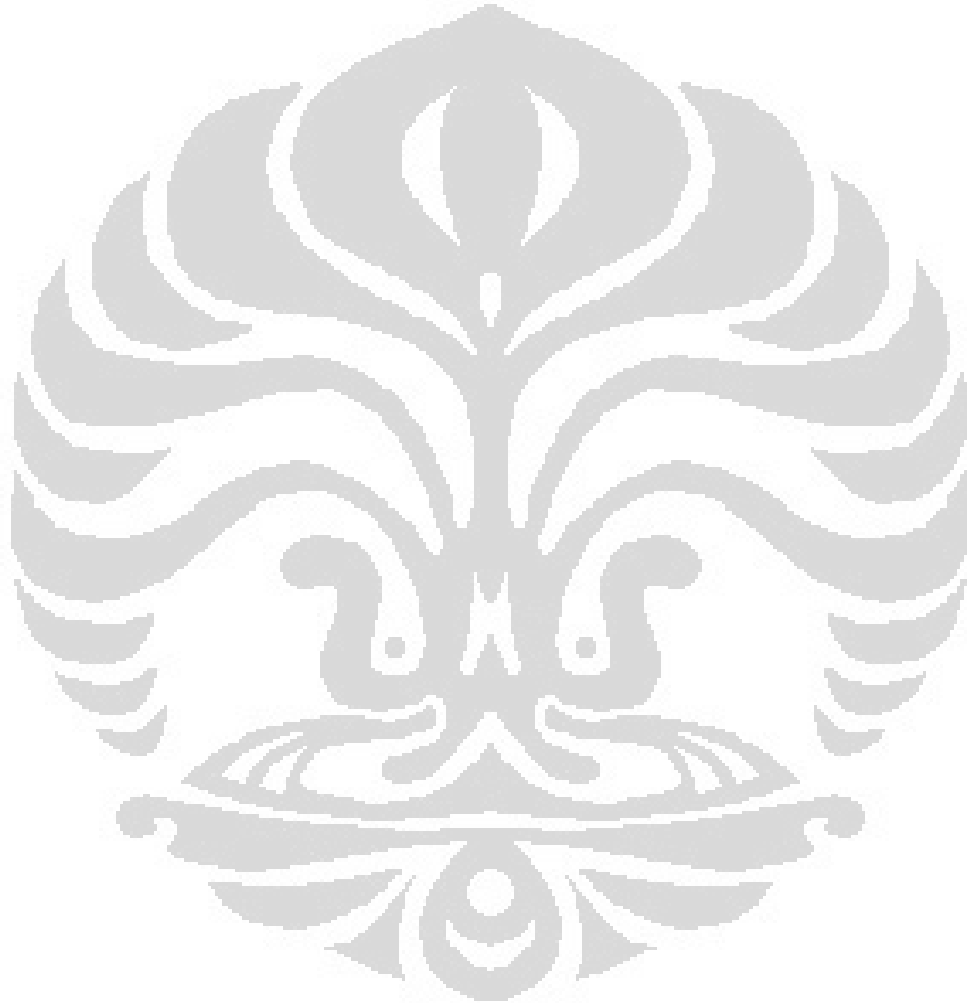
| | |
|--|----|
| Tabel 2.1 Tipe Peramalan Berdasarkan Kegunaan | 13 |
| Tabel 2.2 Perbandingan Antara <i>Grey System</i> , Statistik & Probabilitas dan <i>Fuzzy Math</i> | 24 |
| Tabel 4.1 Hasil Pengujian Produk A1 | 45 |
| Tabel 4.2 Hasil Pengujian Produk A2 | 45 |
| Tabel 4.2 Hasil Pengujian Produk A2 (sambungan) | 46 |
| Tabel 4.3 Hasil Pengujian Produk A3 | 46 |
| Tabel 4.3 Hasil Pengujian Produk A3 (sambungan) | 47 |
| Tabel 4.4 Hasil Pengujian Produk A4 | 47 |
| Tabel 4.5 Hasil Pengujian Produk B1..... | 48 |
| Tabel 4.5 Hasil Pengujian Produk B1 (sambungan) | 49 |
| Tabel 4.6 Hasil Pengujian Produk B2..... | 49 |
| Tabel 4.7 Hasil Pengujian Produk B3..... | 50 |
| Tabel 4.8 Hasil Pengujian Produk B4..... | 50 |
| Tabel 4.8 Hasil Pengujian Produk B4 (sambungan) | 51 |
| Tabel 4.9 Hasil Pengujian Produk C1 | 52 |
| Tabel 4.10 Hasil Pengujian Produk C2..... | 52 |
| Tabel 4.10 Hasil Pengujian Produk C2 (sambungan) | 53 |
| Tabel 4.11 Hasil Pengujian Produk C3..... | 53 |
| Tabel 4.11 Hasil Pengujian Produk C3 (sambungan) | 54 |
| Tabel 4.12 Hasil Pengujian Produk C4..... | 54 |
| Tabel 4.13 Hasil Pengujian Produk D1..... | 55 |
| Tabel 4.13 Hasil Pengujian Produk D1 (sambungan) | 56 |
| Tabel 4.14 Hasil Pengujian Produk D2..... | 56 |
| Tabel 4.14 Hasil Pengujian Produk D2 (sambungan) | 57 |
| Tabel 4.15 Hasil Pengujian Produk D3..... | 57 |
| Tabel 4.16 Hasil Pengujian Produk D4..... | 58 |

DAFTAR GAMBAR

| | |
|---|-----|
| Gambar 1.1 Diagram Keterkaitan Masalah | 4 |
| Gambar 1.2 Diagram Alir Metodologi Penelitian | 7 |
| Gambar 2.1 Pola Karakteristik Penjualan | 11 |
| Gambar 2.2 Variasi Karakteristik Penjualan..... | 17 |
| Gambar 2.3 Metode-Metode Peramalan..... | 17 |
| Gambar 2.4 Bobot Perhitungan Metode <i>Exponential Smoothing</i> | 17 |
| Gambar 2.5 Proses Transformasi Perhitugnan Pada Metode <i>Seasonal Trend</i> | 173 |
| Gambar 2.5 Grafik (a)Fungsi Threshold (b)Fungsi Linear-piecewise (c)Fungsi Sigmoid | 27 |
| Gambar 3.1 Data Histori Penjualan A1..... | 32 |
| Gambar 3.2 Data Histori Penjualan A2..... | 33 |
| Gambar 3.3 Data Histori Penjualan A3..... | 33 |
| Gambar 3.4 Data Histori Penjualan A4..... | 34 |
| Gambar 3.5 Data Histori Penjualan B1..... | 34 |
| Gambar 3.6 Data Histori Penjualan B2..... | 35 |
| Gambar 3.7 Data Histori Penjualan B3..... | 35 |
| Gambar 3.8 Data Histori Penjualan B4..... | 36 |
| Gambar 3.9 Data Histori Penjualan C1..... | 36 |
| Gambar 3.10 Data Histori Penjualan C2..... | 37 |
| Gambar 3.11 Data Histori Penjualan C3..... | 37 |
| Gambar 3.12 Data Histori Penjualan C4..... | 38 |
| Gambar 3.13 Data Histori Penjualan D1..... | 38 |
| Gambar 3.14 Data Histori Penjualan D2..... | 39 |
| Gambar 3.15 Data Histori Penjualan D3..... | 39 |
| Gambar 3.16 Data Histori Penjualan D4..... | 40 |
| Gambar 4.1 Variable Editor..... | 42 |
| Gambar 4.2 Proses Pemasukan Data untuk <i>Training</i> | 43 |
| Gambar 4.3 Proses Penentuan <i>Hidden Layer</i> | 43 |
| Gambar 4.4 Proses Pemasukan Data untuk <i>Testing</i> | 44 |

DAFTAR LAMPIRAN

| | |
|---|----|
| Lampiran A Contoh Perhitungan Metode Tradisional..... | 64 |
| Lampiran B Contoh Perhitungan <i>Grey System Theory</i> | 86 |
| Lampiran C Hasil Peramalan dari Setiap Metode..... | 89 |



BAB 1

PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Berkembangnya ilmu pengetahuan dan teknologi yang semakin pesat disertai dengan semakin ketatnya persaingan dalam dunia usaha mengakibatkan adanya persaingan antar perusahaan dalam memberikan pelayanan kepada konsumen. Salah satu persoalan yang memegang peranan penting dalam perusahaan yaitu persoalan mengenai peramalan.

Pencatatan data penjualan pada setiap periode berguna untuk melihat gambaran penjualan perusahaan, apakah mengalami kenaikan ataupun penurunan. Ramalan penjualan akan memberikan gambaran tentang kemampuan menjual di waktu yang akandatang (Supranto, 2001). Data peramalan penjualan dapat digunakan untuk dasar perencanaan produksi untuk mencegah terjadinya *over production* maupun *under production* yang menyebabkan perusahaan kehilangan kesempatan dalam menjual hasil produksinya. Hasil dari peramalan penjualan ini dapat digunakan untuk ementukan atau merencanakan biaya-biaya lain dalam perusahaan seperti biaya produksi, biaya promosi, dan lain sebagainya (Rini, 2005). Selain itu, peramalan penjualan juga mempengaruhi jumlah barang/bahan baku yang dipesan oleh perusahaan dalam memproduksi. Sehingga dengan peramalan yang memiliki tingkat akruasi tinggi, maka bahan baku yang dipesanpun akan sesuai dengan kebutuhan. Selain itu peramalan penjualan juga mempengaruhi jumlah barang jadi yang diproduksi. Kedua hal ini mempengaruhi *working capital* dari sebuah perusahaan. Peramalan sangatlah berguna bagi industri yang memiliki pangsa pasar yang besar (Peterson, 1993). Peterson juga menunjukkan bahwa *retailer* besar lebih cenderung menggunakan metode *time series* dalam melakukan peramalan, sedangkan *retailer* yang lebih kecil sering menggunakan metode peramalan dengan perasaan (*judgemental decision*) dalam meramal.

Metode yang digunakan untuk melakukan peramalan sangatlah beragam. Salah satu metode yang sering dilakukan dalam peramalan permintaan adalah

dengan metode *time series*. Dalam metode *time series* sendiri terdapat beberapa cara yang sering dipergunakan, seperti metode statistik yaitu *moving average*, dan *exponential smoothing*. Namun sering kali metode ini memberikan hasil yang kurang memuaskan terbukti dari tingkat akurasi yang masih rendah. Oleh karena itu, dalam tugas akhir ini akan dicoba untuk melakukan peramalan *time series* dalam penjualan dengan menggunakan metode baru yaitu *Neural Network* dan *Grey System Theory*.

Neural Network merupakan suatu model matematis yang menyerupai cara kerja otak biologis. Pada prinsipnya, *Neural Networks* banyak digunakan dalam aplikasi bisnis yang membutuhkan pengenalan pola, prediksi, klasifikasi, peramalan dan optimasi (Bennel, 2006). Sedangkan *Grey Model Theory* merupakan suatu model yang dikembangkan oleh Julong Deng pada tahun 1982 yang digunakan untuk memecahkan masalah yang tidak pasti (*uncertainty*) seperti pengambilan keputusan, prediksi, klasifikasi, pengenalan pola, optimasi dan analisa sistem berdasarkan perhitungan matematis.

Dalam penelitian yang dilakukan oleh Kotsialos pada tahun 2005 dikatakan bahwa hasil prediksi yang dihasilkan dengan *Neural Network* memiliki tingkat akurasi yang lebih tinggi dibandingkan dengan metode statistik klasik terutama untuk peramalan jangka panjang. Selain itu, pada penelitian Khashei dan Bijari (2010) yang berjudul *An Artificial Neural Network (p,d,q) Model for Timeseries Forecasting*, dikatakan bahwa *Neural Network* memberikan hasil yang lebih fleksibel sehingga dapat digunakan untuk memecahkan masalah peramalan dalam jangka waktu yang cukup panjang dengan tingkat akurasi yang tinggi.

Menurut Hill, O'Connor dan Remus (1996) *Neural Network* memberikan hasil yang lebih baik dibandingkan dengan metode peramalan tradisional baik dalam peramalan bulanan maupun dalam kuartal waktu tertentu.

Pada penelitian yang dilakukan oleh Thomassey (2010) dengan membandingkan metode peramalan penjualan dengan menggunakan *neural network*, *fuzzy logic* dan simulasi. Berdasarkan penelitian tersebut, disimpulkan bahwa hasil yang diperoleh dengan metode *neural network*, *fuzzy logic* dan simulasi memiliki hasil dengan tingkat akurasi yang cukup tinggi, terbukti dari

tingkat kesalahan yang diperoleh menjadi lebih kecil dibandingkan dengan peramalan penjualan sebelumnya yang menggunakan metode statistik biasa.

Selain itu, pada penelitian yang berjudul Chang dan Chuang (2009) dikatakan bahwa *Grey System Model* GM(1,1) dapat digunakan untuk memprediksi permintaan dalam rantai suplai dengan tingkat akurasi yang tinggi (dengan mengesampingkan informasi-informasi yang kurang lengkap), sedangkan untuk BP *Neural Network* dapat digunakan untuk memprediksi permintaan rantai suplai dengan informasi yang nonlinear.

Oleh karena itu, pada penelitian kali ini dilakukan perbandingan peramalan penjualan dengan menggunakan *grey system theory* dan *neural network* untuk mengetahui metode peramalan terbaik untuk perusahaan susu bayi.

1.2 Diagram Keterkaitan Masalah

Berdasarkan apa yang telah dituliskan pada latar belakang, maka berikut ini adalah diagram keterkaitan masalah tersebut pada gambar 1.1.

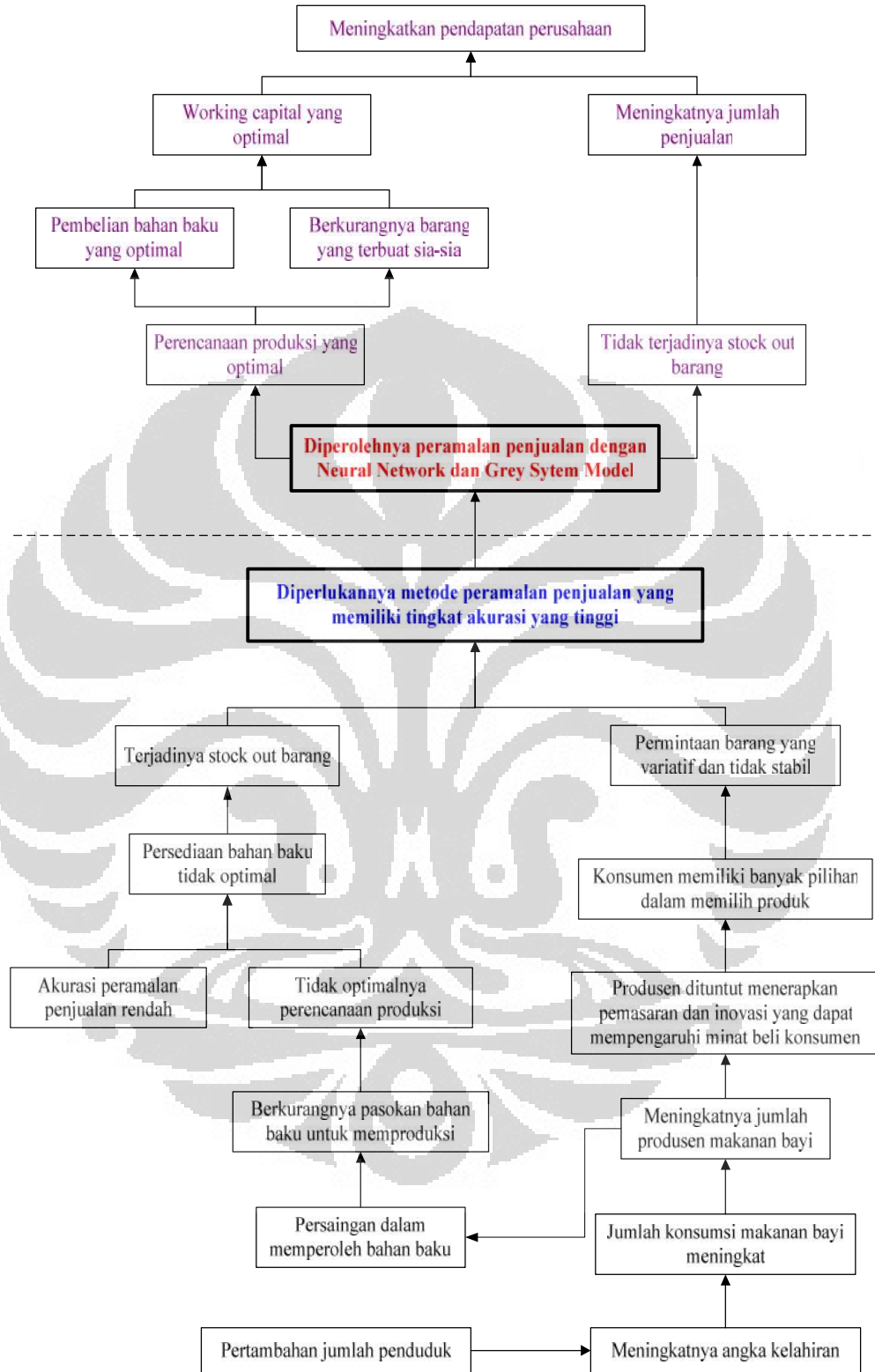
1.3 Rumusan Masalah

Pokok permasalahan yang akan dibahas yaitu diperlukannya metode peramalan penjualan yang memiliki tingkat akurasi yang tinggi.

1.4 Tujuan Penelitian

Adapun tujuan penelitian ini adalah sebagai berikut:

1. Melakukan peramalan dengan metode *back propagation neural network*, *grey system theory* GM(1,1) dan metode tradisional.
2. Membandingkan metode peramalan yang terbaik untuk produk susu yang berbeda.



Gambar 1.1 Diagram Keterkaitan Masalah

1.5 Ruang Lingkup Penelitian

Ruang lingkup penelitian yang akan dilakukan dalam penelitian adalah sebagai berikut ini:

1. Data yang digunakan adalah data historis dari penjualan susu bayi dengan empat merk yang berbeda dari perusahaan yang sama.
2. Pengolahan data dilakukan dengan menggunakan metode peramalan deret berkala (*time series*).

1.6 Metodologi Penelitian

Dalam melakukan penelitian, dilakukan beberapa langkah untuk mendapatkan hasil. Adapun langkah-langkah yang akan dilakukan adalah sebagai berikut:

1. Penentuan topik penelitian

Pada tahap ini akan ditetapkan topik utama yang menjadi fokus dalam penelitian. Penentuan topik dilakukan berdasarkan latar belakang permasalahan yang diangkat dalam penelitian, tinjauan terhadap penelitian-penelitian yang telah dilakukan, diskusi dengan pembimbing dan pihak terkait lainnya. Topik penelitian ini adalah peramalan penjualan susu bayi berdasarkan data histori penjualan. Ruang lingkup adalah hasil akhir dari penelitian juga ditetapkan pada tahap ini agar penelitian lebih terarah dan sesuai dengan yang diharapkan.

2. Pendalaman dasar teori

Tahap berikutnya adalah melakukan pendalaman lebih lanjut mengenai landasan teori yang akan digunakan dalam penelitian. Landasan teori ini dapat berupa jurnal dari penelitian-penelitian yang telah dilakukan sebelumnya, pengertian dasar dari tema yang akan diangkat hingga teori dasar dari metode-metode yang akan digunakan untuk proses pengolahan data. Beberapa landasan teori yang terkait dengan penelitian ini adalah *Neural Network*, *Grey System Theory*, dan peramalan penjualan.

3. Pengumpulan data

Tahap pengumpulan data merupakan tahap penentuan kebutuhan data dengan melakukan identifikasi data-data yang diperlukan untuk menyelesaikan masalah ini. Secara umum, data yang dibutuhkan adalah data histori penjualan.

4. Pengolahan data dan analisis (*Prepare Data for Modelling*)

Setelah semua data yang dibutuhkan telah terkumpul, tahap selanjutnya adalah proses pengolahan data serta analisis terhadap hasil pengolahan data. Proses pengolahan data terbagi menjadi dua kegiatan yaitu:

- Pembuatan model

Pada tahap ini, data yang telah dianalisa akan dibuat modelnya dengan menggunakan *neural network*, *grey system theory*, dan metode tradisional untuk memperoleh hasil peramalan beberapa periode kedepan.

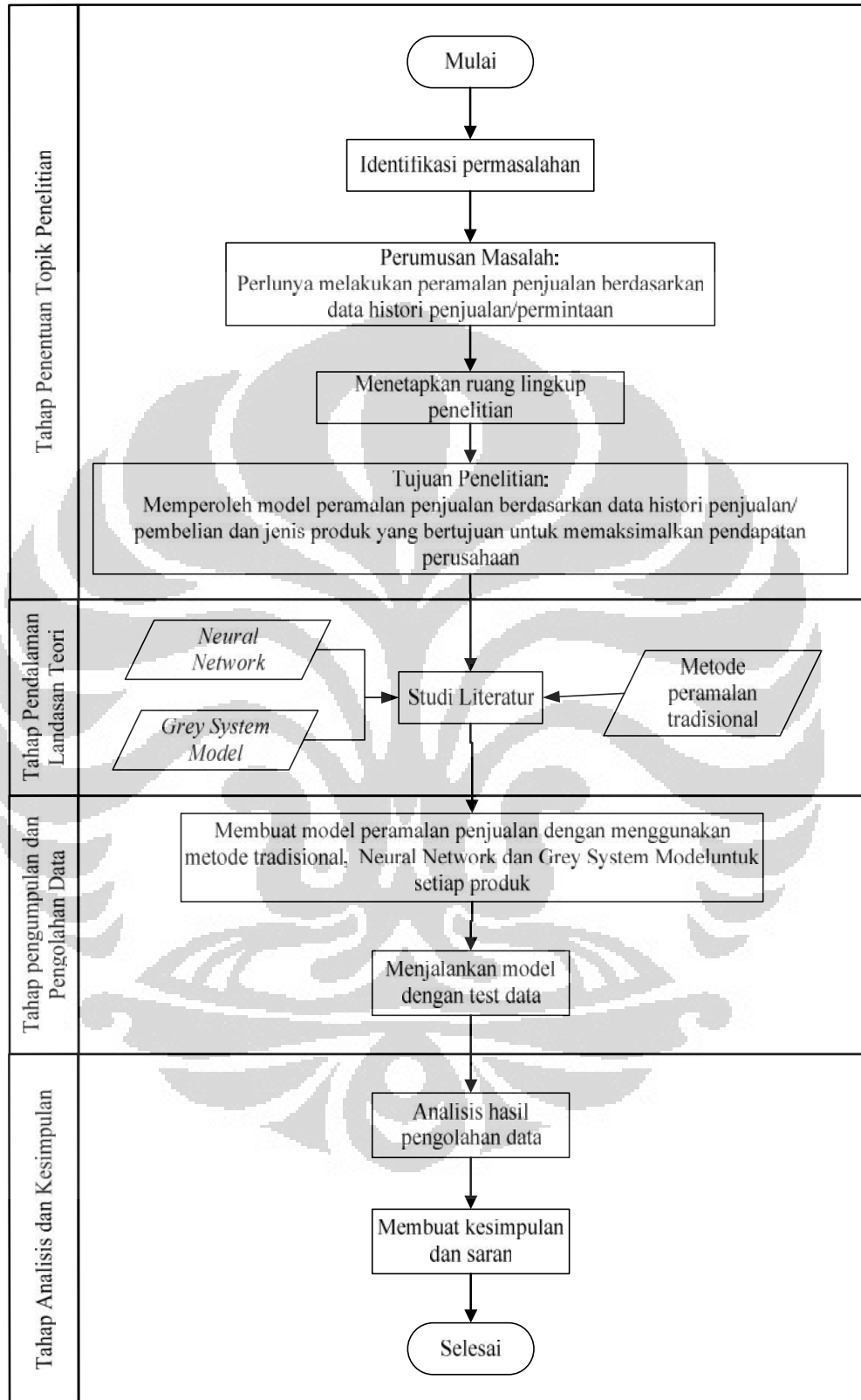
- Menjalankan model

Pada tahap ini, model yang diperoleh dijalankan untuk memperoleh hasil peramalan beberapa periode kedepan yang kemudian dilakukan perhitungan *error* atau kesalahan sehingga dapat mengukur tingkat akurasi dari setiap model dengan menghitung *relative error* dari tiap model.

5. Pembuatan kesimpulan

Setelah seluruh tahap telah dilakukan dengan baik maka dilakukan pembuatan kesimpulan berdasarkan analisa yang telah dibuat.

Gambar dari metodologi penelitian dapat dilihat pada Gambar 1.2.



Gambar 1.2 Diagram Alir Metodologi Penelitian

1.7 Sistematika Penulisan

Sistematika yang digunakan dalam penulisan penelitian ini mengikuti aturan standar baku penulisan tugas akhir mahasiswa. Penulisan tugas akhir ini dibuat dalam lima bab yang memberikan gambaran sistematis sejak awal penelitian hingga tercapainya tujuan penelitian. Adapun penjabaran kelima bab tersebut adalah sebagai berikut ini:

1. Bab 1 Pendahuluan

Bab ini berisikan latar belakang, diagram keterkaitan masalah, rumusan masalah, tujuan penelitian, batasan permasalahan, metodologi penelitian, dan sistematika penulisan.

2. Bab 2 Tinjauan Literatur

Bab ini berisikan teori dan tinjauan pustaka yang berhubungan dengan penelitian yang dilakukan. Adapun sumber berasal dari buku, penelitian terdahulu dan jurnal-jurnal ilmiah.

3. Bab 3 Pengumpulan Data

Bab ini berisikan data yang dipergunakan oleh dalam melakukan penelitian. Proses pengumpulan yang dilakukan dengan cara pengumpulan dokumen yang berasal dari *database* perusahaan.

4. Bab 4 Pengolahan Data dan Analisis

Bab ini berisikan mengenai pengolahan akan data yang telah diperoleh beserta analisisnya. Pengolahan dibagi menjadi uji parameter metode, dan peramalan dengan metode yang telah ditentukan. Dari bab ini dapat dilihat hasil analisis atas pengolahan data untuk penarikan kesimpulan sesuai dengan tujuan penelitian.

5. Bab 5 Kesimpulan

Bab ini berisikan kesimpulan dan saran yang diberikan sebagai hasil dari penelitian ini.

BAB 2

TINJAUAN LITERATUR

Pada bab ini akan dijelaskan literatur-literatur yang dipergunakan dalam menuliskan tugas akhir. Adapun isi dari tinjauan literatur ini adalah mengenai penjualan, peramalan, metode peramalan yang dipergunakan, dan perhitungan kesalahan dari peramalan tersebut.

2.1 Penjualan (*Sales*)

Penjualan merupakan sebuah kegiatan yang bertujuan untuk mencari, mempengaruhi dan memberi petunjuk kepada pembeli agar dapat menyesuaikan kebutuhannya dengan produk yang ditawarkan serta mengadakan perjanjian mengenai harga yang menguntungkan bagi kedua belah pihak (Moekjiat, 2000).

2.1.1 Pengelolaan Penjualan

Tujuan utama dari sebuah perusahaan yaitu melayani konsumen, dimana tujuan akhir dari perusahaan adalah menjalankan kegiatan perusahaan agar dapat bertemu dengan kebutuhan konsumen (Arnold & Chapman, 2004).

Pengelolaan penjualan merupakan suatu proses yang membantu perusahaan untuk menjaga permintaan dan *supply* agar tetap seimbang. Pada pengelolaan penjualan, bagian marketing akan mengembangkan perencanaan penjualan untuk 3 hingga 18 bulan kedepan. Dengan mengembangkan perencanaan penjualan berdasarkan agregat produk dan volume penjualan, maka dapat ditemukan perencanaan akan permintaan barang. Pada umumnya kegiatan pengelolaan penjualan berupa manajemen jangka pendek, menengah dan jangka panjang.

Pada umumnya, kegiatan pengelolaan permintaan/penjualan (*demand/sales management*) terdiri dari empat kegiatan utama (Wirawan, 2011) yaitu:

1. Peramalan permintaan/penjualan

Peramalan permintaan/ penjualan dilakukan perusahaan untuk memproyeksikan jumlah permintaan/penjualan yang akan diterima oleh perusahaan kedepannya. Peramalan permintaan/penjualan merupakan

kegiatan yang penting dalam sebuah bisnis industri. Hal ini disebabkan peramalan permintaan dapat mempengaruhi proses kerja lainnya, seperti pembelian bahan baku, dan perencanaan produksi. Oleh karena itu diperlukan suatu cara peramalan yang memiliki tingkat akurasi yang tinggi.

2. Proses pemesanan

Proses pemesanan dimulai dari ketika perusahaan menerima pesanan dari konsumen. Untuk memenuhi pesanan konsumen tersebut dapat dilakukan dengan mengambil ketersediaan barang yang ada atau melakukan proses produksi untuk memenuhi permintaan tersebut. Oleh karena itu, sebuah perusahaan harus mengetahui produk apa yang harus diproduksi, berapa banyak, dan kapan produk tersebut harus diantarkan.

3. Jadwal pengantaran

Penjadwalan pengantaran merupakan suatu kegiatan pengiriman barang yang harus dilakukan atas permintaan konsumen.

4. Konfirmasi antara perencanaan produksi dengan kondisi pasar.

2.1.2 Karakteristik Penjualan

Penjualan terhadap suatu produk tentunya akan berbeda-beda, sehingga penjualan tersebut tentunya akan membentuk sebuah karakteristik tersendiri. Apabila digambarkan dalam sebuah grafik, maka data historis akan menunjukkan berbagai macam bentuk maupun pola dari tingkat penjualan yang ada (Arnold & Chapman, 2004).

Pada umumnya penjualan akan memiliki pola karakteristik seperti berikut ini:

1. Tren (*Trend*)

Pola penjualan tren biasanya dialami oleh produk yang baru mengalami masa kejayaan (*prosperity*) dan masih berkembang dalam suatu siklus hidupnya. Pada masa seperti itu, biasanya produk akan menunjukkan kecenderungan (tren) naik. Dan hal sebaliknya terjadi ketika produk sudah mencapai masa dewasa (*mature*) dan sudah tidak bisa berkembang lagi, maka lama kelamaan produk tersebut akan mengalami penurunan dan cenderung menunjukan tren turun.

2. Musiman (*Seasonality*)

Pola musiman biasanya terbentuk oleh penjualan dengan produk yang tingkat penjualannya dipengaruhi oleh cuaca, musim liburan, maupun hari-hari besar. Dasar periode untuk penjualan musiman biasanya dalam rentang waktu tahunan, akan tetapi bulanan dan mingguan juga bias membentuk suatu pola penjualan musiman.

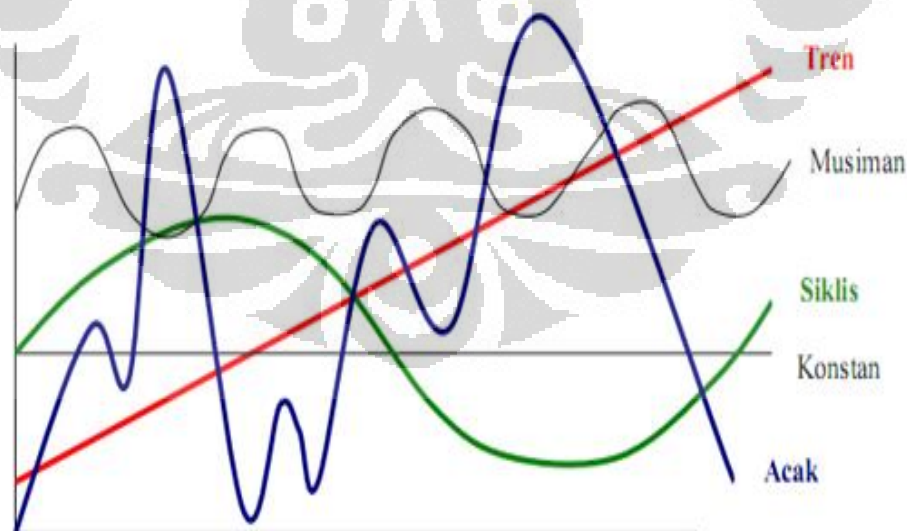
3. Acak (*Random*)

Pola acak biasanya terjadi pada produk yang tingkat penjualannya dipengaruhi oleh banyak faktor dalam suatu periode tertentu. Variasi yang terjadi mungkin akan sangat kecil, namun membentuk pola acak yang tidak menentu.

4. Siklis (*Cycle*)

Pola siklis hampir mirip dengan pola penjualan musiman. Namun, pola penjualan siklis terbentuk dalam satu rentang periode yang lebih panjang, misalnya pola siklis tersebut terbentuk dalam rentang waktu beberapa tahun maupun dekade.

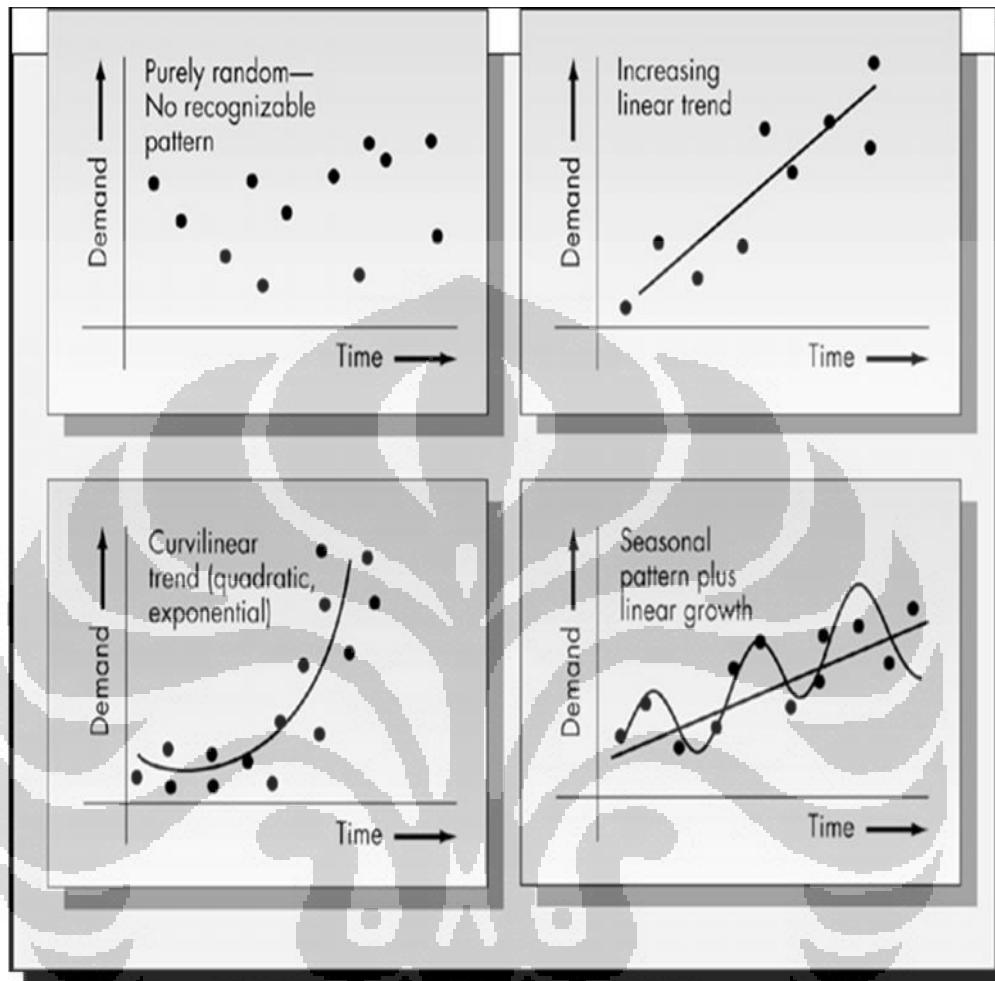
Jika digambarkan secara grafik, pola-pola penjualan tersebut akan memberikan gambaran seperti berikut ini:



Gambar 2.1 Pola Karakteristik Penjualan

(Sumber: Wirawan, 2011)

Selain itu penjualan juga dapat membentuk pola campuran seperti pada gambar 2.2.



Gambar 2.2 Variasi Karakteristik Penjualan

(Sumber: Lindeke, 2005)

2.2 Peramalan (*Forecasting*)

Peramalan adalah penggunaan data masa lalu dari sebuah variabel atau kumpulan variabel untuk mengestimasi nilainya di masa yang akan datang (Murahartawaty, 2006). Peramalan memiliki peranan yang penting dalam sebuah perusahaan, dikarenakan peramalan merupakan dasar dari sebuah perencanaan produksi yang juga berkaitan dengan inventori. Oleh karena itu, pemilihan metode

peramalan yang tepat menjadi salah satu faktor yang penting dalam menentukan peramalan.

Berikut ini merupakan tipe peramalan berdasarkan kegunaan (Alfatah, 1998):

Tabel 2.1 Tipe Peramalan Berdasarkan Kegunaan

| tipe peramalan berdasarkan kegunaan | tipe peramalan berdasarkan rincian hasil | jangkauan waktu peramalan |
|-------------------------------------|--|---|
| peramalan fasilitas | output maksimum yang diharapkan (volume dolar) | waktu perencanaan fasilitas dan waktu konstruksi ditambah waktu pengembangan fasilitas |
| peramalan perencanaan produksi | volume produk sesuai dengan tipe yang dipilih | beberapa siklus pembuatan atau paling sedikit satu siklus permintaan dengan penjualan musiman |
| peramalan produk | satuan produk yang dijual | tenggang waktu (waktu tunggu) ditambah paling sedikit satu siklus pembuatan |

2.2.1 Langkah-Langkah Peramalan

Dalam melakukan peramalan terdapat beberapa tahapan atau langkah-langkah yang dilakukan. Adapaun tahapan perancangan peramalan secara ringkas terdapat tiga tahapan yang harus dilalui dalam perancangan suatu metode peramalan, yaitu :

1. Melakukan analisa pada data masa lampau. Langkah ini bertujuan untuk mendapatkan gambaran pola dari data bersangkutan.
2. Memilih metode yang akan digunakan. Terdapat bermacam-macam metode yang tersedia dengan keperluannya. Pemilihan metode dapat mempengaruhi hasil ramalan. Hasil ramalan diukur dengan menghitung *error* atau kesalahan terkecil. Oleh karena itu, tidak ada metode peramalan yang pasti baik untuk semua jenis data.

3. Proses transformasi dari data masa lampau dengan menggunakan metode yang dipilih. Apabila diperlukan maka diadakan perubahan sesuai kebutuhannya.

2.2.2 Prinsip Peramalan

Pada dasarnya peramalan merupakan sebuah prediksi yang tentunya tidak memiliki akurasi 100%. Menurut Arnold dan Chapman (2004) terdapat empat karakteristik peramalan. Adapun karakteristik atau prinsip peramalan tersebut adalah sebagai berikut ini:

1. *Peramalan biasanya salah.* Peramalan mencoba untuk melihat masa depan yang belum diketahui dan biasanya salah dalam beberapa asumsi atau perkiraan. Kesalahan (*error*) harus diprediksi dan hal itu tidak dapat dielakan.
2. *Setiap peramalan seharusnya menyertakan estimasi kesalahan (error).* Oleh karena peramalan diprediksikan akan menemui kesalahan, pertanyaan sebenarnya adalah “seberapa besar kesalahan tersebut”. Setiap peramalan seharusnya menyertakan estimasi kesalahan yang dapat diukur sebagai tingkat kepercayaan, dapat berupa persentase (plus atau minus) dari peramalan sebagai rentang nilai minimum dan maksimum.
3. *Peramalan akan lebih akurat untuk kelompok atau grup.* Perilaku dari individual item dalam sebuah grup adalah acak bahkan ketika grup tersebut berada dalam keadaan stabil. Sebagai contoh, meramalkan secara akurat seorang murid dalam suatu kelas lebih sulit daripada meramalkan untuk rata-rata keseluruhan kelas. Dengan kata lain, peramalan lebih akurat untuk dilakukan pada kelompok atau grup daripada individual item.
4. *Peramalan lebih akurat untuk jangka waktu yang lebih dekat.* Peramalan untuk jangka panjang biasanya akan memiliki tingkat kesalahan yang lebih tinggi, dikarenakan tidak diketahui kejadian-kejadian yang akan terjadi dimasa mendatang. Oleh karena itu, lebih baik meramalkan untuk jangka

yang lebih pendek dengan melakukan pendekatan situasi yang terjadi pada saat peramalan dilakukan.

2.2.3 Metode-metode Peramalan

Dalam melakukan peramalan terdapat berbagai cara. Apabila dilihat berdasarkan sifat-sifat peramalan, maka peramalan dibedakan atas dua macam (Makridakis & Wheelwright, 1999):

1. Peramalan kualitatif

Beberapa model *forecasting* yang digolongkan sebagai model kualitatif adalah :

a. Dugaan Manajemen (*management estimate*)

Merupakan metode *forecasting* dimana *forecasting* semata-mata berdasarkan pertimbangan manajemen. Metode ini cocok dalam situasi yang sangat sensitif terhadap intuisi dari satu atau sekelompok kecil orang yang karena pengalamannya mampu memberikan opini yang kritis dan relevan.

b. Riset Pasar (*market research*)

Merupakan metode *forecasting* berdasarkan hasil *survey* pasar yang dilakukan oleh tenaga pemasar produk atau yang mewakilinya. Metode ini menjaring informasi dari pelanggan yang berkaitan dengan rencana pembelian produk di masa yang akan datang.

c. Metode Kelompok Terstruktur (*structured groups methods*)

Merupakan metode *forecasting* berdasarkan proses konvergensi dari opini beberapa orang atau ahli secara interaktif dan membutuhkan fasilitator untuk menyimpulkan hasil dari *forecasting*.

d. Analogi Historis (*historical analogy*)

Merupakan teknik *forecasting* berdasarkan pola data masa lalu dari produk yang disamakan secara analogi.

2. Peramalan kuantitatif

Yaitu peramalan berdasarkan atas dasar kuantitatif pada masa lampau. Metode peramalan kuantitatif sendiri dibedakan menjadi dua, yaitu metode deret berkala dan metode kausal.

- Metode kausal

Metode peramalan kausal mengembangkan suatu model sebab-akibat antara permintaan yang diramalkan dengan variabel-variabel lain yang dianggap berpengaruh. Pada metode kausal ini dibagi menjadi tiga bagian yaitu :

1. Metode korelasi regresi

Peramalan ini digunakan untuk :

- Peramalan penjualan
- Peramalan keuntungan
- Peramalan permintaan
- Peramalan keadaan ekonomi

Metode ini sangat cocok digunakan untuk peramalan jangka pendek, data yang digunakan kumpulan dari data beberapa tahun.

2. Metode ekonometrik

Peramalan ini digunakan untuk :

- Peramalan penjualan menurut kelas produksi
- Peramalan keadaan ekonomi masyarakat yang meliputi permintaan, harga, dan penawaran.

Metode ini sangat cocok untuk peramalan jangka pendek dan panjang. Data yang digunakan merupakan kumpulan data beberapa tahun.

3. Metode input output

Peramalan ini digunakan untuk :

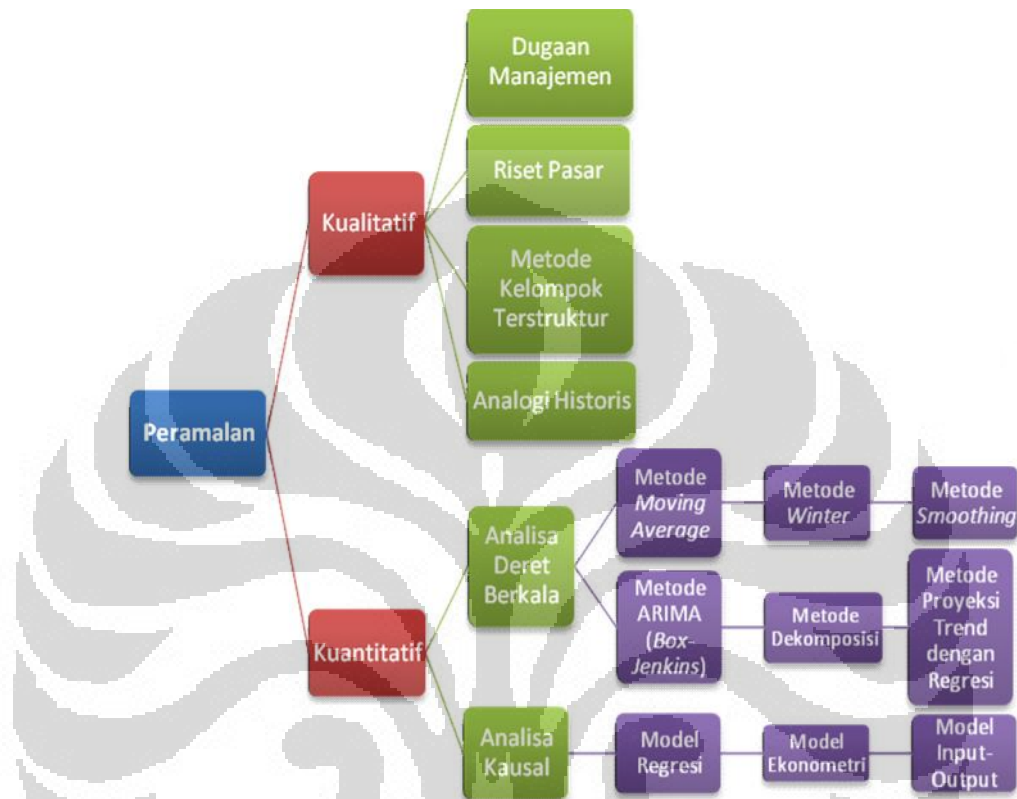
- Peramalan penjualan perusahaan
- Peramalan produksi dari sektor dan sub sektor industri

Metode ini sangat cocok untuk peramalan jangka panjang. Data yang digunakan merupakan kumpulan data 10-15 tahun.

- Metode deret berkala (*Time Series*), yaitu metode kuantitatif yang didasarkan atas penggunaan analisa pola hubungan antar variabel yang akan diperkirakan dengan variabel waktu. Penjualan/permintaan dimasa lalu pada analisa deret waktu akan dipengaruhi keempat

komponen utama *trend* (tren), *cycle* (siklus), *seasonal* (musiman) dan *random* (acak).

Berikut ini gambaran metode peramalan yang telah disebutkan diatas:



Gambar 2.3 Metode-Metode Peramalan

2.3 Metode Deret Berkala

Metode ini merupakan metode peramalan yang memperkirakan penjualan/permintaan periode yang akan datang dengan menggunakan data histori. Berikut ini merupakan metode yang termasuk dalam metode deret berkala:

2.3.1 Metode *Moving Average*

Metode *moving average* mengembangkan suatu model berdasarkan hasil perhitungan rata-rata dari sebagian besar penelitian dengan menggunakan persamaan:

$$F_t = \frac{1}{N} (A_{t-1} + A_{t-2} + \dots + A_{t-N}) \quad (2.1)$$

dimana:

F_t = Hasil peramalan untuk periode t

Universitas Indonesia

- N = jumlah data penelitian
 A_t = data histori penjualan/permintaan
 A_1, \dots, A_t = data histori penjualan periode 2 hingga t-n

Keuntungan dari metode *moving average* yaitu:

- Mudah untuk dimengerti
- Mudah untuk dihitung
- Dapat diterapkan untuk peramalan yang stabil

Kekurangan dari metode *moving average* yaitu:

- Dibutuhkan beberapa/banyak data yang digunakan untuk menentukan peramalan
- Hasil yang diperoleh merupakan trend data
- Mengabaikan hubungan antar data

Untuk mengatasi kekurangan pada metode *moving average* maka digunakan pengembangan pada metode ini seperti memberikan pembobotan pada data yang diolah (*Weighted Moving Averages*) ataupun mengubah data perhitungan ke model eksponensial.

2.3.2 Metode *Weighted Moving Average*

Metode ini merupakan pengembangan dari metode *moving average*, dimana adanya pembobotan nilai perhitungan sebelum melakukan perhitungan rata-rata dari sebagian besar penelitian.

Berikut ini merupakan rumus untuk metode *weighted moving average*:

$$F_t = \frac{1}{N} (w_1 A_{t-1} + w_2 A_{t-2} + \dots + w_n A_{t-n}) \quad (2.2)$$

dimana:

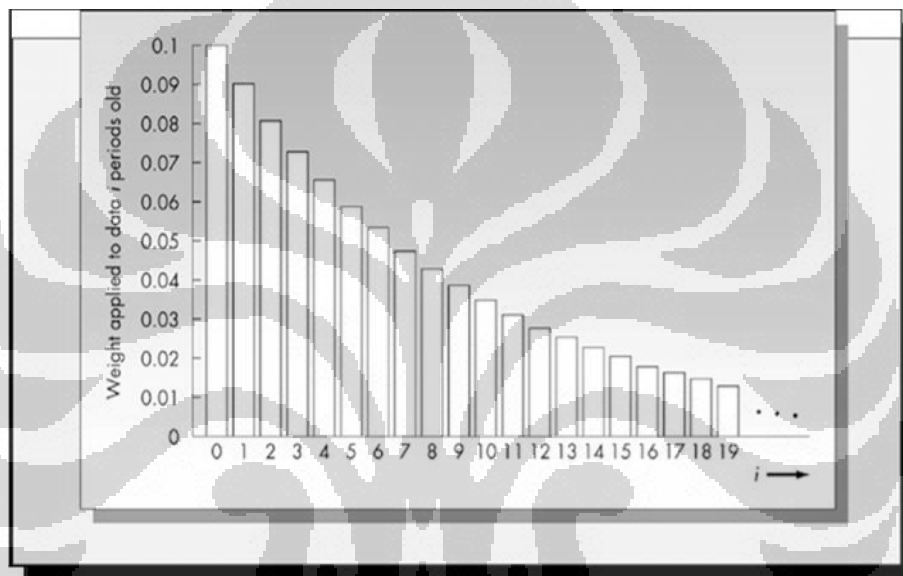
- F_t = Hasil peramalan untuk periode t
 N = jumlah data penelitian
 A_t = data histori penjualan/permintaan
 A_1, \dots, A_t = data histori penjualan periode 2 hingga n
 w_1 = bobot untuk data histori periode t-1
 w_2, \dots, w_n = bobot untuk data histori periode 2 hingga t-n

dengan syarat bahwa jumlah bobot yang digunakan harus sama dengan 1.

$$\sum_{i=1}^n w_i = 1 \quad (2.3)$$

2.3.3 Metode *Exponential Smoothing*

Metode ini merupakan metode peramalan yang menerapkan sistem pembobotan pada data histori untuk melakukan peramalan. Besarnya bobot berubah menurun secara eksponensial bergantung dari data histori (lihat gambar 2.3)



Gambar 2.4 Bobot Perhitungan Metode *Exponential Smoothing*

(Sumber: Lindeke, 2005)

Berdasarkan bobot yang digunakan, metode *exponential smoothing* terbagi menjadi 3 jenis yaitu:

a. Metode *single exponential smoothing*

Metode ini memberikan bobot berdasarkan *level* (). Berikut ini merupakan persamaan dari metode *single exponential smoothing* (Jacob, 2009):

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

dimana,

F_t = hasil peramalan pada periode t

F_{t-1} = hasil peramalan pada periode sebelumnya

A_{t-1} = data aktual pada periode sebelumnya

α = tingkat respon yang diinginkan (bobot/ konstanta pemulusan)

Universitas Indonesia

b. Metode *double exponential smoothing*

Metode ini merupakan pengembangan dari *single exponential smoothing* dimana menambahkan unsur *trend* pada bobot perhitungan, sehingga pada *double exponential smoothing*, kita memberikan dua jenis bobot pada perhitungan yaitu *level* (α) dan *trend* (β). Berikut ini merupakan persamaan dalam perhitungan *double exponential smoothing* (Jacob, 2009):

$$FIT_t = F_t + T_t \quad (2.5)$$

$$F_t = FIT_{t-1} + \alpha (A_{t-1} - FIT_{t-1}) \quad (2.6)$$

$$T_t = T_{t-1} + \beta (F_t - FIT_{t-1}) \quad (2.7)$$

dimana,

F_t = peramalan berdasarkan *level* pada periode t

T_t = peramalan berdasarkan *trend* pada periode t

FIT_t = hasil peramalan berdasarkan *level* dan *trend* pada periode t

FIT_{t-1} = hasil peramalan berdasarkan *level* dan *trend* pada periode sebelumnya

A_{t-1} = data aktual pada periode sebelumnya

α = bobot *level*

β = bobot *trend*

c. Metode *triple exponential smoothing*

Metode *triple exponential smoothing* atau dapat juga dikenal dengan nama *Winter's Method* merupakan pengembangan dari *double exponential smoothing* dimana dalam melakukan peramalan, digunakan tiga parameter dengan bobot yang berbeda yaitu *level* (α), *trend* (β), dan *seasonal* (γ).

Berdasarkan tipe musimannya, *triple exponential smoothing* terbagi menjadi 2 jenis yaitu *multiplicative seasonal model* dan *additive seasonal model* (Raharja, 2010). Perbedaan antara *multiplicative seasonal model* dan *additive seasonal model* yaitu pada *multiplicative seasonal model* kita mengalikan hasil perhitungan *level* dan *trend* dengan perhitungan *seasonal*. Sedangkan pada *additive seasonal model*, kita menambahkan hasil perhitungan *level* dan *trend* dengan perhitungan *seasonal*.

Berikut ini merupakan persamaan *triple exponential smoothing* dengan *multiplicative seasonal model*:

$$F_t = (A_t / S_{t-p}) + (1 - \alpha)(F_{t-1} + T_{t-1}) \quad (2.8)$$

$$T_t = \beta (F_t - F_{t-1}) + (1 - \beta) T_{t-1} \quad (2.9)$$

$$S_t = (A_t / F_t) + (1 - \gamma) S_{t-p} \quad (2.10)$$

$$Y_t = (F_{t-1} + T_{t-1}) S_t \quad (2.11)$$

dimana,

F_t = peramalan berdasarkan *level* pada periode t

T_t = peramalan berdasarkan *trend* pada periode t

S_t = peramalan berdasarkan *seasonal* pada periode t

A_t = data aktual pada periode t

Y_t = hasil peramalan berdasarkan *level*, *trend*, dan *seasonal* pada periode t

p = periode musiman (*seasonal*)

= bobot *level*

β = bobot *trend*

= bobot *seasonal*

Berikut ini merupakan persamaan *triple exponential smoothing* dengan *additive seasonal model* :

$$F_t = (A_t - S_{t-p}) + (1 - \alpha)(F_{t-1} + T_{t-1}) \quad (2.12)$$

$$T_t = \beta (F_t - F_{t-1}) + (1 - \beta) T_{t-1} \quad (2.13)$$

$$S_t = (A_t - F_t) + (1 - \gamma) S_{t-p} \quad (2.14)$$

$$Y_t = F_{t-1} + T_{t-1} + S_t \quad (2.15)$$

dimana,

F_t = peramalan berdasarkan *level* pada periode t

T_t = peramalan berdasarkan *trend* pada periode t

S_t = peramalan berdasarkan *seasonal* pada periode t

A_t = data aktual pada periode t

Y_t = hasil peramalan berdasarkan *level*, *trend*, dan *seasonal* pada periode t

p = periode musiman (*seasonal*)

= bobot *level*

β = bobot *trend*

= bobot *seasonal*

2.3.4 Metode *Trend (Linear Regression)*

Metode ini merupakan metode peramalan yang menggunakan metode kuadrat terkecil yang membentuk trend garis lurus melalui persamaan :

$$Y_i = a + bx_i \quad (2.16)$$

dimana,

Y_i = hasil peramalan pada periode i

x_i = periode i

a = konstanta yang menunjukkan besarnya nilai y apabila x sama dengan 0

b = besaran perubahan nilai y setiap perubahan 1 periode x dengan nilai a dan b diperoleh diperoleh melalui persamaan:

$$a = \frac{\sum x_i^2 \sum y_i - \sum x_i \sum (x_i y_i)}{n \sum x_i^2 - (\sum x_i)^2} \quad (2.17)$$

$$b = \frac{n \sum (x_i y_i) - \sum x_i \sum y_i}{n \sum x_i^2 - (\sum x_i)^2} \quad (2.18)$$

dimana,

x_i = periode i

y_i = data aktual pada periode i

n = banyaknya periode/data yang digunakan

2.3.5 Metode *Seasonal Trend*

2.3.5.1 Metode *Seasonal*

Metode ini merupakan metode yang meramalkan penjualan/permintaan periode selanjutnya dengan membagi periode yang disimulasikan menjadi empat bagian untuk mencari index yang akan digunakan untuk menentukan peramalan selanjutnya. Berdasarkan cara perhitungannya, metode *seasonal* terbagi menjadi dua jenis yaitu *multiplicative* dan *additive* (Lurgio, 1997).

Berikut ini merupakan persamaan untuk metode *multiplicative seasonal*:

$$SF_{t+1} = F_{t+1} S_{t+1} \quad (2.19)$$

$$S_{t+1} = \frac{Y_{t+1}}{S_t} \quad (2.20)$$

dimana,

SF_{t+1} = peramalan berdasarkan musiman

F_{t+1} = peramalan yang disesuaikan tanpa musiman

S_{t+1} = faktor musiman *multiplicative*

Y_{t+1-L} = data aktual pada periode $t+1-L$

SA = rata-rata data aktual pada siklus musiman penuh

L = panjang periode musiman

Berikut ini merupakan persamaan untuk metode *additive seasonal*:

$$SF_{t+1} = F_{t+1} + S_{t+1} \quad (2.21)$$

$$S_{t+1} = Y_{t+1-L} - SA \quad (2.22)$$

dimana,

SF_{t+1} = peramalan berdasarkan musiman

F_{t+1} = peramalan yang disesuaikan tanpa musiman

S_{t+1} = faktor musiman *additive*

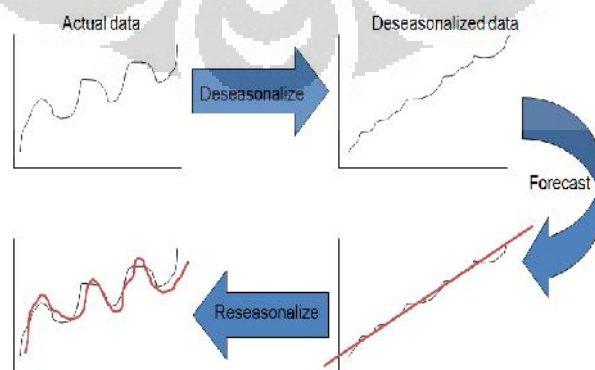
Y_{t+1-L} = data aktual pada periode $t+1-L$

SA = rata-rata data aktual pada siklus musiman penuh

L = panjang periode musiman

2.3.5.2 Metode *Seasonal Trend*

Metode ini merupakan perpaduan metode *trend* dengan musiman. Pada prinsipnya data aktual diolah menjadi data yang telah disesuaikan dengan musim. Kemudian *deseasonalized data* tersebut dihitung dengan metode *trend (linear regression)* sehingga diperoleh persamaan linear untuk data tersebut, sehingga dapat dilakukan peramalan data dengan metode linear. Hasil peramalan tersebut nantinya diolah kembali dengan metode *seasonal* dengan cara mengalikan index dengan data simulasi dari metode linear.



Gambar 2.5 Proses transformasi perhitungan pada metode *seasonal trend*

2.4 Metode Grey System Theory

Grey System Theory ditemukan oleh Julong Deng pada tahun 1982, yakni merupakan suatu metodologi yang terpusat pada suatu masalah yang memiliki sedikit sampel ataupun informasi yang sedikit. *Grey System Theory* merupakan metode matematis yang digunakan untuk membantu memecahkan masalah yang tidak pasti (*uncertain problem*) dengan sedikit data dan informasi yang sedikit. Pada tabel 2.2 menunjukkan perbandingan antara *grey system theory* dengan *fuzzy math*, dan statistik & probabilitas.

Tabel 2.2 Perbandingan antara *grey system*, statistik & probabilitas, dan *fuzzy math*

| | Grey System | Statistik & Probabilitas | Fuzzy Math |
|------------------|------------------------|-------------------------------------|-------------------------------|
| Objek penelitian | informasi yang sedikit | stokastik | ketidakpastian kognitif |
| Landasan awal | <i>grey hazy sets</i> | <i>cantor set</i> | <i>fuzzy set</i> |
| Metode | cangkupan informasi | pemetaan | pemetaan |
| Prosedur | rangkaian penoperasian | sebaran frekuensi | <i>cut set</i> |
| Kebutuhan data | persebaran apapun | tujuan persebaran umum | perluasan data yang diketahui |
| Perhatian | intensi | intensi | ekstensi |
| Tujuan | data aktual | data historis | hasil yang kognitif |
| Karakteristik | sedikit sampel | banyak sampel | pembelajaran |

2.4.1 Model GM(1,1)

Metode *grey system* yang umumnya digunakan untuk meramalkan suatu data kuantitatif seperti permintaan ataupun penjualan yaitu GM(1,1). Berikut ini merupakan persamaan yang digunakan dalam GM(1,1):

$$x^{(0)}(k) + ax^{(1)}(k) = b \quad (2.23)$$

$$x^{(1)}(t) = (x^{(1)}(1) - b/a) e^{-at} + \quad (2.24)$$

$$x^{(1)}(k+1) = (x^{(0)}(1) - b/a) e^{-ak} + \quad , k = 1,2,\dots,n \quad (2.25)$$

dimana,

$$x^{(0)}(k) = \text{data aktual pada periode } k$$

$$x^{(1)}(t) = \text{1-ago sequence (jumlah data aktual hingga periode } t)$$

$$x^{(1)}(k+1) = \text{hasil peramalan pada periode } k$$

- a = koefisien pengembangan
 b = *grey action quantity*

2.4.2 Pengembangan Data Aktual Pada GM(1,1)

Apabila data aktual yang diolah memiliki *range* atau rentang data yang cukup besar ataupun acak, maka sebelum data diolah dengan metode GM(1,1) data dikonversikan terlebih dahulu. Adapun tujuan dari konversi data ini yaitu untuk meningkatkan hasil akurasi peramalan. Berikut ini merupakan metode yang digunakan untuk mengkonversi data aktual (Chang, 2009) yaitu:

a. *Weakening operator*

Merupakan konversi data aktual dengan menggunakan persamaan:

$$X^{(0)}(k)d = \frac{1}{n-k} (x^{(0)}(k) + x^{(0)}(k+1) + \dots + x^{(0)}(n)), \quad k = 1, 2, \dots, n \quad (2.26)$$

b. *Logarithm function conversion*

Metode ini mengkonversi data aktual dengan mengakarkan data pada setiap periode.

c. *Power function conversion*

Metode ini mengkonversi data aktual dengan cara mencari nilai \ln pada data dari setiap periode.

2.5 Metode Peramalan Artificial Neural Network

Artificial Neural Network (ANN) merupakan model matematis yang menyerupai cara kerja otak biologis. *Neural Network* terdiri dari sejumlah inti syaraf, hubungan antara inti dan aturan-aturan pembelajaran. Pembobotan diberikan terhadap tiap hubungan menurut aturan pembelajaran tertentu. Hasil dari proses pembelajaran dalam jaringan tersimpan dalam bentuk bobot dalam tiap hubungan antara inti syaraf (Wirawan, 2011).

ANN berusaha meniru struktur/arsitektur dan cara kerja otak manusia sehingga mampu menggantikan beberapa pekerjaan manusia. Pekerjaan seperti mengenali pola, prediksi, klasifikasi, pendekatan fungsi, optimasi adalah pekerjaan-pekerjaan yang diharapkan bisa diselesaikan dengan ANN (Santosa, 2007).

2.5.1 Perhitungan Input ANN

Perhitungan yang diperlukan dalam menghitung nilai input dalam tiap unit i pada jaringan pada waktu t dilakukan dengan persamaan :

$$\text{net}_i(t) = \sum_{j=1}^n w_{ij}(t) o_j(t) \quad (2.27)$$

dimana :

$\text{net}_i(t)$: jaringan *signal input* pada unit i pada jaringan

$o_j(t)$: output dari unit j dalam jaringan

$w_{ij}(t)$: nilai pembobotan dari unit j ke unit i

n : jumlah input yang terhubung dengan unit i

2.5.2 Fungsi aktivasi

Langkah dalam menentukan rangsangan pada input yang diterima untuk suatu unit dikonversikan menjadi nilai input disebut dengan nilai pergerakan/aktivasi. Aktivasi pada suatu unit analog dengan derajat eksitasi dari unit tersebut, semakin kuat nilai aktivasi suatu unit, semakin kuat pula dalam mengeksitasi unit lain dalam jaringan (Wirawan, 2011).

Fungsi aktivasi terdiri dari beberapa bentuk yang spesifik yang tergantung pada beberapa faktor antara lain :

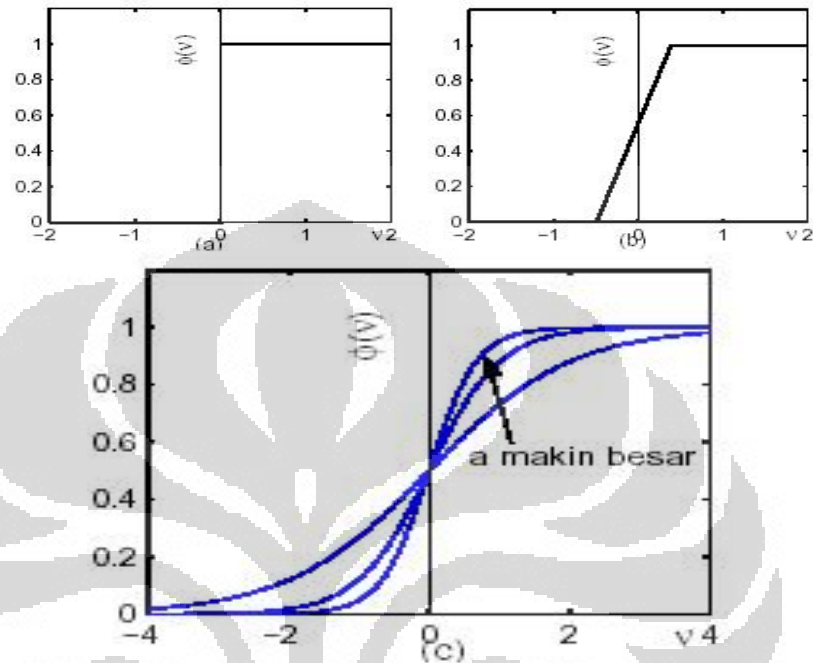
- 1) Tipe jaringan yang digunakan.
- 2) Fungsi yang harus ditunjukkan oleh unit-unit dalam jaringan.
- 3) Interpretasi eksternal dari input jaringan.

Jenis-jenis fungsi aktivasi $f(.)$ yang bisa dipakai dalam neural networks adalah seperti berikut ini (Santosa, 2007) :

1. Fungsi Threshold

Untuk fungsi ini kita punya dua output:

$$\{\epsilon\} = \begin{cases} 1 & \text{if } \epsilon \geq 1 \\ 0 & \text{if } \epsilon < 1 \end{cases} \quad (2.28)$$



Gambar 2.6 Grafik (a) Fungsi Threshold (b) Fungsi Linear-piecewise
(c) Fungsi Sigmoid

(sumber: Santosa, 2007)

2. Fungsi Linear Piecewise

$$\{\epsilon\} = \begin{cases} 1, & \epsilon \geq \frac{1}{2} \\ \epsilon + \frac{1}{2}, & -\frac{1}{2} < \epsilon < \frac{1}{2} \\ 0, & \epsilon \leq -\frac{1}{2} \end{cases} \quad (2.29)$$

3. Fungsi Sigmoid

$$\{\epsilon\} = \frac{1}{1 + \exp(-a\epsilon)} \quad (2.30)$$

Macam-macam fungsi aktivasi yang sering digunakan dalam ANN adalah:

1. Logistic Sigmoid

$$F(x) = \frac{1}{1 + e^{-ax}} \quad (2.31)$$

2. Tangent Hyperbolic

$$f(x) = \operatorname{atanh}(bx)$$

dimana $(a, b) > 0$ (2.32)

2.5.3 Backpropagation Network

Salah satu metode mentraining multilayer *neural networks* adalah algoritma *backpropagation*. Algoritma ini menggunakan aturan pembelajaran *gradient descent*. Algoritma ini sangat bermanfaat, cukup handal dan mudah dipahami (Santosa, 2007).

Backpropagation Network melakukan suatu pemetaan dari pola input ke pola output dengan meminimasi kesalahan diantara output aktual yang diproduksi jaringan dengan output yang diinginkan. Proses pembelajaran dimulai dengan menunjukkan pola input pada *backpropagation network* kemudian pola input dipropagasi keseluruh jaringan sampai pola output dihasilkan.

Proses pembelajaran *backpropagation network* mengikuti algoritma sebagai berikut (Wirawan, 2011):

1. Pilihlah pasangan vektor pertama dari kumpulan vektor pada proses pembelajaran.
2. Gunakan vektor input x sebagai output dari input layer pada elemen proses.
3. Hitung nilai aktivasi pada tiap unit pada layer selanjutnya.
4. Aplikasikan fungsi aktivasi yang cocok dimana $f(\text{net}^k)$ untuk fungsi aktivasi pada layer yang tersembunyi dan $f(\text{net}^0)$ untuk fungsi aktivasi pada layer output.
5. Ulangi tahap 3 dan 4 untuk tiap layer pada jaringan.

6. Hitung nilai kesalahan pada output o_{pk}

$$o_{pk} = (y_k - o_k) f^l(\text{net}^{ok}) \quad (2.33)$$

7. Hitung nilai kesalahan pada semua *hidden layer* dengan menggunakan perumusan

$$o_{pj} = f^l(\text{net}^k_j) \sum_{k=1}^k u_{pk} w_{kj} \quad (2.34)$$

8. Perbarui pembobotan yang terhubung pada *hidden layer* dengan menggunakan persamaan:

$$W_{ji}(t+1) = w_{ji}(t) + \eta_{pj} w_{kj} \quad (2.35)$$

Dimana η_{pj} : adalah faktor pembelajaran yang menentukan banyaknya perubahan dalam tiap hubungan unit selama proses pembelajaran.

9. Perbarui pembobotan yang terhubung pada *output layer* dengan menggunakan persamaan:

$$w_{ji}(t+1) = w_{kj}(t) + o_{pk} f(\text{net}^k_j) \quad (2.36)$$

10. Ulangi langkah 2 sampai dengan 9 untuk semua pasangan vektor input selama tahap pembelajaran, pengulangan ini disebut *epoch*.
11. Ulangi langkah 1 sampai dengan 10 sampai *epoch* mencapai tingkat *error* yang diinginkan. Tingkat *error* menggunakan penjumlahan kuadrat kesalahan yang ditunjukkan pada *output layer* untuk semua pembelajaran p :

$$E = \sum_{k=1}^p \sum_{k=1}^k (o_{pk})^2 \quad (2.37)$$

2.6 Grey Back Propagation Neural Network

Metode ini merupakan penggabungan antara GM(1,1) dengan *back propagation neural network*. Diawali dengan pengolahan data aktual dengan GM (1,1), kemudian diperoleh *error* dari hasil simulasi GM(1,1) dengan aktual. *Error* tersebut kemudian disimulasikan dengan metode *back propagation neural network*. Hasil simulasi *error* tersebut kemudian dijumlahkan dengan prediksi yang dihasilkan melalui GM(1,1). Berikut ini merupakan persamaan pada *grey back propagation neural network*:

$$x^{(0)}(i,1) = x^{(0)}(1) + e^{(0)}(1) \quad (2.38)$$

2.7 Pengukuran Hasil Peramalan

Pada kenyataannya tidak ada peramalan yang memiliki tingkat akurasi 100% karena setiap peramalan pasti mengandung kesalahan. Oleh karena itu, untuk mengetahui metode peramalan dengan tingkat akurasi yang tinggi, maka kita butuh memperhitungkan tingkat kesalahan (*error*) dalam suatu peramalan. Semakin kecil kesalahan yang dihasilkan, maka semakin baik peramalan tersebut. Berikut ini merupakan beberapa cara untuk mengukur *error* dari peramalan (Bedwordh, 1987) yaitu:

1. Rata-rata kuadrat kesalahan (*Mean Squared Error / MSE*)

MSE merupakan metode perhitungan kesalahan yang dihitung dengan menjumlahkan kuadrat kesalahan kemudian membaginya dengan jumlah data/periode yang digunakan. Berikut ini merupakan persamaan pada MSE:

$$MSE = \frac{\sum_{k=0}^n (A_t - F_t)^2}{n} \quad (2.39)$$

dimana:

A_t = permintaan aktual

F_t = permintaan hasil ramalan

n = jumlah data

2. Rata-rata presentase kesalahan mutlak (*Mean Absolute Percent Error/MAPE*)

MAPE merupakan metode perhitungan kesalahan yang dihitung dengan mencari presentase kesalahan dari setiap periode peramalan kemudian membaginya dengan jumlah data/periode yang digunakan. Berikut ini merupakan persamaan pada MAPE:

$$MAPE = \left(\frac{1}{n} \right) \sum_{i=1}^n \left| \frac{F_t - A_t}{A_t} \right| \quad (2.40)$$

dimana:

n = jumlah data

F_t = permintaan hasil peramalan

A_t = permintaan aktual

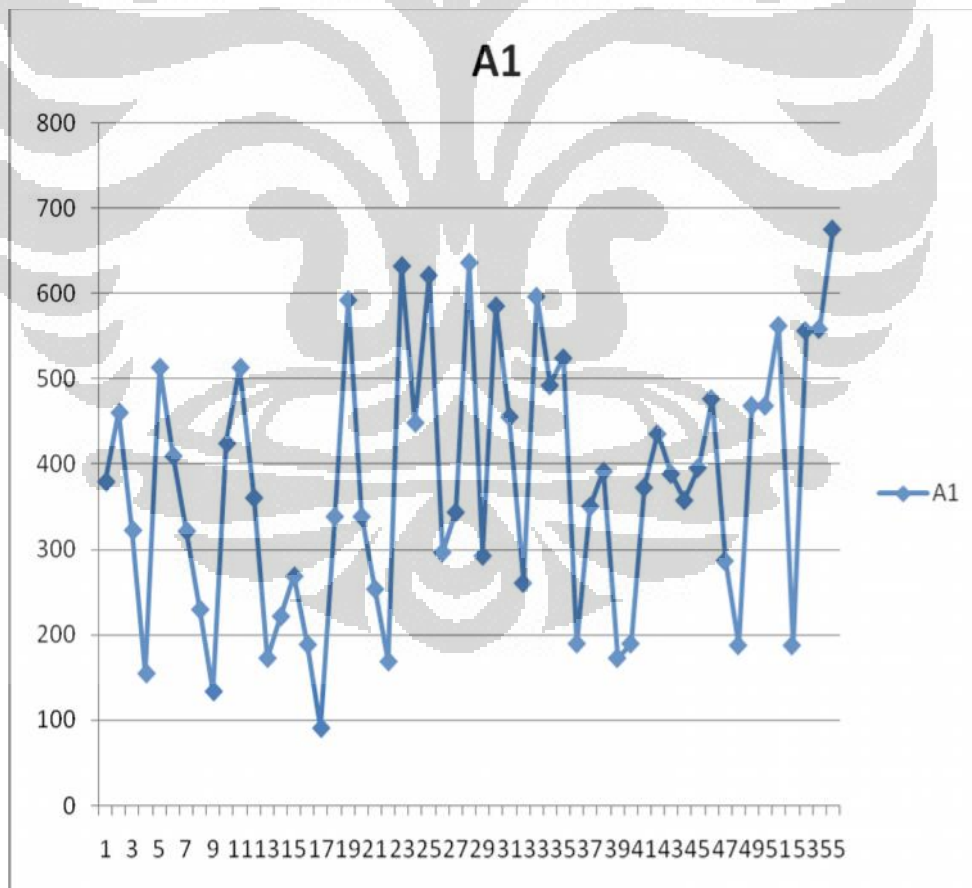
BAB 3

PENGUMPULAN DATA

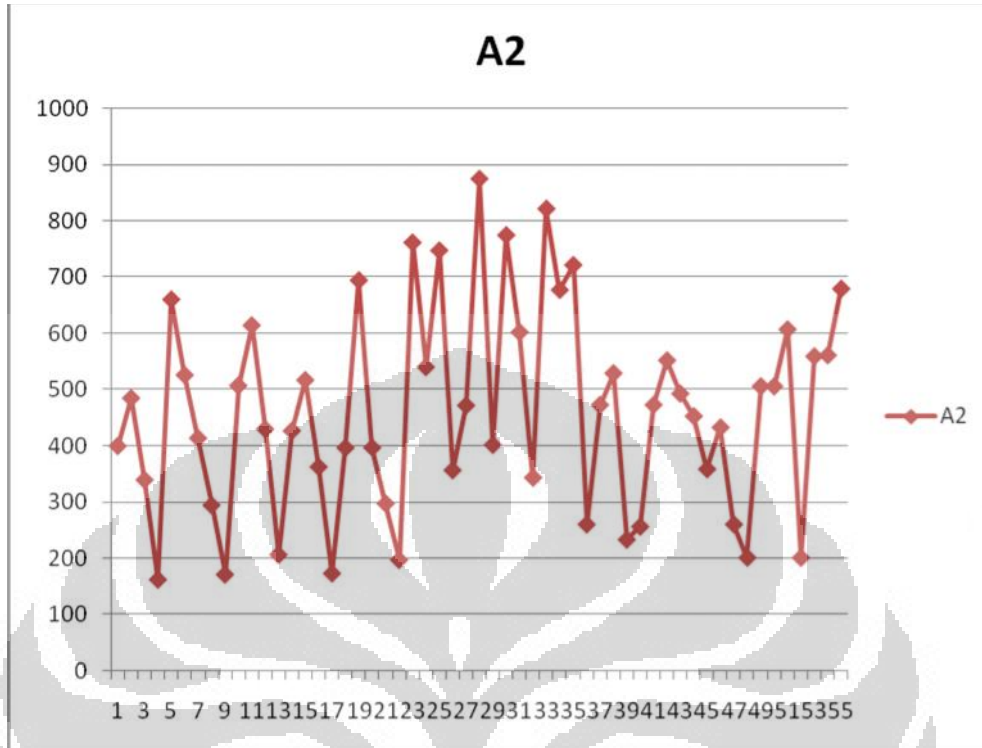
Pada bab ini akan dijelaskan data apa saja yang dikumpulkan beserta dengan. Adapun data yang dikumpulkan merupakan data primer dari penjualan empat merk susu bayi untuk usia 1, 2, 3 dan 4 tahun.

3.1 Data Penjualan Produk A

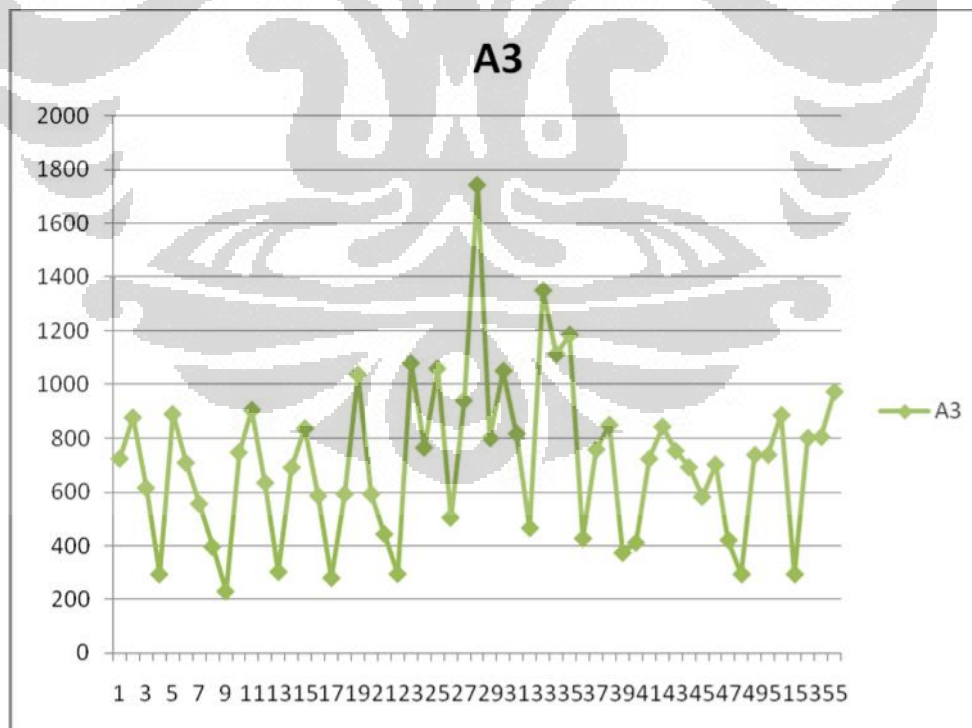
Dalam penelitian ini, digunakan data penjualan produk A untuk usia 1 tahun (A1), usia 2 tahun (A2), usia 3 tahun (A3), dan usia 4 tahun (A4). Data yang digunakan merupakan data histori penjualan selama 55 periode. Dimana 1 periode merupakan 1 minggu. Berikut ini adalah data penjualan yang digunakan:



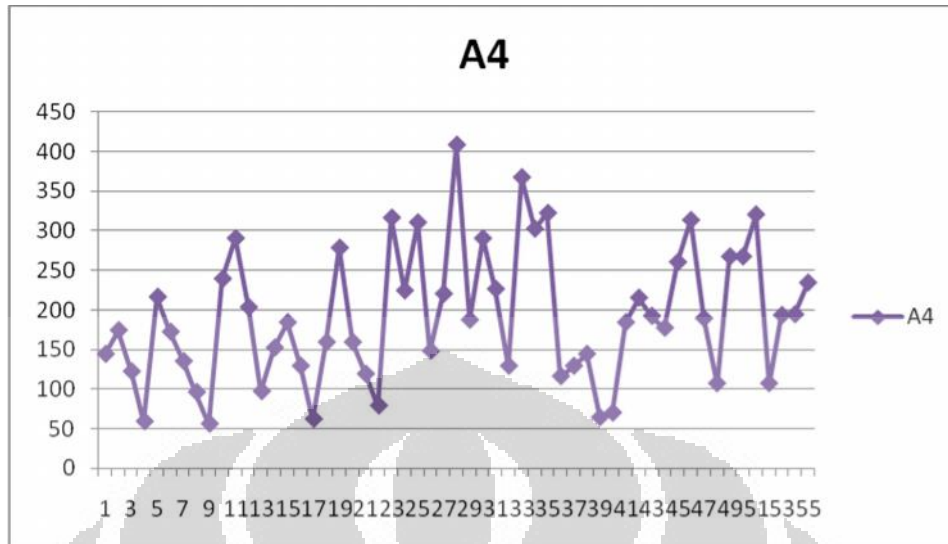
Gambar 3.1 Data Histori Penjualan A1



Gambar 3.2 Data Histori Penjualan A2



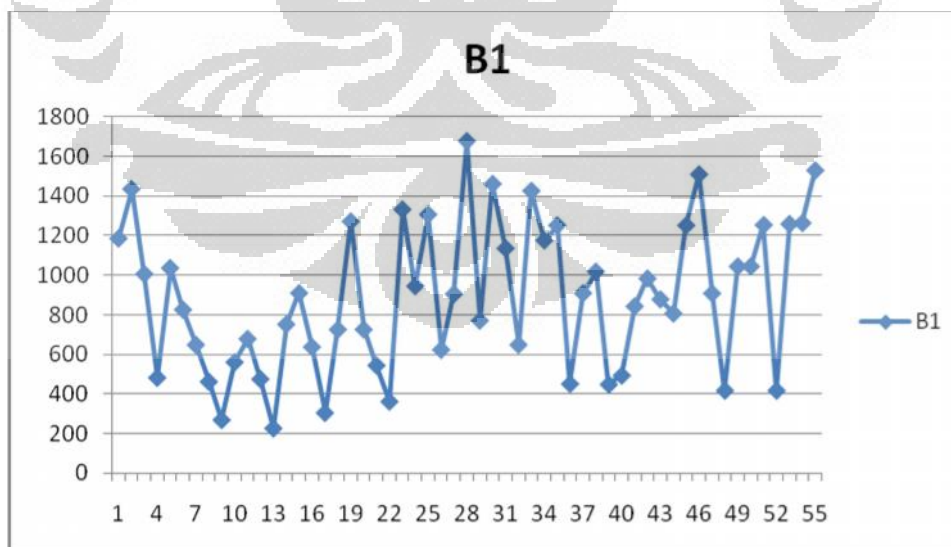
Gambar 3.3 Data Histori Penjualan A3



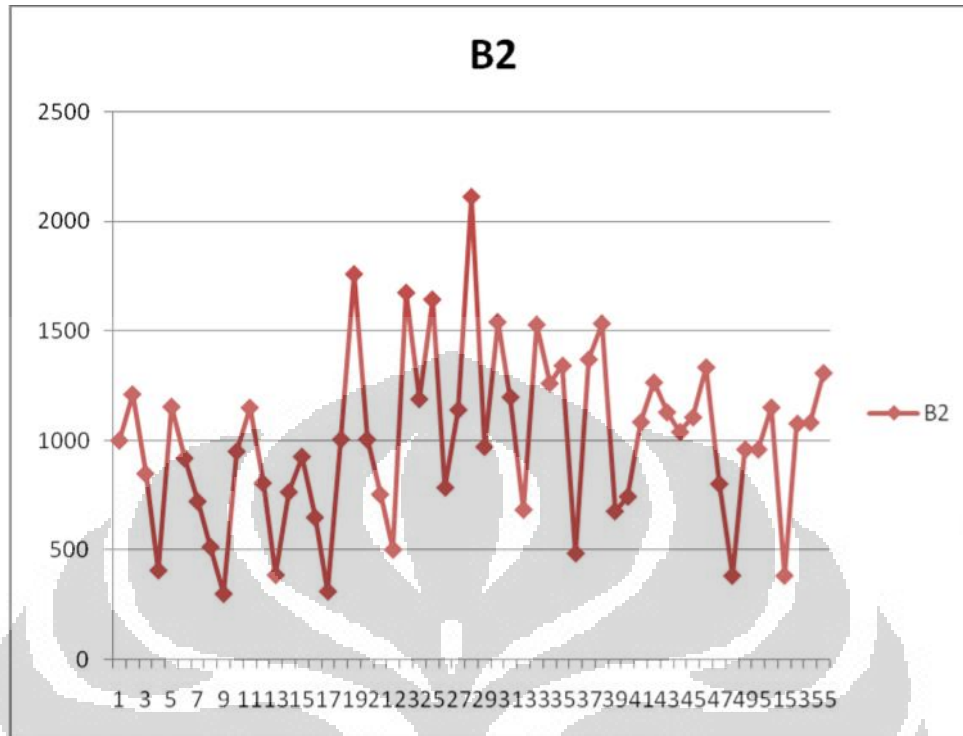
Gambar 3.4 Data Histori Penjualan A4

3.2 Data Penjualan Produk B

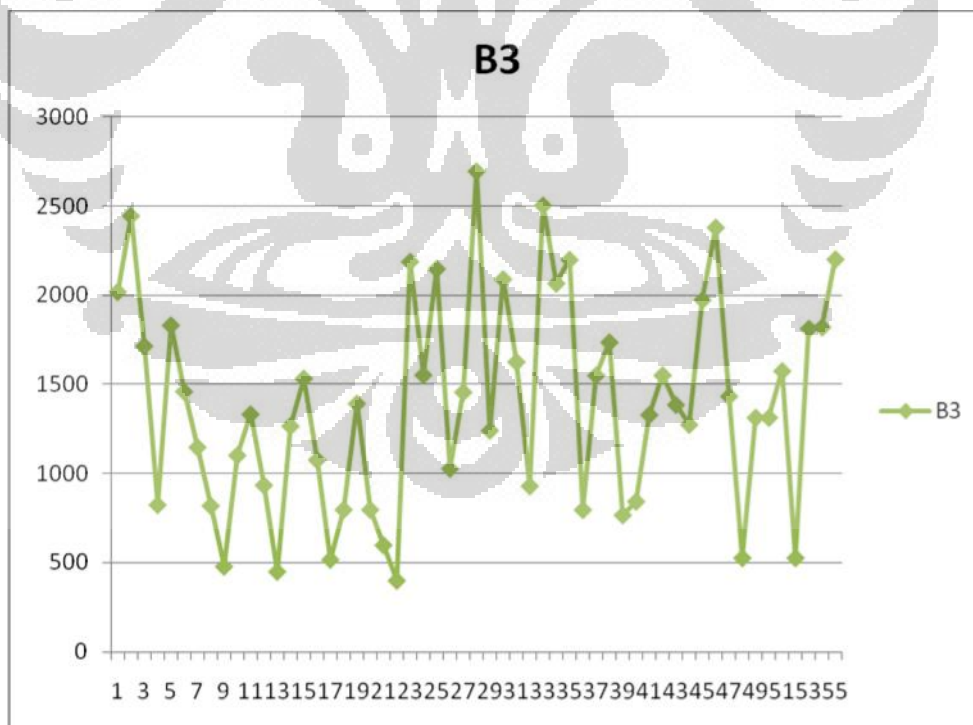
Data selanjutnya yang dikumpulkan adalah data penjualan produk B untuk usia 1 tahun (B1), usia 2 tahun (B2), usia 3 tahun (B3), dan usia 4 tahun (B4). Data yang digunakan merupakan data histori penjualan selama 55 periode. Dimana 1 periode merupakan 1 minggu. Berikut ini adalah data penjualan yang digunakan:



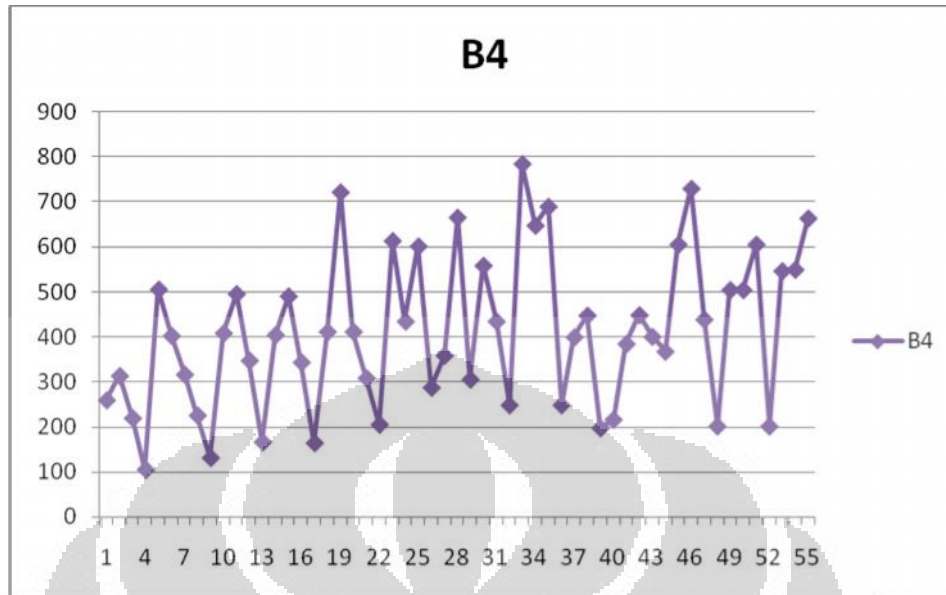
Gambar 3.5 Data Histori Penjualan B1



Gambar 3.6 Data Histori Penjualan B2



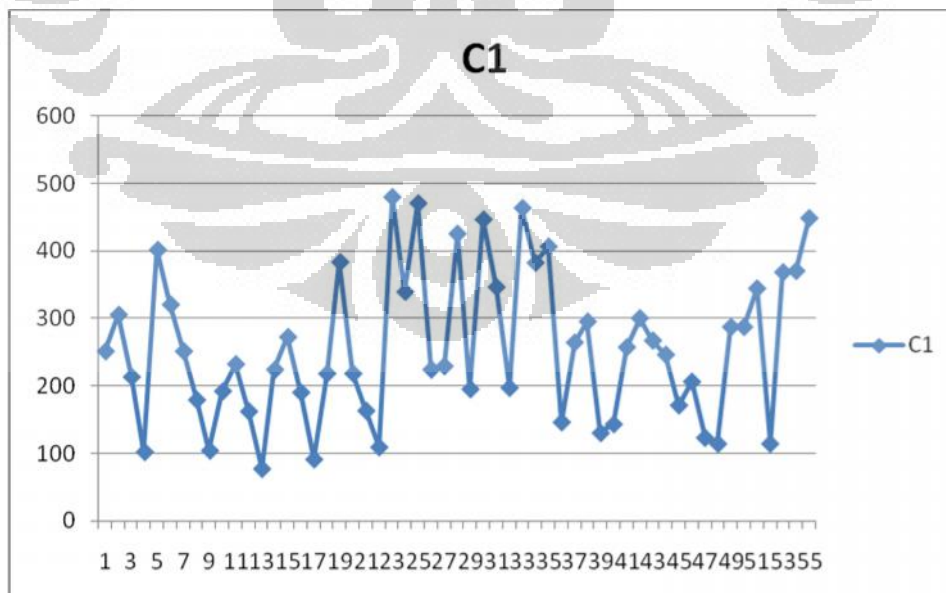
Gambar 3.7 Data Histori Penjualan B3



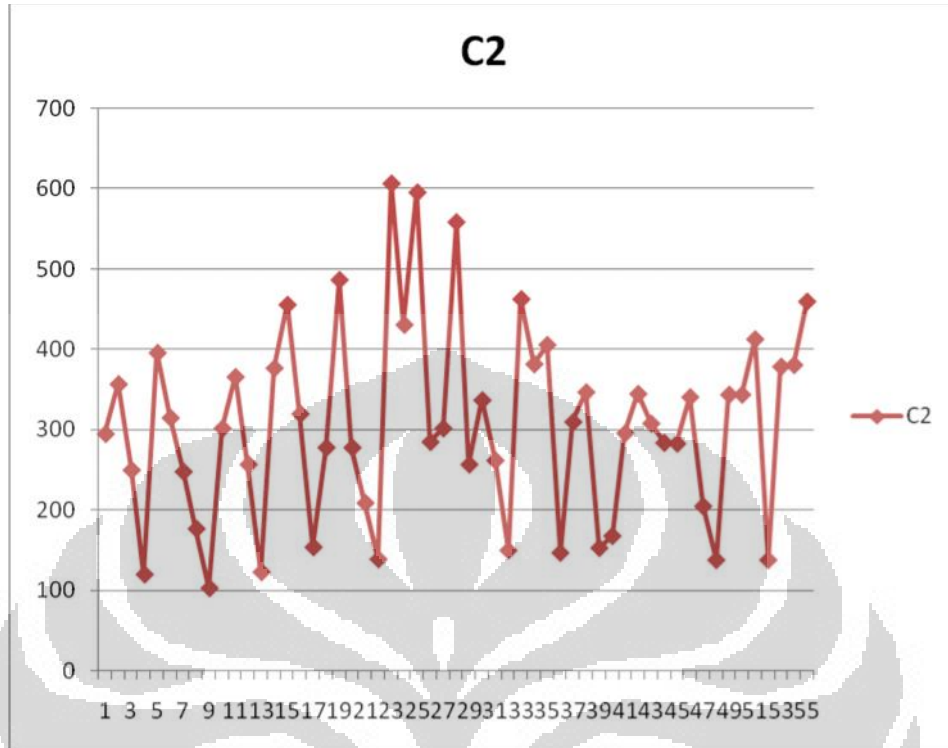
Gambar 3.8 Data Histori Penjualan B4

3.3 Data Penjualan Produk C

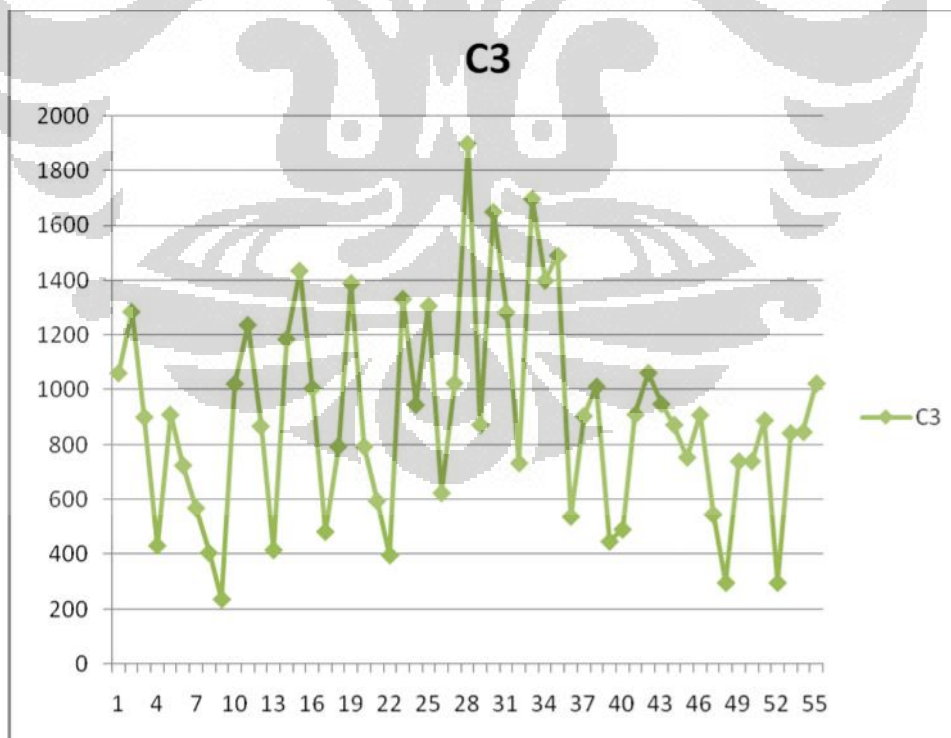
Data yang diambil selanjutnya adalah data penjualan produk C untuk usia 1 tahun (C1), usia 2 tahun (C2), usia 3 tahun (C3), dan usia 4 tahun (C4). Data yang digunakan merupakan data histori penjualan selama 55 periode. Dimana 1 periode merupakan 1 minggu. Berikut ini adalah data penjualan yang digunakan:



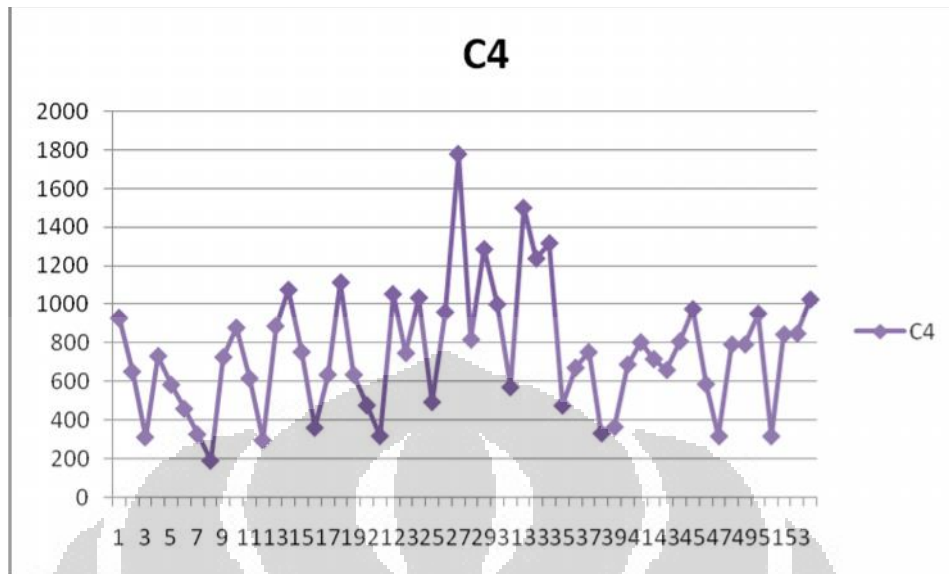
Gambar 3.9 Data Histori Penjualan C1



Gambar 3.10 Data Histori Penjualan C2



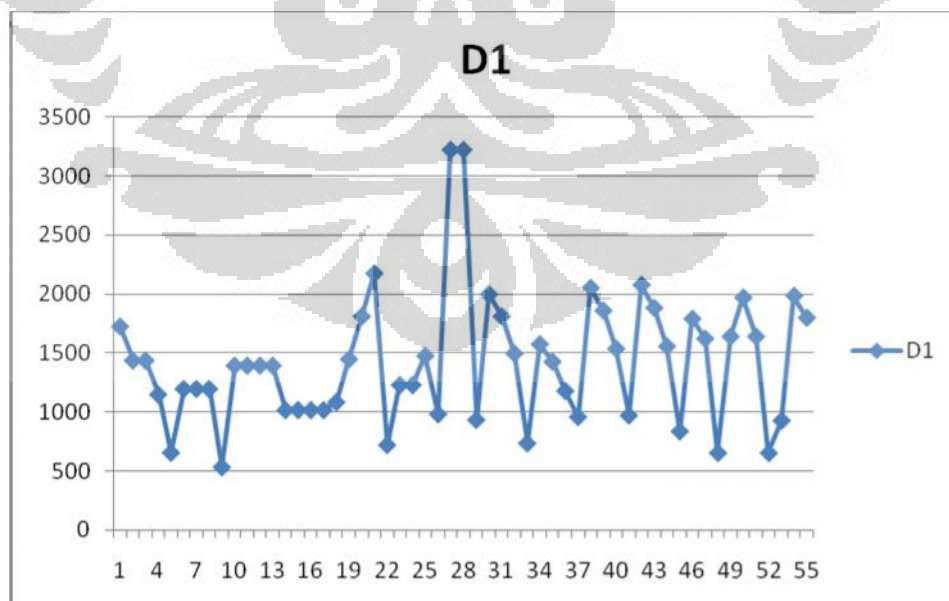
Gambar 3.11 Data Histori Penjualan C3



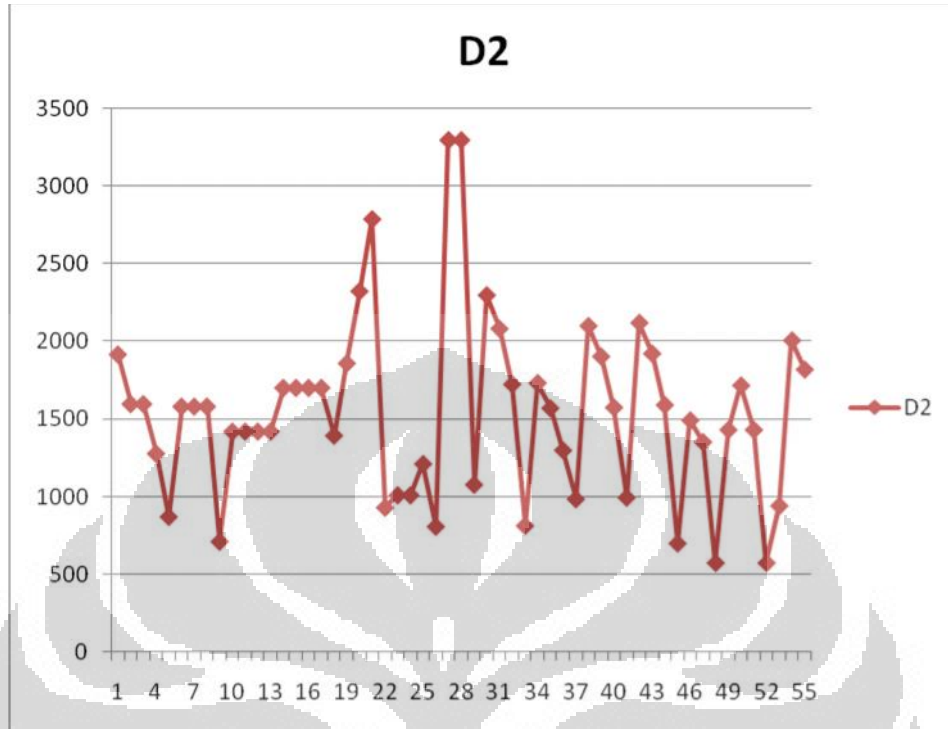
Gambar 3.12 Data Histori Penjualan C4

3. 4 Data Penjualan Produk D

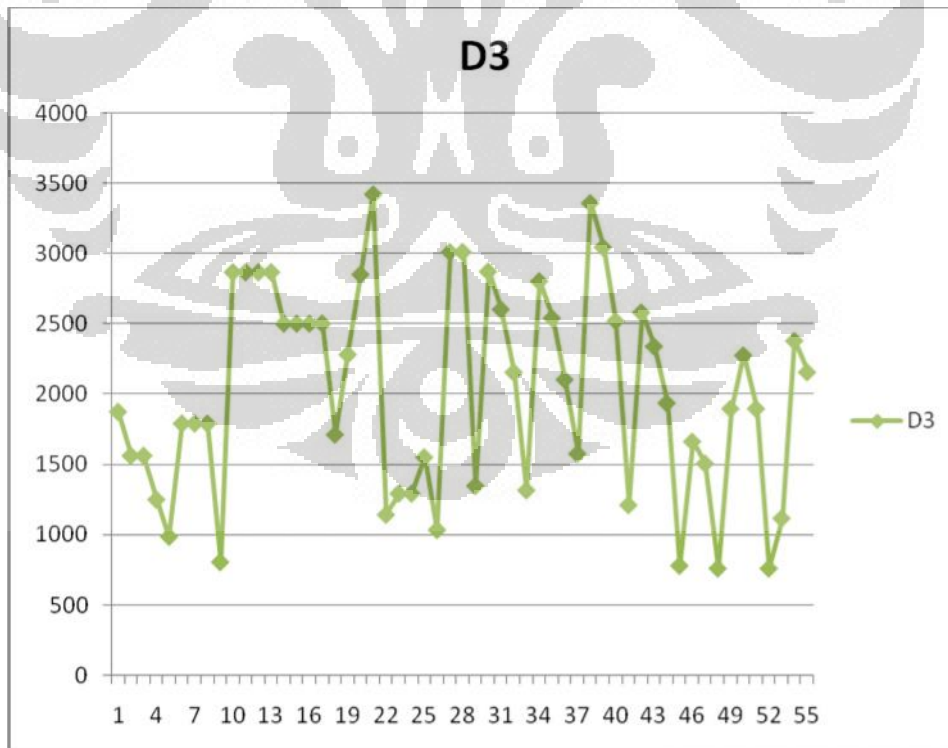
Data terakhir yang digunakan adalah data penjualan produk D untuk usia 1 tahun (D1), usia 2 tahun (D2), usia 3 tahun (D3), dan usia 4 tahun (D4). Data yang digunakan merupakan data histori penjualan selama 55 periode. Dimana 1 periode merupakan 1 minggu. Berikut ini adalah data penjualan yang digunakan:



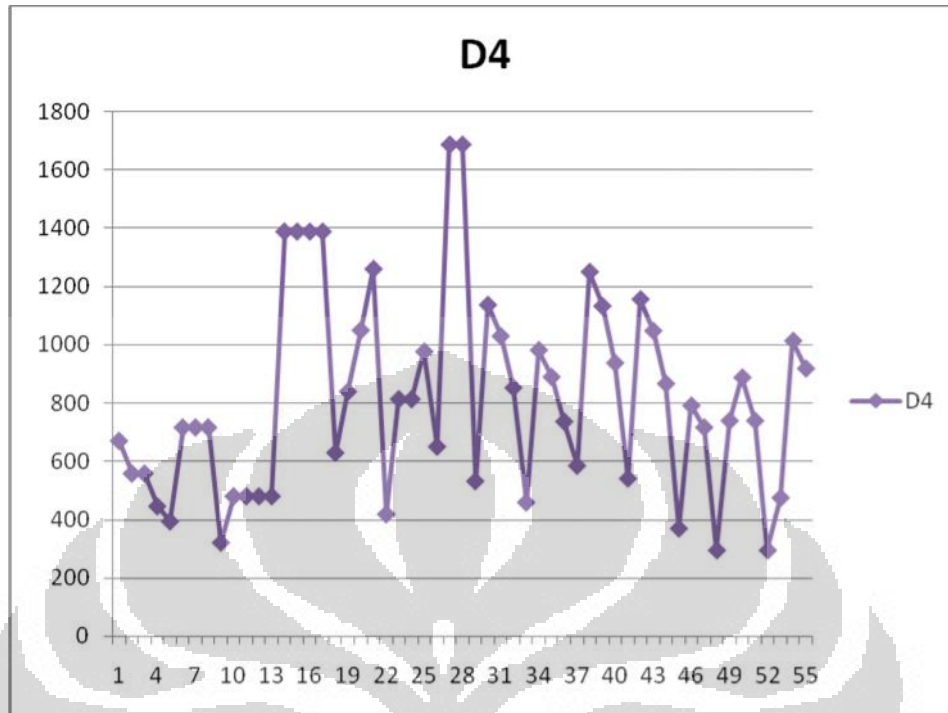
Gambar 3.13 Data Histori Penjualan D1



Gambar 3.14 Data Histori Penjualan D2



Gambar 3.15 Data Histori Penjualan D3



Gambar 3.16 Data Histori Penjualan D4

BAB 4

PENGOLAHAN DATA DAN ANALISIS

Pada bab ini dijelaskan mengenai cara pengolahan data yang dilakukan dan analisis hasil pengolahan data yang didapatkan. Secara garis besar, masing-masing data dari setiap jenis produk yang terdiri menjadi 55 periode dibagi menjadi data untuk simulasi (44 periode) dan data untuk membandingkan data aktual dengan peramalan (11 periode). Data tersebut akan diolah dengan metode yang telah ditentukan beserta dengan perhitungan tingkat kesalahannya.

4.1 Pengolahan Data

Pada penelitian ini, software yang dipergunakan adalah MATLAB 7.9 untuk metode *back propagation neural network*, MINITAB 14 untuk metode *moving average*, *weighted moving average*, *exponential smoothing*, *double exponential smoothing*, dan *triple exponential smoothing* serta Ms. Excel untuk metode *GM(1,1)*, *trend*, *seasonal trend* dan pengumpulan hasil pengolahan data.

4.1.1 Back Propagation Neural Network

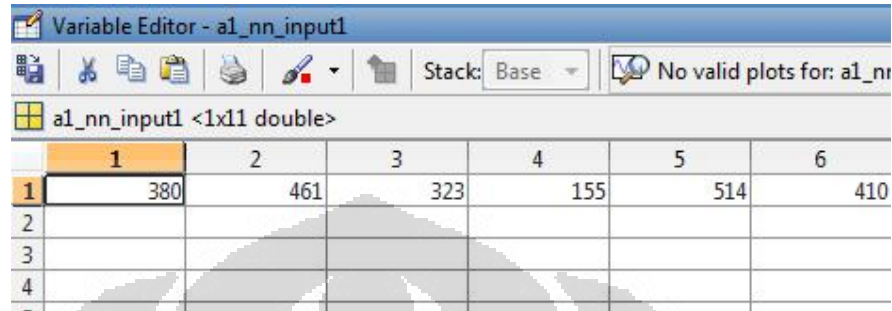
Sebelum menguji parameter akan dijelaskan bagaimana penggunaan metode BPNN dalam software MATLAB.

Dalam penggunaan BPNN di MATLAB kita dapat mempergunakan toolbox atau code yang memang sudah tersedia oleh MATLAB. Dengan begitu akan mempermudah pengerjaan. Pengolahan mempergunakan salah satu jenis *feeding forward* yang dimiliki oleh BPNN, yaitu backpropagasi. Backpropagasi sendiri sangat bermanfaat dalam penelitian deret waktu dikarenakan kemampuannya dalam melakukan pengenalan pola secara berulang. Berikut ini adalah langkah-langkah penggunaan MATLAB untuk BPNN:

- Membuat variabel data
Untuk dapat mempergunakan data yang dimiliki maka kita perlu membuat variabel data yang dikenali oleh MATLAB. Adapun tahapan yang

dilakukan yaitu memasukan data secara manual kedalam variabel editor yang tersedia.

Berikut ini adalah gambaran dari variable data yang dikenali matlab:



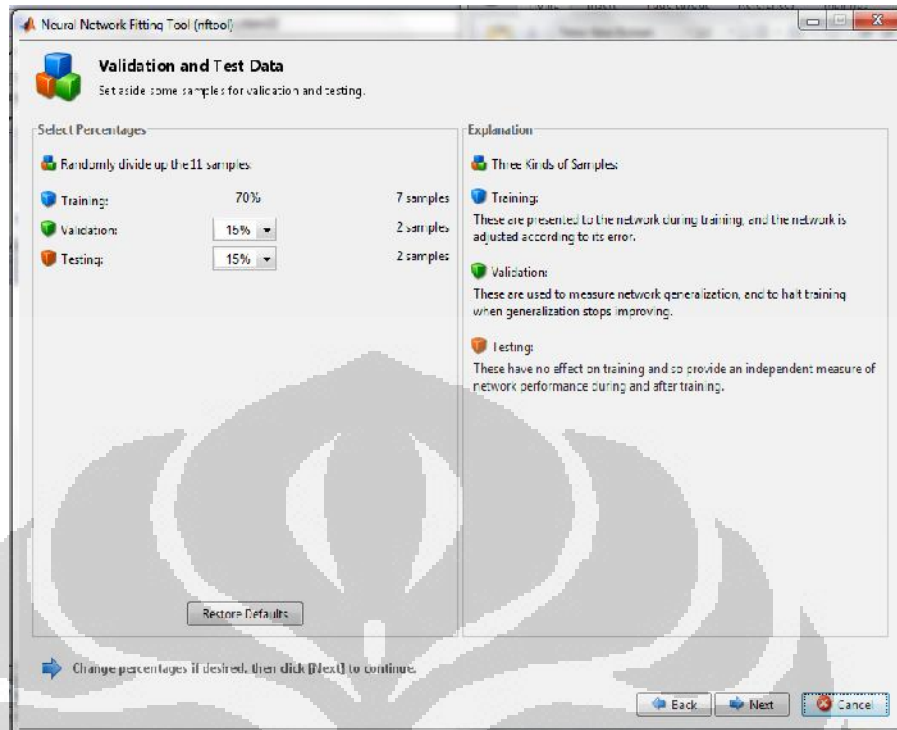
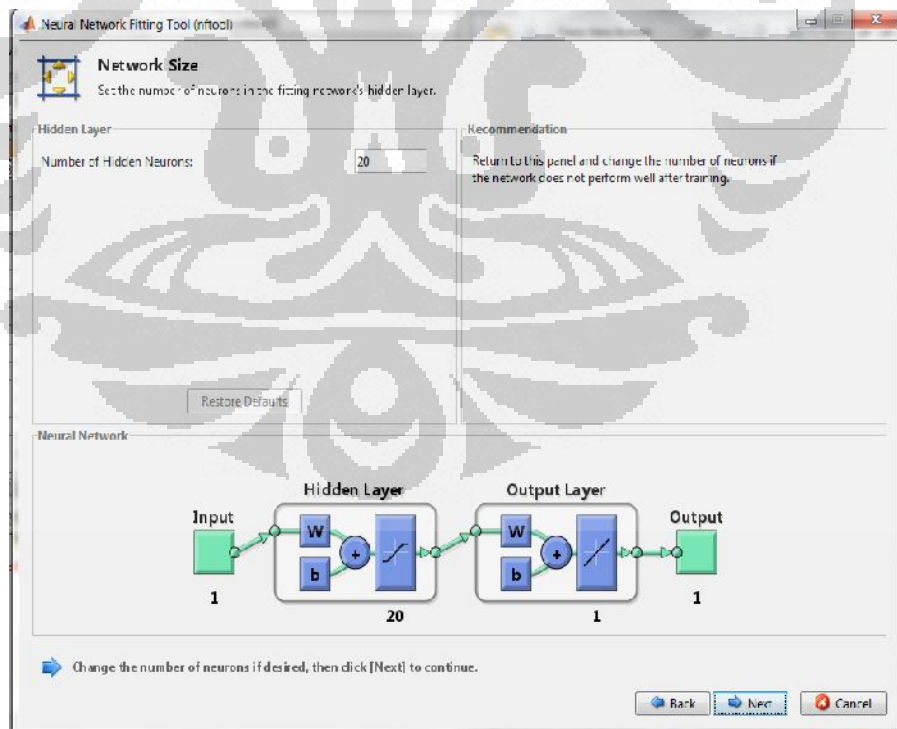
| | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 |
|---|-----|-----|-----|-----|-----|-----|
| 1 | 380 | 461 | 323 | 155 | 514 | 410 |
| 2 | | | | | | |
| 3 | | | | | | |
| 4 | | | | | | |
| 5 | | | | | | |
| 6 | | | | | | |

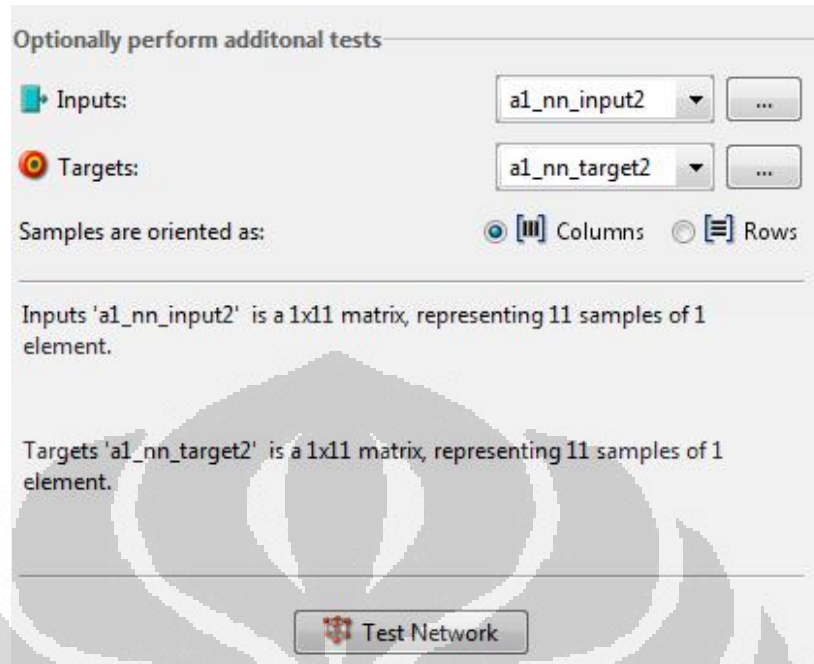
Gambar 4.1 Variable Editor

Dalam kasus deret waktu ini, data penjualan untuk setiap periode dibaca secara horizontal.

Ketika memasukkan data, data yang akan diolah (44 periode) dibagi menjadi 4 kelompok yaitu 2 kelompok digunakan dalam *training* dan 2 kelompok yang digunakan dalam *testing*. Masing-masing kelompok terbagi menjadi *input* dan *target*.

Tahap selanjutnya yang dilakukan setelah memasukkan data yaitu mengolah data dengan *neural network* toolbox yang telah tersedia pada MATLAB. Data *training* merupakan data yang dipergunakan untuk melakukan pengenalan pola yang nantinya dipakai untuk peramalan. Data *training* memberikan bobot, bias, nilai slope, nilai intercept, dan nilai koefisien korelasi. Data *testing* merupakan data uji yang akan dipakai untuk menghitung hasil ramalan dan kesalahan ramalan. Dalam penelitian ini pembagian data *training*, *validation* dan *testing* yang digunakan, yaitu 70%-15%-15%,. Tahap selanjutnya yang dilakukan yaitu menentukan jumlah *hidden layer* yang akan digunakan dalam melatih data. Setelah data di *training*, maka dilakukan evaluasi pada data melalui *testing* dengan menggunakan data yang telah dipisahkan sebelumnya.

Gambar 4.2 Proses pemasukan data untuk *training*Gambar 4.3 Proses penentuan *hidden layer*



Gambar 4.4 Proses pemasukan data untuk *testing*

4.1.2 Metode Tradisional

Pada metode tradisional, digunakan level ataupun *trend* (untuk *double exponential smoothing*) sebesar 0.1 dan optimal ARIMA untuk *single exponential smoothing* dan *double exponential smoothing*. Sedangkan pada *winter exponential smoothing* digunakan nilai *level*, *trend*, dan *seasonal* masing-masing sebesar 0.1 dan 0.2. Sedangkan untuk *moving average* digunakan panjang *moving average* sebesar 11. Untuk pengolahan data metode tradisional dan *grey system theory* dapat dilihat pada lampiran A dan B. Sedangkan contoh hasil simulasi dapat dilihat pada lampiran C

4.2 Pengolahan Data dan Analisa

4.2.1 Pengolahan dan Analisa Masing-masing Produk

4.2.1.1 Produk A

Berdasarkan rancangan langkah-langkah penelitian diatas, maka setiap data akan diolah dengan menggunakan sembilan metode yang sudah disebutkan.

Hasil yang ditampilkan merupakan hasil kesimpulan akhir parameter yang akan dipergunakan dimana hasil didapatkan dari perhitungan MAPE dan MSE setiap metode. Berikut ini adalah keempat jenis produk A hasil pengujian parameter dari setiap metode tersebut:

Tabel 4.1 Hasil Pengujian Produk A1

| Metode | | MAPE | MSE |
|--------------------------------------|--|-------------------------------------|-----------------|
| Trend (Linear) | | 39.45% | 23622.3 |
| Moving Average | | 40.16% | 32553.83 |
| Weighted Moving Average | | 43.07% | 34292.78 |
| Seasonal Trend | Multicative | 42.38% | 28360.96 |
| | Additive | 42.60% | 28684.47 |
| Single Exponential Smoothing | $\alpha = 0.1$ | 40.07% | 27980.78 |
| | Optimal ARIMA | 40.02% | 27436.86 |
| Double Exponential Smoothing | Optimal ARIMA | 39.84% | 26239.81 |
| | $\alpha=0.1, \beta=0.1$ | 39.93% | 26527.6 |
| Winter Exponential Smoothing | Multicative | $\alpha=0.2, \beta=0.2, \gamma=0.2$ | 41.81% |
| | | $\alpha=0.1, \beta=0.1, \gamma=0.1$ | 41.81% |
| | Additive | $\alpha=0.2, \beta=0.2, \gamma=0.2$ | 42.63% |
| | | $\alpha=0.1, \beta=0.1, \gamma=0.1$ | 42.71% |
| Grey System Theory (GM (1,1)) | Original Data Sequence | 39.47% | 23228.37 |
| | Weakening Operator Conversion Sequence | 40.17% | 28734.62 |
| | Logarithm Function Conversion Sequence | 39.49% | 23873.37 |
| | Power Function Conversion Sequence | 39.62% | 24754.3 |
| Grey Back Propagation Neural Network | Original Data Sequence | 34.62% | 25385.01 |
| | Weakening Operator Conversion Sequence | 31.30% | 23469.77 |
| | Logarithm Function Conversion Sequence | 35.09% | 28389.82 |
| | Power Function Conversion Sequence | 39.17% | 36907.36 |
| Neural Network | | 34.04% | 28394.36 |

Tabel 4.2 Hasil Pengujian Produk A2

| Metode | | MAPE | MSE |
|-------------------------|-------------|--------|----------|
| Trend (Linear) | | 51.71% | 34825.08 |
| Moving Average | | 42.55% | 25064.19 |
| Weighted Moving Average | | 43.67% | 26285.73 |
| Seasonal Trend | Multicative | 57.96% | 44672.56 |
| | Additive | 60.22% | 47200.96 |

Tabel 4.2 Hasil Pengujian Produk A2 (sambungan)

| Metode | | MAPE | MSE | |
|--------------------------------------|--|--------------------------|---------------|-----------------|
| Single Exponential Smoothing | = 0.1 | 44.94% | 26434.3 | |
| | Optimal ARIMA | 44.60% | 26106.87 | |
| Double Exponential Smoothing | Optimal ARIMA | 43.96% | 25368.06 | |
| | =0.1, $\beta=0.1$ | 48.27% | 30418.86 | |
| Winter Exponential Smoothing | Multicative | =0.2, $\beta=0.2$, =0.2 | 45.78% | 46859.81 |
| | | =0.1, $\beta=0.1$, =0.1 | 54.82% | 39947.05 |
| | Additive | =0.2, $\beta=0.2$, =0.2 | 46.52% | 53826.57 |
| | | =0.1, $\beta=0.1$, =0.1 | 55.07% | 39925.71 |
| Grey System Theory (GM (1,1)) | Original Data Sequence | | 51.91% | 34964.44 |
| | Weakening Operator Conversion Sequence | | 44.86% | 26471.45 |
| | Logarithm Function Conversion Sequence | | 49.65% | 32241.32 |
| | Power Function Conversion Sequence | | 47.67% | 29873.04 |
| Grey Back Propagation Neural Network | Original Data Sequence | | 41.12% | 42599.15 |
| | Weakening Operator Conversion Sequence | | 29.16% | 12992.81 |
| | Logarithm Function Conversion Sequence | | 40.53% | 50539.55 |
| | Power Function Conversion Sequence | | 36.96% | 39495.1 |
| Neural Network | | 36.85% | 35284.98 | |

Tabel 4.3 Hasil Pengujian Produk A3

| Metode | | MAPE | MSE | |
|------------------------------|-------------------|--------------------------|----------|----------|
| Trend (Linear) | | 137.37% | 212596.5 | |
| Moving Average | | 88.48% | 88727.57 | |
| Weighted Moving Average | | 88.96% | 86581.78 | |
| Seasonal Trend | Multicative | 62.93% | 116086.7 | |
| | Additive | 65.58% | 126258.3 | |
| Single Exponential Smoothing | = 0.1 | 106.03% | 125679.5 | |
| | Optimal ARIMA | 106.24% | 126175.3 | |
| Double Exponential Smoothing | Optimal ARIMA | 97.22% | 105637.4 | |
| | =0.1, $\beta=0.1$ | 122.59% | 168878.1 | |
| Winter Exponential Smoothing | Multicative | =0.2, $\beta=0.2$, =0.2 | 72.39% | 64472.06 |
| | | =0.1, $\beta=0.1$, =0.1 | 130.20% | 209006.8 |
| | Additive | =0.2, $\beta=0.2$, =0.2 | 70.89% | 64510.1 |
| | | =0.1, $\beta=0.1$, =0.1 | 127.75% | 199000.4 |

Tabel 4.3 Hasil Pengujian Produk A3 (sambungan)

| Metode | | MAPE | MSE |
|--------------------------------------|--|---------------|-----------------|
| Grey System Theory (GM (1,1)) | Original Data Sequence | 58.71% | 96843.91 |
| | Weakening Operator Conversion Sequence | 43.08% | 56852.62 |
| | Logarithm Function Conversion Sequence | 55.19% | 86305.85 |
| | Power Function Conversion Sequence | 51.96% | 77302.56 |
| Grey Back Propagation Neural Network | Original Data Sequence | 45.05% | 57515.24 |
| | Weakening Operator Conversion Sequence | 33.85% | 35442.74 |
| | Logarithm Function Conversion Sequence | 40.26% | 89366.9 |
| | Power Function Conversion Sequence | 54.39% | 238709.3 |
| Neural Network | | 16.09% | 12046.17 |

Tabel 4.4 Hasil Pengujian Produk A4

| Metode | | MAPE | MSE | |
|--------------------------------------|--|-------------------------------------|-----------------|----------|
| Trend (Linear) | | 34.35% | 4945.967 | |
| Moving Average | | 35.98% | 8648.263 | |
| Weighted Moving Average | | 35.50% | 8188.134 | |
| Seasonal Trend | Multicative | 31.33% | 5756.681 | |
| | Additive | 30.88% | 5457.62 | |
| Single Exponential Smoothing | $\alpha=0.1$ | 31.77% | 6158.135 | |
| | Optimal ARIMA | 32.58% | 6533.138 | |
| Double Exponential Smoothing | Optimal ARIMA | 32.48% | 5661.991 | |
| | $\alpha=0.1, \beta=0.1$ | 31.67% | 5644.078 | |
| Winter Exponential Smoothing | Multicative | $\alpha=0.2, \beta=0.2, \gamma=0.2$ | 47.42% | 18146.68 |
| | | $\alpha=0.1, \beta=0.1, \gamma=0.1$ | 29.61% | 6834.186 |
| | Additive | $\alpha=0.2, \beta=0.2, \gamma=0.2$ | 52.21% | 20242.11 |
| | | $\alpha=0.1, \beta=0.1, \gamma=0.1$ | 30.04% | 6813.202 |
| Grey System Theory (GM (1,1)) | Original Data Sequence | 34.17% | 4959.902 | |
| | Weakening Operator Conversion Sequence | 33.16% | 6693.828 | |
| | Logarithm Function Conversion Sequence | 33.16% | 5118.446 | |
| | Power Function Conversion Sequence | 32.09% | 5469.233 | |
| Grey Back Propagation Neural Network | Original Data Sequence | 26.46% | 8103.18 | |
| | Weakening Operator Conversion Sequence | 29.59% | 8016.307 | |
| | Logarithm Function Conversion Sequence | 34.63% | 7701.047 | |
| | Power Function Conversion Sequence | 31.13% | 8022.548 | |
| Neural Network | | 31.20% | 8059.498 | |

Berdasarkan hasil pengolahan data yang diperoleh maka dapat dilihat bahwa hasil perhitungan dengan MAPE dan MSE masing-masing mengeluarkan hasil peramalan terbaik yang berbeda. pada tiap jenis produk. pada peramalan produk A. Namun apabila dilihat berdasarkan keseluruhan hasil MAPE dan MSE dari keempat jenis produk dapat dilihat bahwa metode *grey back propagation neural network* dengan data yang dikonversikan dengan *weakening operator* memberikan metode peramalan dengan tingkat akurasi yang cukup tinggi dibandingkan dengan yang lainnya.

4.2.1.2 Produk B

Hasil yang ditampilkan merupakan hasil kesimpulan akhir parameter yang akan dipergunakan dimana hasil didapatkan dari perhitungan MAPE dan MSE setiap metode. Berikut ini adalah kelima hasil pengujian parameter dari setiap metode tersebut:

Tabel 4.5 Hasil Pengujian Produk B1

| Metode | | MAPE | MSE |
|-------------------------------|--|-------------------------------------|-----------------|
| Trend (Linear) | | 40.60% | 142219.7 |
| Moving Average | | 44.32% | 204009.3 |
| Weighted Moving Average | | 44.55% | 205195 |
| Seasonal Trend | Multicative | 42.38% | 28360.96 |
| | Additive | 44.18% | 165512.3 |
| Single Exponential Smoothing | $\alpha = 0.1$ | 41.86% | 170856.3 |
| | Optimal ARIMA | 42.90% | 189796.4 |
| Double Exponential Smoothing | Optimal ARIMA | 43.82% | 211804.1 |
| | $\alpha=0.1, \beta=0.1$ | 40.86% | 145436.1 |
| Winter Exponential Smoothing | Multicative | $\alpha=0.2, \beta=0.2, \gamma=0.2$ | 48.33% |
| | | $\alpha=0.1, \beta=0.1, \gamma=0.1$ | 49.24% |
| | Additive | $\alpha=0.2, \beta=0.2, \gamma=0.2$ | 49.98% |
| | | $\alpha=0.1, \beta=0.1, \gamma=0.1$ | 43.58% |
| Grey System Theory (GM (1,1)) | Original Data Sequence | | 40.32% |
| | Weakening Operator Conversion Sequence | | 42.08% |
| | Logarithm Function Conversion Sequence | | 40.35% |
| | Power Function Conversion Sequence | | 40.37% |

Tabel 4.5 Hasil Pengujian Produk B1 (sambungan)

| Metode | | MAPE | MSE |
|--------------------------------------|--|---------------|----------|
| Grey Back Propagation Neural Network | Original Data Sequence | 40.07% | 142340.5 |
| | Weakening Operator Conversion Sequence | 40.68% | 296067.7 |
| | Logarithm Function Conversion Sequence | 41.60% | 368988.3 |
| | Power Function Conversion Sequence | 46.35% | 678003 |
| Neural Network | | 29.60% | 223527.4 |

Tabel 4.6. Hasil Pengujian Produk B2

| Metode | | MAPE | MSE | |
|--------------------------------------|--|-------------------------------------|-----------------|----------|
| Trend (Linear) | | 61.88% | 205541.3 | |
| Moving Average | | 42.51% | 110518.5 | |
| Weighted Moving Average | | 46.14% | 118178.3 | |
| Seasonal Trend | Multicative | 64.71% | 245402.3 | |
| | Additive | 65.98% | 260463.1 | |
| Single Exponential Smoothing | $\alpha=0.1$ | 43.86% | 114537.1 | |
| | Optimal ARIMA | 43.89% | 114673.5 | |
| Double Exponential Smoothing | Optimal ARIMA | 43.20% | 111397.6 | |
| | $\alpha=0.1, \beta=0.1$ | 40.62% | 109786.9 | |
| Winter Exponential Smoothing | Multicative | $\alpha=0.2, \beta=0.2, \gamma=0.2$ | 45.64% | 122264.2 |
| | | $\alpha=0.1, \beta=0.1, \gamma=0.1$ | 61.02% | 224389.6 |
| | Additive | $\alpha=0.2, \beta=0.2, \gamma=0.2$ | 46.28% | 129324.5 |
| | | $\alpha=0.1, \beta=0.1, \gamma=0.1$ | 59.73% | 210204.8 |
| Grey System Theory (GM (1,1)) | Original Data Sequence | 65.80% | 229704.6 | |
| | Weakening Operator Conversion Sequence | 45.39% | 120628.2 | |
| | Logarithm Function Conversion Sequence | 64.68% | 221996.5 | |
| | Power Function Conversion Sequence | 63.99% | 217190.4 | |
| Grey Back Propagation Neural Network | Original Data Sequence | 45.32% | 153026.8 | |
| | Weakening Operator Conversion Sequence | 37.79% | 119486 | |
| | Logarithm Function Conversion Sequence | 63.23% | 424722.4 | |
| | Power Function Conversion Sequence | 26.17% | 136279.4 | |
| Neural Network | | 21.86% | 83323.58 | |

Tabel 4.7. Hasil Pengujian Produk B3

| Metode | | MAPE | MSE | |
|--------------------------------------|--|--------------------------|---------------|-----------------|
| Trend (Linear) | | 48.46% | 334605.2 | |
| Moving Average | | 46.03% | 367404.8 | |
| Weighted Moving Average | | 46.87% | 381400.7 | |
| Seasonal Trend | Multicative | 55.11% | 347330.8 | |
| | Additive | 56.25% | 357075.1 | |
| Single Exponential Smoothing | = 0.1 | 46.84% | 346765.1 | |
| | Optimal ARIMA | 45.81% | 369933.2 | |
| Double Exponential Smoothing | Optimal ARIMA | 46.28% | 416538.8 | |
| | =0.1, $\beta=0.1$ | 50.44% | 334195.8 | |
| Winter Exponential Smoothing | Multicative | =0.2, $\beta=0.2$, =0.2 | 47.89% | 474698.4 |
| | | =0.1, $\beta=0.1$, =0.1 | 66.28% | 473401.3 |
| | Additive | =0.2, $\beta=0.2$, =0.2 | 47.77% | 561740.1 |
| | | =0.1, $\beta=0.1$, =0.1 | 58.66% | 376746.6 |
| Grey System Theory (GM (1,1)) | Original Data Sequence | | 49.91% | 333732.2 |
| | Weakening Operator Conversion Sequence | | 46.71% | 348958.3 |
| | Logarithm Function Conversion Sequence | | 48.74% | 333653.9 |
| | Power Function Conversion Sequence | | 47.47% | 337567.3 |
| Grey Back Propagation Neural Network | Original Data Sequence | | 30.72% | 587629.3 |
| | Weakening Operator Conversion Sequence | | 38.02% | 244057.3 |
| | Logarithm Function Conversion Sequence | | 39.60% | 869958.5 |
| | Power Function Conversion Sequence | | 45.49% | 769612.8 |
| Neural Network | | 31.55% | 274328.7 | |

Tabel 4.8. Hasil Pengujian Produk B4

| Metode | | MAPE | MSE |
|------------------------------|-------------------|--------|----------|
| Trend (Linear) | | 48.46% | 334605.2 |
| Moving Average | | 46.03% | 367404.8 |
| Weighted Moving Average | | 46.87% | 381400.7 |
| Seasonal Trend | Multicative | 55.11% | 347330.8 |
| | Additive | 56.25% | 357075.1 |
| Single Exponential Smoothing | = 0.1 | 46.84% | 346765.1 |
| | Optimal ARIMA | 45.81% | 369933.2 |
| Double Exponential Smoothing | Optimal ARIMA | 46.28% | 416538.8 |
| | =0.1, $\beta=0.1$ | 50.44% | 334195.8 |

Tabel 4.8. Hasil Pengujian Produk B4 (sambungan)

| Metode | | MAPE | MSE | |
|--------------------------------------|--|-------------------------------------|---------------|-----------------|
| Winter Exponential Smoothing | Multicative | $\alpha=0.2, \beta=0.2, \gamma=0.2$ | 47.89% | 474698.4 |
| | | $\alpha=0.1, \beta=0.1, \gamma=0.1$ | 66.28% | 473401.3 |
| | Additive | $\alpha=0.2, \beta=0.2, \gamma=0.2$ | 47.77% | 561740.1 |
| | | $\alpha=0.1, \beta=0.1, \gamma=0.1$ | 58.66% | 376746.6 |
| Grey System Theory (GM (1,1)) | Original Data Sequence | | 49.91% | 333732.2 |
| | Weakening Operator Conversion Sequence | | 46.71% | 348958.3 |
| | Logarithm Function Conversion Sequence | | 48.74% | 333653.9 |
| | Power Function Conversion Sequence | | 47.47% | 337567.3 |
| Grey Back Propagation Neural Network | Original Data Sequence | | 30.72% | 587629.3 |
| | Weakening Operator Conversion Sequence | | 38.02% | 244057.3 |
| | Logarithm Function Conversion Sequence | | 39.60% | 869958.5 |
| | Power Function Conversion Sequence | | 45.49% | 769612.8 |
| Neural Network | | 31.55% | 274328.7 | |

Berdasarkan hasil pengolahan data yang diperoleh maka dapat dilihat bahwa hasil perhitungan dengan MAPE dan MSE masing-masing mengeluarkan hasil peramalan terbaik yang berbeda. pada tiap jenis produk B. Apabila dilihat dari secara keseluruhan perhitungan MAPE, maka dapat dilihat bahwa *neural network* memiliki tingkat kesalahan yang lebih kecil dibandingkan dengan metode lainnya. Namun apabila dilihat melalui perhitungan MSE, masing-masing jenis produk B masing-masing menunjukkan metode yang berbeda yaitu *trend*, *GBPNN*, *neural network* dan *seasonal trend*.

4.2.1.3 Produk C

Hasil yang ditampilkan merupakan hasil kesimpulan akhir parameter yang akan dipergunakan dimana hasil didapatkan dari perhitungan MAPE dan MSE setiap metode. Berikut ini adalah kelima hasil pengujian parameter dari setiap metode tersebut:

Tabel 4.9 Hasil Pengujian Produk C1

| Metode | | MAPE | MSE | |
|--------------------------------------|--|--------------------------|---------------|-----------------|
| Trend (Linear) | | 61.04% | 13980.53 | |
| Moving Average | | 51.18% | 12960.03 | |
| Weighted Moving Average | | 50.96% | 13479.47 | |
| Seasonal Trend | Multicative | 73.64% | 20906.46 | |
| | Additive | 76.71% | 22416 | |
| Single Exponential Smoothing | = 0.1 | 54.37% | 12788.54 | |
| | Optimal ARIMA | 54.44% | 12795.83 | |
| Double Exponential Smoothing | Optimal ARIMA | 52.44% | 12529.57 | |
| | =0.1, $\beta=0.1$ | 58.38% | 13905.67 | |
| Winter Exponential Smoothing | Multicative | =0.2, $\beta=0.2$, =0.2 | 56.49% | 23814.32 |
| | | =0.1, $\beta=0.1$, =0.1 | 74.38% | 21705.12 |
| | Additive | =0.2, $\beta=0.2$, =0.2 | 57.11% | 27334.15 |
| | | =0.1, $\beta=0.1$, =0.1 | 71.86% | 20228.82 |
| Grey System Theory (GM (1,1)) | Original Data Sequence | | 61.65% | 14125.34 |
| | Weakening Operator Conversion Sequence | | 54.05% | 13005.36 |
| | Logarithm Function Conversion Sequence | | 59.28% | 13358.9 |
| | Power Function Conversion Sequence | | 56.88% | 12673.84 |
| Grey Back Propagation Neural Network | Original Data Sequence | | 55.55% | 24852.32 |
| | Weakening Operator Conversion Sequence | | 40.33% | 9393.481 |
| | Logarithm Function Conversion Sequence | | 46.28% | 16615.58 |
| | Power Function Conversion Sequence | | 56.01% | 14933.78 |
| Neural Network | | 41.49% | 14840.15 | |

Tabel 4.10 Hasil Pengujian Produk C2

| Metode | | MAPE | MSE |
|------------------------------|-------------------|--------|----------|
| Trend (Linear) | | 39.70% | 10657.57 |
| Moving Average | | 38.53% | 11849.44 |
| Weighted Moving Average | | 42.09% | 12662.1 |
| Seasonal Trend | Multicative | 51.79% | 17506.13 |
| | Additive | 52.60% | 18007.63 |
| Single Exponential Smoothing | = 0.1 | 38.97% | 10792.89 |
| | Optimal ARIMA | 38.55% | 11169.74 |
| Double Exponential Smoothing | Optimal ARIMA | 39.80% | 12044.2 |
| | =0.1, $\beta=0.1$ | 39.80% | 12044.2 |

Tabel 4.10 Hasil Pengujian Produk C2 (sambungan)

| Metode | | MAPE | MSE | |
|--------------------------------------|--|-------------------------|----------|-----------------|
| Winter Exponential Smoothing | Multicative | $=0.2, \beta=0.2, =0.2$ | 46.06% | 15719.17 |
| | | $=0.1, \beta=0.1, =0.1$ | 48.57% | 17276.38 |
| | Additive | $=0.2, \beta=0.2, =0.2$ | 46.10% | 17007.06 |
| | | $=0.1, \beta=0.1, =0.1$ | 47.87% | 17481.1 |
| Grey System Theory (GM (1,1)) | Original Data Sequence | | 39.66% | 10631.18 |
| | Weakening Operator Conversion Sequence | | 39.18% | 11779.54 |
| | Logarithm Function Conversion Sequence | | 39.25% | 10393.88 |
| | Power Function Conversion Sequence | | 38.82% | 10290.99 |
| Grey Back Propagation Neural Network | Original Data Sequence | | 36.52% | 10130.59 |
| | Weakening Operator Conversion Sequence | | 37.04% | 11545.07 |
| | Logarithm Function Conversion Sequence | | 38.40% | 12926.83 |
| | Power Function Conversion Sequence | | 41.74% | 13739.8 |
| Neural Network | | 24.86% | 11667.37 | |

Tabel 4.11 Hasil Pengujian Produk C3

| Metode | | MAPE | MSE | |
|-------------------------------|--|-------------------------|-----------------|----------|
| Trend (Linear) | | 79.52% | 188900.7 | |
| Moving Average | | 46.22% | 72066.91 | |
| Weighted Moving Average | | 49.75% | 79060.59 | |
| Seasonal Trend | Multicative | 86.15% | 236140.4 | |
| | Additive | 88.08% | 250060.1 | |
| Single Exponential Smoothing | $= 0.1$ | 59.76% | 112116.9 | |
| | Optimal ARIMA | 50.05% | 83539.57 | |
| Double Exponential Smoothing | Optimal ARIMA | 51.89% | 88648.66 | |
| | $=0.1, \beta=0.1$ | 65.91% | 134123.1 | |
| Winter Exponential Smoothing | Multicative | $=0.2, \beta=0.2, =0.2$ | 47.83% | 99368.24 |
| | | $=0.1, \beta=0.1, =0.1$ | 75.84% | 189851.2 |
| | Additive | $=0.2, \beta=0.2, =0.2$ | 50.52% | 117891 |
| | | $=0.1, \beta=0.1, =0.1$ | 74.71% | 183190.6 |
| Grey System Theory (GM (1,1)) | Original Data Sequence | | 81.51% | 197833.2 |
| | Weakening Operator Conversion Sequence | | 54.63% | 96715.73 |
| | Logarithm Function Conversion Sequence | | 77.65% | 180353.2 |
| | Power Function Conversion Sequence | | 74.30% | 165976.7 |

Tabel 4.11 Hasil Pengujian Produk C3 (sambungan)

| Metode | | MAPE | MSE |
|--------------------------------------|--|---------------|----------|
| Grey Back Propagation Neural Network | Original Data Sequence | 58.29% | 142442.1 |
| | Weakening Operator Conversion Sequence | 44.72% | 92026.89 |
| | Logarithm Function Conversion Sequence | 53.92% | 151755.8 |
| | Power Function Conversion Sequence | 63.23% | 137959.3 |
| Neural Network | | 42.52% | 131089.3 |

Tabel 4.12 Hasil Pengujian Produk C4

| Metode | | MAPE | MSE | |
|--------------------------------------|--|--------------------------|-----------------|----------|
| Trend (Linear) | | 45.81% | 78155.96 | |
| Moving Average | | 37.31% | 60471.69 | |
| Weighted Moving Average | | 40.24% | 67580.6 | |
| Seasonal Trend | Multicative | 50.32% | 98607.44 | |
| | Additive | 52.79% | 105973.9 | |
| Single Exponential Smoothing | = 0.1 | 37.32% | 54328.15 | |
| | Optimal ARIMA | 37.91% | 55907.87 | |
| Double Exponential Smoothing | Optimal ARIMA | 37.93% | 56847.89 | |
| | =0.1, $\beta=0.1$ | 38.74% | 59331.56 | |
| Winter Exponential Smoothing | Multicative | =0.2, $\beta=0.2$, =0.2 | 44.42% | 205529.6 |
| | | =0.1, $\beta=0.1$, =0.1 | 46.73% | 80605.64 |
| | Additive | =0.2, $\beta=0.2$, =0.2 | 47.26% | 237502.1 |
| | | =0.1, $\beta=0.1$, =0.1 | 45.67% | 77328.49 |
| Grey System Theory (GM (1,1)) | Original Data Sequence | 46.32% | 79822.87 | |
| | Weakening Operator Conversion Sequence | 38.13% | 56663.07 | |
| | Logarithm Function Conversion Sequence | 43.62% | 71729.08 | |
| | Power Function Conversion Sequence | 41.21% | 65659.84 | |
| Grey Back Propagation Neural Network | Original Data Sequence | 40.44% | 109106.1 | |
| | Weakening Operator Conversion Sequence | 36.16% | 64299.35 | |
| | Logarithm Function Conversion Sequence | 41.16% | 93434.62 | |
| | Power Function Conversion Sequence | 29.70% | 88859.68 | |
| Neural Network | | 10.19% | 12364.59 | |

Berdasarkan hasil pengolahan data yang diperoleh maka dapat dilihat bahwa hasil perhitungan dengan MAPE dan MSE masing-masing mengeluarkan hasil peramalan terbaik yang berbeda. pada tiap jenis produk C. Apabila dilihat dari secara keseluruhan perhitungan MAPE, maka dapat dilihat bahwa *neural network* memiliki tingkat kesalahan yang lebih kecil dibandingkan dengan metode lainnya. Namun apabila dilihat melalui perhitungan MSE, masing-masing jenis produk C masing-masing menunjukkan metode yang berbeda yaitu GBPNN dengan *weakening operator*, *neural network*, GM(1,1), dan *moving average*. Hal ini disebabkan karena jumlah penjualan untuk produk C yang berbeda-beda (lihat gambar 3.9 hingga gambar 3.12 pada bab 3) dimana produk C1 dan C2 memiliki penjualan rata-rata yang relatif lebih sedikit dibandingkan dengan produk C3 dan C4. Sehingga apabila dilihat secara keseluruhan melalui perhitungan MSE, maka metode GM(1,1) dengan perubahan data *power function* memiliki tingkat akurasi yang lebih tinggi untuk produk C1 dan C2. Sedangkan pada produk C3 dan C4 metode *moving average* memiliki hasil peramalan yang cukup baik dibandingkan dengan metode lainnya.

4.2.1.4 Produk D

Hasil yang ditampilkan merupakan hasil kesimpulan akhir parameter yang akan dipergunakan dimana hasil didapatkan dari perhitungan MAPE dan MSE setiap metode. Berikut ini adalah kelima hasil pengujian parameter dari setiap metode tersebut:

Tabel 4.13 Hasil Pengujian Produk D1

| Metode | | MAPE | MSE |
|------------------------------|---------------|--------|----------|
| Trend (Linear) | | 52.92% | 374587.1 |
| Moving Average | | 47.11% | 289712.8 |
| Weighted Moving Average | | 43.15% | 275760.5 |
| Seasonal Trend | Multicative | 49.97% | 329914.6 |
| | Additive | 51.06% | 353022.9 |
| Single Exponential Smoothing | = 0.1 | 46.59% | 280190.4 |
| | Optimal ARIMA | 46.17% | 270089.7 |

Tabel 4.13 Hasil Pengujian Produk D1(sambungan)

| Metode | | MAPE | MSE |
|--------------------------------------|--|-------------------------------------|-----------------|
| Double Exponential Smoothing | | Optimal ARIMA | 51.92% |
| | | $\alpha=0.1, \beta=0.1$ | 51.51% |
| Winter Exponential Smoothing | Multiplicative | $\alpha=0.2, \beta=0.2, \gamma=0.2$ | 52.81% |
| | | $\alpha=0.1, \beta=0.1, \gamma=0.1$ | 52.85% |
| | Additive | $\alpha=0.2, \beta=0.2, \gamma=0.2$ | 50.02% |
| | | $\alpha=0.1, \beta=0.1, \gamma=0.1$ | 52.46% |
| Grey System Theory (GM (1,1)) | Original Data Sequence | | 56.61% |
| | Weakening Operator Conversion Sequence | | 48.31% |
| | Logarithm Function Conversion Sequence | | 53.80% |
| | Power Function Conversion Sequence | | 51.07% |
| Grey Back Propagation Neural Network | Original Data Sequence | | 45.05% |
| | Weakening Operator Conversion Sequence | | 42.86% |
| | Logarithm Function Conversion Sequence | | 43.18% |
| | Power Function Conversion Sequence | | 40.57% |
| Neural Network | | 36.47% | 232423.4 |

Tabel 4.14 Hasil Pengujian Produk D2

| Metode | | MAPE | MSE |
|-------------------------------|--|-------------------------------------|----------|
| Trend (Linear) | | 70.40% | 479218.5 |
| Moving Average | | 61.46% | 368146.6 |
| Weighted Moving Average | | 56.46% | 341423.8 |
| Seasonal Trend | Multiplicative | 61.80% | 417295 |
| | Additive | 63.30% | 433196 |
| Single Exponential Smoothing | $\alpha=0.1$ | 62.94% | 382793.7 |
| | Optimal ARIMA | 61.70% | 368422.5 |
| Double Exponential Smoothing | Optimal ARIMA | 66.89% | 434527.7 |
| | $\alpha=0.1, \beta=0.1$ | 65.55% | 414974.1 |
| Winter Exponential Smoothing | Multiplicative | $\alpha=0.2, \beta=0.2, \gamma=0.2$ | 67.42% |
| | | $\alpha=0.1, \beta=0.1, \gamma=0.1$ | 64.13% |
| | Additive | $\alpha=0.2, \beta=0.2, \gamma=0.2$ | 58.08% |
| | | $\alpha=0.1, \beta=0.1, \gamma=0.1$ | 64.18% |
| Grey System Theory (GM (1,1)) | Original Data Sequence | | 72.66% |
| | Weakening Operator Conversion Sequence | | 64.00% |
| | Logarithm Function Conversion Sequence | | 67.75% |
| | Power Function Conversion Sequence | | 63.34% |

Tabel 4.14 Hasil Pengujian Produk D2 (sambungan)

| Metode | | MAPE | MSE |
|--------------------------------------|--|---------------|-----------------|
| Grey Back Propagation Neural Network | Original Data Sequence | 54.48% | 482551.5 |
| | Weakening Operator Conversion Sequence | 49.01% | 366084.1 |
| | Logarithm Function Conversion Sequence | 50.74% | 314168 |
| | Power Function Conversion Sequence | 45.70% | 291799.1 |
| Neural Network | | 40.19% | 222879.3 |

Tabel 4.15. Hasil Pengujian Produk D3

| Metode | | MAPE | MSE | |
|--------------------------------------|--|--------------------------|-----------------|----------|
| Trend (Linear) | | 90.09% | 1173163 | |
| Moving Average | | 77.88% | 907119.8 | |
| Weighted Moving Average | | 62.79% | 690910.6 | |
| Seasonal Trend | Multicative | 80.52% | 997527.3 | |
| | Additive | 82.62% | 1039853 | |
| Single Exponential Smoothing | = 0.1 | 73.80% | 815661.4 | |
| | Optimal ARIMA | 69.65% | 728167.9 | |
| Double Exponential Smoothing | Optimal ARIMA | 63.13% | 593377.6 | |
| | =0.1, $\beta=0.1$ | 80.96% | 973487.8 | |
| Winter Exponential Smoothing | Multicative | =0.2, $\beta=0.2$, =0.2 | 76.36% | 893071.3 |
| | | =0.1, $\beta=0.1$, =0.1 | 71.12% | 769981.5 |
| | Additive | =0.2, $\beta=0.2$, =0.2 | 74.23% | 836230.4 |
| | | =0.1, $\beta=0.1$, =0.1 | 73.21% | 807488.8 |
| Grey System Theory (GM (1,1)) | Original Data Sequence | 90.59% | 1184527 | |
| | Weakening Operator Conversion Sequence | 73.67% | 812821 | |
| | Logarithm Function Conversion Sequence | 87.88% | 1120233 | |
| | Power Function Conversion Sequence | 85.09% | 1056333 | |
| Grey Back Propagation Neural Network | Original Data Sequence | 65.90% | 790147.8 | |
| | Weakening Operator Conversion Sequence | 55.33% | 1050922 | |
| | Logarithm Function Conversion Sequence | 64.78% | 802868 | |
| | Power Function Conversion Sequence | 68.56% | 1017768 | |
| Neural Network | | 48.43% | 454691.2 | |

Tabel 4.16 Hasil Pengujian Produk D4

| Metode | | MAPE | MSE |
|--------------------------------------|--|-------------------------------------|-----------------|
| Trend (Linear) | | 101.35% | 254386.7 |
| Moving Average | | 71.67% | 134307.1 |
| Weighted Moving Average | | 65.44% | 121535.1 |
| Seasonal Trend | Multicative | 95.90% | 270533.6 |
| | Additive | 100.18% | 289804 |
| Single Exponential Smoothing | $\alpha = 0.1$ | 70.46% | 129886.8 |
| | Optimal ARIMA | 71.74% | 134056.6 |
| Double Exponential Smoothing | Optimal ARIMA | 74.29% | 142709 |
| | $\alpha=0.1, \beta=0.1$ | 80.15% | 162529.8 |
| Winter Exponential Smoothing | Multicative | $\alpha=0.2, \beta=0.2, \gamma=0.2$ | 109.45% |
| | | $\alpha=0.1, \beta=0.1, \gamma=0.1$ | 91.34% |
| | Additive | $\alpha=0.2, \beta=0.2, \gamma=0.2$ | 93.13% |
| | | $\alpha=0.1, \beta=0.1, \gamma=0.1$ | 86.82% |
| Grey System Theory (GM (1,1)) | Original Data Sequence | | 102.42% |
| | Weakening Operator Conversion Sequence | | 73.18% |
| | Logarithm Function Conversion Sequence | | 103.18% |
| | Power Function Conversion Sequence | | 104.74% |
| Grey Back Propagation Neural Network | Original Data Sequence | | 69.15% |
| | Weakening Operator Conversion Sequence | | 61.75% |
| | Logarithm Function Conversion Sequence | | 48.29% |
| | Power Function Conversion Sequence | | 65.36% |
| Neural Network | | 46.80% | 85501.36 |

Berdasarkan hasil pengolahan data yang diperoleh maka dapat dilihat bahwa hasil perhitungan dengan MAPE dan MSE masing-masing mengeluarkan hasil peramalan terbaik yang sama untuk produk D yaitu metode *neural network*.

4.2.2 Analisa Keseluruhan Produk

Berdasarkan pengolahan dan analisa untuk masing-masing produk, dapat dilihat bahwa tiap produk memiliki hasil metode yang berbeda-beda dalam memberikan hasil peramalan yang akurat. Pada produk A cenderung memiliki metode yang berbeda-beda dalam memberikan hasil peramalan yang terbaik. Hal

ini disebabkan karena penjualan produk A yang berbeda-beda untuk setiap jenisnya.

Pada produk B dan produk C meskipun memiliki jumlah penjualan yang berbeda-beda setiap jenisnya namun metode terbaik berdasarkan perhitungan MAPE yaitu metode *back propagation neural network* dengan tiga jenis dari masing-masing produk memiliki peramalan dengan tingkat akurasi yang paling tinggi dibandingkan metode lainnya. Akan tetapi apabila dilihat berdasarkan MSE, masing-masing jenis pada produk B dan C memiliki hasil metode yang berbeda. Hal ini disebabkan karena jumlah penjualan yang bersifat acak dan berfluktuatif.

Selain itu, hasil pengolahan data pada produk B dan C dapat dilihat bahwa semakin besar *range* data pada setiap jenis produk, maka nilai MSE semakin besar. Hal ini disebabkan karena pada prinsipnya sebagian besar metode seperti *grey system theory* GM(1,1) dan metode tradisional menerapkan prinsip *trend* serta simulasi berdasarkan data histori sebelumnya. Sehingga apabila disimulasikan kembali menggunakan metode yang digunakan, simulasi yang dihasilkan berasal dari pendekatan angka beberapa periode sebelumnya, sehingga tidak dapat menutup kemungkinan bahwa hasil simulasi dan peramalan memiliki perbedaan hasil yang cukup besar.

Apabila dilihat berdasarkan produk D, dapat dilihat bahwa metode peramalan terbaik menggunakan *neural network* baik berdasarkan perhitungan MAPE dan MSE. Hal ini diakibatkan karena pola penjualan setiap jenis produk D yang hampir mirip antara satu dengan yang lainnya (lihat gambar 3.13 sampai 3.16).

Berdasarkan hasil pengolahan data pada setiap jenis produk dapat dilihat bahwa untuk data yang bersifat acak namun memiliki *range* data yang tidak terlalu jauh antara angka terendah dan tertinggi sebaiknya menggunakan metode *grey back propagation neural network* yang mengkonversi data menjadi *weakening operator*. Sedangkan untuk data yang bersifat acak namun memiliki *range* data yang cukup jauh sebaiknya menggunakan metode *neural network*.

BAB 5

KESIMPULAN DAN SARAN

5.1 Kesimpulan

Berdasarkan hasil penelitian yang telah dilakukan melalui enam belas produk susu bayi dengan empat merk berbeda memiliki metode peramalan terbaik yang berbeda-beda untuk setiap produknya. Hal ini disebabkan karena penjualan susu bayi cenderung memiliki pola yang acak.

Berdasarkan hasil penelitian yang telah dilakukan, dapat dilihat bahwa metode tradisional kurang baik untuk meramalkan penjualan susu bayi. Kemudian data diolah dengan menggunakan *grey system theory* GM(1,1) yang menerapkan prinsip persamaan linear namun dikembangkan dengan mengadakan simulasi yang diterapkan dengan mengaplikasikan sistem integral, namun hasil peramalan yang diperoleh juga masih belum baik.

Kemudian data histori penjualan susu bayi diolah dengan menggunakan *backpropagation neural network* dan diperoleh hasil peramalan yang lebih baik dibandingkan dengan sebelumnya. Hal ini disebabkan oleh prinsip *neural network* yang sebelumnya melatih model perhitungan yang kemudian kembali di uji untuk meningkatkan akurasi hasil peramalan.

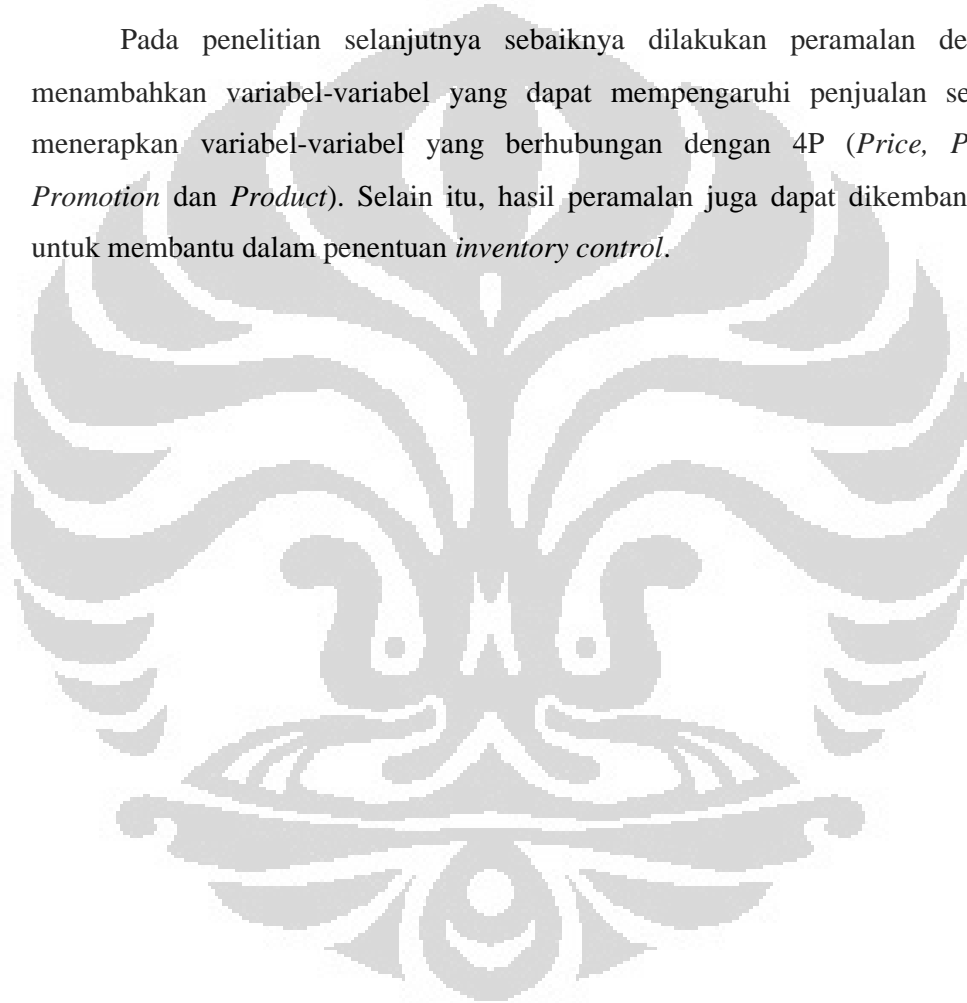
Oleh karena itu, dilakukan pengembangan metode dengan menggabungkan *grey system theory* GM(1,1) dengan *backpropagation neural network* menjadi *grey backpropagation neural network* dan dihasilkan peramalan penjualan dengan tingkat akurasi yang lebih tinggi dibandingkan dengan *grey system theory* GM(1,1).

Melalui perbandingan hasil peramalan yang telah dilakukan, dapat dilihat bahwa *neural network* dan *grey backpropagation neural network* dengan data *weakening operator* memiliki hasil peramalan yang baik untuk data yang bersifat acak. Namun yang membedakan yaitu *neural network* cocok untuk meramalkan data acak yang memiliki fluktuasi data yang tidak begitu stabil sedangkan *grey back propagation neural network* cocok untuk meramalkan data acak yang memiliki range data yang tidak terlalu jauh yang agak membuat pola *trend*.

Selain itu berdasarkan hasil perhitungan MSE dari setiap jenis produk, dapat dilihat bahwa semakin besar perbedaan angka terendah dan terbesar pada data yang acak menyebabkan hasil MSE semakin besar. Hal ini juga berlaku untuk sebaliknya, apabila perbedaan angka terendah dan terkecil pada data acak semakin kecil, maka hasil MSE menjadi semakin kecil.

5.2 Saran

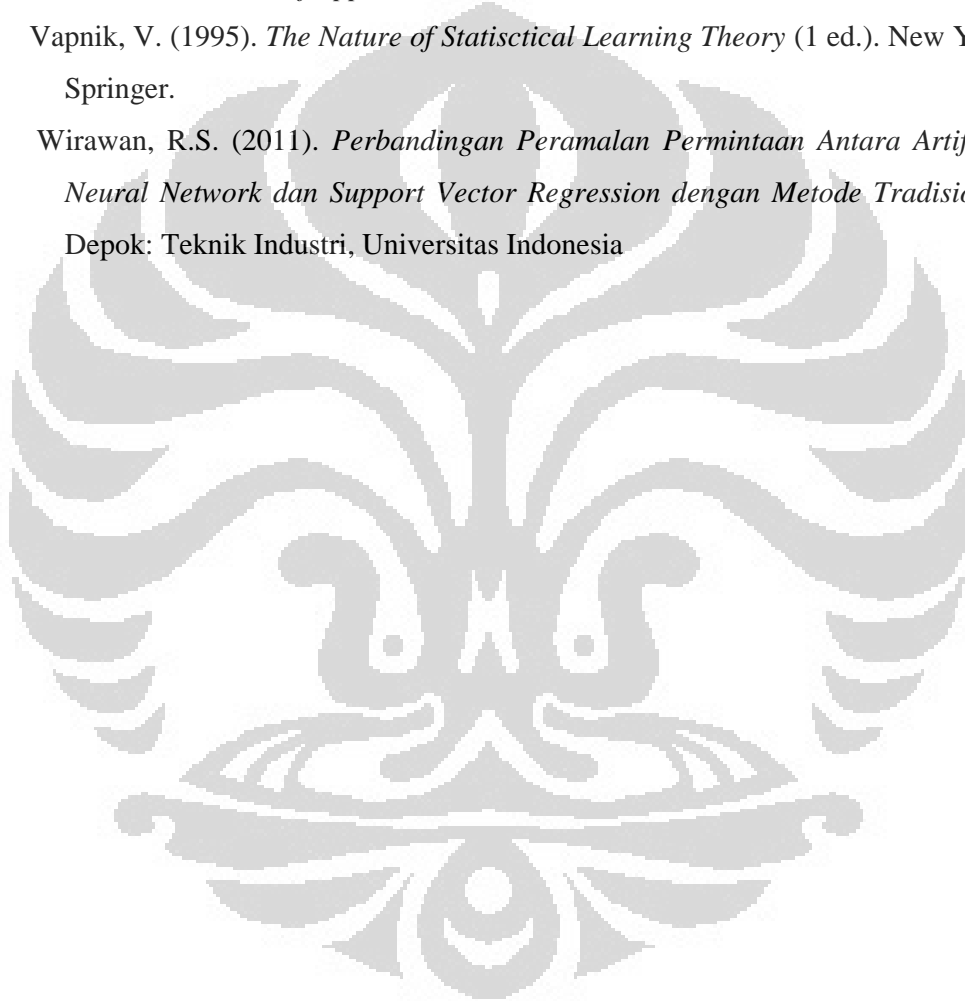
Pada penelitian selanjutnya sebaiknya dilakukan peramalan dengan menambahkan variabel-variabel yang dapat mempengaruhi penjualan seperti menerapkan variabel-variabel yang berhubungan dengan 4P (*Price, Place, Promotion* dan *Product*). Selain itu, hasil peramalan juga dapat dikembangkan untuk membantu dalam penentuan *inventory control*.



DAFTAR REFERENSI

- Alfatah, V.A, (1998). *Pemilihan Metode Peramalan (Forecasting) untuk Produk Passanger Car C Class dan E Class Pada PT. German Motor Manufacturing*. Depok: Teknik Industri, Universitas Indonesia
- Arnold, J. R., & Chapman, N. S. (2004). *Introduction to Material Management*. New Jersey: Prentice-Hall Inc.
- Baker, M.J., (1999), *Sales Forecasting*. The IEBM Encyclopedia of Marketing, International Thompson Business Press (p. 278-290)
- Beale, M.H., Hagan, M.T. & Demuth, H.B., (2011), *Neural Newtork Toolbox: User's Guide*. Natick: The MathWorks, Inc.
- Bedworth. D.D., Bailey J.E, (1987). *Integrated Production Control Systems*. New York: John Wiley & Sons.
- Chang, H.C., & Chuang, L.W., (2009). *Forecasting Application of Supply Chain Demand Based on Grey System Theory and Neural Network Theory*. The Business Review, Cambridge (Vol. 13 Num.2 p. 221-229)
- Fiati, R., (2010). *Aplikasi Sistem Pendukung Keputusan Peramalan Penjualan Barang*. Universitas Muria Kudus
- Greene, J.H., (1997). *Production and Inventory Control Handbook*. New York: Mc Graw Hill.
- Jacobs, Chase & Aquilano. *Operation & Supply Management*. New York: Mc Graw Hill.
- Lindeke R. (2005). *Forecasting Model*. Modul Pembelajaran.
- Liu, S.F, & Lin Y., (2010). *Grey Systems: Theory and Applications*. Berlin: Springer.
- Liu, S.F, & Lin Y., (2006). *Grey Information: Theory and Practical Applications*. London: Springer.
- Msiza, I. S., Nelwamondo, F. V., & Marwala, T. (2008). Water Demand Prediction using Artificial Neural Networks and Support Vector Regression. *Journal of Computer* , 3.
- Nasution, A. H. (1999). *Metode dan Aplikasi Peramalan* (2 ed., Vol. 1). Binarupa

- Peterson, R. T. (1993). Forecasting Practices in The Retail Industry. Dalam *J. Business Forecast* (Vol. 12, hal. 11-14).
- Santosa, B. (2007). *Data Mining: Teknik Pemanfaatan Data untuk Keperluan Bisnis*. Yogyakarta: Graha Ilmu.
- Shahrabi, J., Mousavi, S. S., & Heydar, M. (2009). Supply Chain Demand Forecasting; A Comparison of Machine Learning Techniques and Traditional Methods. *Journal of Applied Science* , 521-527.
- Vapnik, V. (1995). *The Nature of Statistical Learning Theory* (1 ed.). New York: Springer.
- Wirawan, R.S. (2011). *Perbandingan Peramalan Permintaan Antara Artificial Neural Network dan Support Vector Regression dengan Metode Tradisional*. Depok: Teknik Industri, Universitas Indonesia



Lampiran A. Contoh Perhitungan Metode Tradisional

Berikut ini merupakan contoh pengolahan data dengan menggunakan metode tradisional

Tabel A.1 Peramalan Trend (Linear)

| PERIODE | ACTUAL | Simulasi | Error | % Error | MSE |
|---------|--------|----------|----------|---------|-----------|
| 1 | 380 | 328.639 | 51.361 | 13.52% | 2637.912 |
| 2 | 461 | 330.174 | 130.826 | 28.38% | 17115.407 |
| 3 | 323 | 331.709 | -8.709 | 2.70% | 75.845 |
| 4 | 155 | 333.244 | -178.244 | 115.00% | 31770.789 |
| 5 | 514 | 334.778 | 179.222 | 34.87% | 32120.394 |
| 6 | 410 | 336.313 | 73.687 | 17.97% | 5429.758 |
| 7 | 322 | 337.848 | -15.848 | 4.92% | 251.154 |
| 8 | 230 | 339.383 | -109.383 | 47.56% | 11964.552 |
| 9 | 134 | 340.917 | -206.917 | 154.42% | 42814.784 |
| 10 | 425 | 342.452 | 82.548 | 19.42% | 6814.159 |
| 11 | 514 | 343.987 | 170.013 | 33.08% | 28904.481 |
| 12 | 361 | 345.522 | 15.478 | 4.29% | 239.582 |
| 13 | 173 | 347.056 | -174.056 | 100.61% | 30295.598 |
| 14 | 222 | 348.591 | -126.591 | 57.02% | 16025.294 |
| 15 | 269 | 350.126 | -81.126 | 30.16% | 6581.394 |
| 16 | 189 | 351.661 | -162.661 | 86.06% | 26458.450 |
| 17 | 91 | 353.195 | -262.195 | 288.13% | 68746.364 |
| 18 | 339 | 354.730 | -15.730 | 4.64% | 247.434 |
| 19 | 593 | 356.265 | 236.735 | 39.92% | 56043.572 |
| 20 | 339 | 357.800 | -18.800 | 5.55% | 353.421 |
| 21 | 254 | 359.334 | -105.334 | 41.47% | 11095.304 |
| 22 | 169 | 360.869 | -191.869 | 113.53% | 36813.710 |
| 23 | 633 | 362.404 | 270.596 | 42.75% | 73222.339 |
| 24 | 449 | 363.938 | 85.062 | 18.94% | 7235.463 |
| 25 | 622 | 365.473 | 256.527 | 41.24% | 65805.989 |
| 26 | 297 | 367.008 | -70.008 | 23.57% | 4901.115 |
| 27 | 344 | 368.543 | -24.543 | 7.13% | 602.344 |
| 28 | 637 | 370.077 | 266.923 | 41.90% | 71247.648 |
| 29 | 293 | 371.612 | -78.612 | 26.83% | 6179.877 |
| 30 | 586 | 373.147 | 212.853 | 36.32% | 45306.428 |
| 31 | 456 | 374.682 | 81.318 | 17.83% | 6612.670 |
| 32 | 261 | 376.216 | -115.216 | 44.14% | 13274.823 |
| 33 | 597 | 377.751 | 219.249 | 36.73% | 48070.053 |
| 34 | 493 | 379.286 | 113.714 | 23.07% | 12930.895 |
| 35 | 525 | 380.821 | 144.179 | 27.46% | 20787.685 |
| 36 | 190 | 382.355 | -192.355 | 101.24% | 37000.596 |
| 37 | 351 | 383.890 | -32.890 | 9.37% | 1081.761 |
| 38 | 392 | 385.425 | 6.575 | 1.68% | 43.232 |

Universitas Indonesia

Lampiran A. Contoh Perhitungan Metode Tradisional (sambungan)

Tabel A.1 Peramalan Trend (Linear) (sambungan)

| PERIODE | ACTUAL | Simulasi | Error | % Error | MSE |
|-----------|--------|----------|----------|---------|-----------|
| 39 | 173 | 386.960 | -213.960 | 123.68% | 45778.719 |
| 40 | 190 | 388.494 | -198.494 | 104.47% | 39400.012 |
| 41 | 373 | 390.029 | -17.029 | 4.57% | 289.990 |
| 42 | 436 | 391.564 | 44.436 | 10.19% | 1974.572 |
| 43 | 389 | 393.099 | -4.099 | 1.05% | 16.798 |
| 44 | 358 | 394.633 | -36.633 | 10.23% | 1342.001 |
| intercept | | 327.105 | slope | | 1.535 |
| 45 | 396 | 396.1681 | -0.16808 | 0.04% | 0.028 |
| 46 | 477 | 397.7028 | 79.29718 | 16.62% | 6288.043 |
| 47 | 287 | 399.2376 | -112.238 | 39.11% | 12597.270 |
| 48 | 188 | 400.7723 | -212.772 | 113.18% | 45272.054 |
| 49 | 469 | 402.307 | 66.69295 | 14.22% | 4447.950 |
| 50 | 469 | 403.8418 | 65.15821 | 13.89% | 4245.592 |
| 51 | 563 | 405.3765 | 157.6235 | 28.00% | 24845.157 |
| 52 | 188 | 406.9113 | -218.911 | 116.44% | 47922.147 |
| 53 | 557 | 408.446 | 148.554 | 26.67% | 22068.285 |
| 54 | 559 | 409.9808 | 149.0192 | 26.66% | 22206.734 |
| 55 | 676 | 411.5155 | 264.4845 | 39.12% | 69952.049 |

Tabel A2. Peramalan *Moving Average*

| PERIODE | ACTUAL | Simulasi | Error | % Error | MSE |
|---------|--------|----------|----------|---------|----------|
| 1 | 380 | | | | |
| 2 | 461 | | | | |
| 3 | 323 | | | | |
| 4 | 155 | | | | |
| 5 | 514 | | | | |
| 6 | 410 | | | | |
| 7 | 322 | | | | |
| 8 | 230 | | | | |
| 9 | 134 | | | | |
| 10 | 425 | | | | |
| 11 | 514 | | | | |
| 12 | 361 | 351.636 | 9.363636 | 2.59% | 87.68 |
| 13 | 173 | 349.909 | -176.909 | 102.26% | 31296.83 |
| 14 | 222 | 323.727 | -101.727 | 45.82% | 10348.44 |
| 15 | 269 | 314.545 | -45.5455 | 16.93% | 2074.39 |
| 16 | 189 | 324.909 | -135.909 | 71.91% | 18471.28 |
| 17 | 91 | 295.364 | -204.364 | 224.58% | 41764.50 |

Lampiran A. Contoh Perhitungan Metode Tradisional (sambungan)

Tabel A2. Peramalan *Moving Average* (sambungan)

| PERIODE | ACTUAL | Simulasi | Error | % Error | MSE |
|---------|--------|----------|----------|---------|-----------|
| 18 | 339 | 266.364 | 72.63636 | 21.43% | 5276.04 |
| 19 | 593 | 267.909 | 325.0909 | 54.82% | 105684.10 |
| 20 | 339 | 300.909 | 38.09091 | 11.24% | 1450.92 |
| 21 | 254 | 319.545 | -65.5455 | 25.81% | 4296.21 |
| 22 | 169 | 304 | -135 | 79.88% | 18225.00 |
| 23 | 633 | 272.636 | 360.3636 | 56.93% | 129861.95 |
| 24 | 449 | 297.364 | 151.6364 | 33.77% | 22993.59 |
| 25 | 622 | 322.455 | 299.5455 | 48.16% | 89727.48 |
| 26 | 297 | 358.818 | -61.8182 | 20.81% | 3821.49 |
| 27 | 344 | 361.364 | -17.3636 | 5.05% | 301.50 |
| 28 | 637 | 375.455 | 261.5455 | 41.06% | 68406.02 |
| 29 | 293 | 425.091 | -132.091 | 45.08% | 17448.01 |
| 30 | 586 | 420.909 | 165.0909 | 28.17% | 27255.01 |
| 31 | 456 | 420.273 | 35.72727 | 7.83% | 1276.44 |
| 32 | 261 | 430.909 | -169.909 | 65.10% | 28869.10 |
| 33 | 597 | 431.545 | 165.4545 | 27.71% | 27375.21 |
| 34 | 493 | 470.455 | 22.54545 | 4.57% | 508.30 |
| 35 | 525 | 457.727 | 67.27273 | 12.81% | 4525.62 |
| 36 | 190 | 464.636 | -274.636 | 144.55% | 75425.13 |
| 37 | 351 | 425.364 | -74.3636 | 21.19% | 5529.95 |
| 38 | 392 | 430.273 | -38.2727 | 9.76% | 1464.80 |
| 39 | 173 | 434.636 | -261.636 | 151.23% | 68453.59 |
| 40 | 190 | 392.455 | -202.455 | 106.56% | 40987.84 |
| 41 | 373 | 383.091 | -10.0909 | 2.71% | 101.83 |
| 42 | 436 | 363.727 | 72.27273 | 16.58% | 5223.35 |
| 43 | 389 | 361.909 | 27.09091 | 6.96% | 733.92 |
| 44 | 358 | 373.545 | -15.5455 | 4.34% | 241.66 |
| 45 | 396 | 351.818 | 44.18182 | 11.16% | 1952.03 |
| 46 | 477 | 338.983 | 138.0165 | 28.93% | 19048.56 |
| 47 | 287 | 322.073 | -35.0729 | 12.22% | 1230.11 |
| 48 | 188 | 334.08 | -146.08 | 77.70% | 21339.22 |
| 49 | 469 | 332.541 | 136.4587 | 29.10% | 18620.98 |
| 50 | 469 | 327.136 | 141.8641 | 30.25% | 20125.41 |
| 51 | 563 | 341.148 | 221.8517 | 39.41% | 49218.18 |
| 52 | 188 | 354.889 | -166.889 | 88.77% | 27851.95 |
| 53 | 557 | 353.243 | 203.7574 | 36.58% | 41517.08 |
| 54 | 559 | 345.719 | 213.2808 | 38.15% | 45488.70 |
| 55 | 676 | 341.785 | 334.2154 | 49.44% | 111699.95 |

Lampiran A. Contoh Perhitungan Metode Tradisional (sambungan)

Tabel A.3 Peramalan *Weighted Moving Average*

| PERIODE | ACTUAL | Simulasi | Error | % Error | MSE |
|---------|--------|----------|----------|----------|------------|
| 1 | 380 | | | | |
| 2 | 461 | | | | |
| 3 | 323 | | | | |
| 4 | 155 | | | | |
| 5 | 514 | | | | |
| 6 | 410 | | | | |
| 7 | 322 | | | | |
| 8 | 230 | | | | |
| 9 | 134 | | | | |
| 10 | 425 | | | | |
| 11 | 514 | | | | |
| 12 | 361 | 350.3788 | 10.62121 | 2.942% | 112.810 |
| 13 | 173 | 351.9394 | -178.939 | 103.433% | 32019.307 |
| 14 | 222 | 322.4545 | -100.455 | 45.250% | 10091.116 |
| 15 | 269 | 305.5 | -36.5 | 13.569% | 1332.250 |
| 16 | 189 | 297.9091 | -108.909 | 57.624% | 11861.190 |
| 17 | 91 | 275.2576 | -184.258 | 202.481% | 33950.854 |
| 18 | 339 | 241.197 | 97.80303 | 28.850% | 9565.433 |
| 19 | 593 | 253.303 | 339.697 | 57.284% | 115394.031 |
| 20 | 339 | 307.4848 | 31.51515 | 9.297% | 993.205 |
| 21 | 254 | 313.8333 | -59.8333 | 23.556% | 3580.028 |
| 22 | 169 | 302.9091 | -133.909 | 79.236% | 17931.645 |
| 23 | 633 | 280.4091 | 352.5909 | 55.702% | 124320.349 |
| 24 | 449 | 340.4697 | 108.5303 | 24.172% | 11778.827 |
| 25 | 622 | 365.7424 | 256.2576 | 41.199% | 65667.945 |
| 26 | 297 | 415.6667 | -118.667 | 39.955% | 14081.778 |
| 27 | 344 | 405.3636 | -61.3636 | 17.838% | 3765.496 |
| 28 | 637 | 402.4697 | 234.5303 | 36.818% | 55004.463 |
| 29 | 293 | 446.0606 | -153.061 | 52.239% | 23427.549 |
| 30 | 586 | 424.0455 | 161.9545 | 27.637% | 26229.275 |
| 31 | 456 | 451.5606 | 4.439394 | 0.974% | 19.708 |
| 32 | 261 | 457.5152 | -196.515 | 75.293% | 38618.205 |
| 33 | 597 | 429.197 | 167.803 | 28.108% | 28157.857 |
| 34 | 493 | 456.7727 | 36.22727 | 7.348% | 1312.415 |
| 35 | 525 | 460.5303 | 64.4697 | 12.280% | 4156.342 |
| 36 | 190 | 471.7424 | -281.742 | 148.285% | 79378.794 |
| 37 | 351 | 425.9697 | -74.9697 | 21.359% | 5620.455 |

Lampiran A. Contoh Perhitungan Metode Tradisional (sambungan)

Tabel A.3 Peramalan *Weighted Moving Average* (sambungan)

| PERIODE | ACTUAL | Simulasi | Error | % Error | MSE |
|---------|--------|----------|----------|----------|------------|
| 38 | 392 | 413.5758 | -21.5758 | 5.504% | 465.513 |
| 39 | 173 | 407.197 | -234.197 | 135.374% | 54848.221 |
| 40 | 190 | 363.5909 | -173.591 | 91.364% | 30133.804 |
| 41 | 373 | 329.8485 | 43.15152 | 11.569% | 1862.053 |
| 42 | 436 | 328.1667 | 107.8333 | 24.732% | 11628.028 |
| 43 | 389 | 340.2121 | 48.78788 | 12.542% | 2380.257 |
| 44 | 358 | 344.7273 | 13.27273 | 3.707% | 176.165 |
| 45 | 396 | 342.1364 | 53.86364 | 13.602% | 2901.291 |
| 46 | 477 | 340.5227 | 136.4773 | 28.612% | 18626.046 |
| 47 | 287 | 340.926 | -53.926 | 18.790% | 2908.010 |
| 48 | 188 | 344.1915 | -156.192 | 83.081% | 24395.790 |
| 49 | 469 | 345.7146 | 123.2854 | 26.287% | 15199.297 |
| 50 | 469 | 347.5946 | 121.4054 | 25.886% | 14739.264 |
| 51 | 563 | 350.4893 | 212.5107 | 37.746% | 45160.788 |
| 52 | 188 | 351.2211 | -163.221 | 86.820% | 26641.125 |
| 53 | 557 | 349.6432 | 207.3568 | 37.227% | 42996.856 |
| 54 | 559 | 348.1322 | 210.8678 | 37.722% | 44465.214 |
| 55 | 676 | 347.6779 | 328.3221 | 48.568% | 107795.387 |

Tabel A.4 Peramalan *Single Exponential Smoothing* ($\alpha = 0.1$)

| PERIODE | ACTUAL | Simulasi | Error | % Error | MSE |
|---------|--------|------------|----------|----------|------------|
| 1 | 380 | 380 | 0 | 0.000% | 0 |
| 2 | 461 | 380 | 81 | 17.570% | 6561 |
| 3 | 323 | 388.1 | -65.1 | 20.155% | 4238.01 |
| 4 | 155 | 381.59 | -226.59 | 146.187% | 51343.0281 |
| 5 | 514 | 358.931 | 155.069 | 30.169% | 24046.3948 |
| 6 | 410 | 374.4379 | 35.5621 | 8.674% | 1264.66296 |
| 7 | 322 | 377.99411 | -55.9941 | 17.389% | 3135.34035 |
| 8 | 230 | 372.394699 | -142.395 | 61.911% | 20276.2503 |
| 9 | 134 | 358.155229 | -224.155 | 167.280% | 50245.5667 |
| 10 | 425 | 335.739706 | 89.26029 | 21.002% | 7967.40005 |
| 11 | 514 | 344.665736 | 169.3343 | 32.944% | 28674.0931 |
| 12 | 361 | 361.599162 | -0.59916 | 0.166% | 0.35899512 |
| 13 | 173 | 361.539246 | -188.539 | 108.982% | 35547.0472 |
| 14 | 222 | 342.685321 | -120.685 | 54.363% | 14564.9468 |
| 15 | 269 | 330.616789 | -61.6168 | 22.906% | 3796.6287 |
| 16 | 189 | 324.45511 | -135.455 | 71.669% | 18348.0869 |
| 17 | 91 | 310.909599 | -219.91 | 241.659% | 48360.2318 |

Lampiran A. Contoh Perhitungan Metode Tradisional (sambungan)

Tabel A.4 Peramalan *Single Exponential Smoothing* ($\alpha = 0.1$) (sambungan)

| PERIODE | ACTUAL | Simulasi | Error | % Error | MSE |
|---------|--------|------------|----------|----------|------------|
| 18 | 339 | 288.918639 | 50.08136 | 14.773% | 2508.14269 |
| 19 | 593 | 293.926775 | 299.0732 | 50.434% | 89444.7937 |
| 20 | 339 | 323.834098 | 15.1659 | 4.474% | 230.00459 |
| 21 | 254 | 325.350688 | -71.3507 | 28.091% | 5090.92068 |
| 22 | 169 | 318.215619 | -149.216 | 88.293% | 22265.301 |
| 23 | 633 | 303.294057 | 329.7059 | 52.086% | 108706.009 |
| 24 | 449 | 336.264652 | 112.7353 | 25.108% | 12709.2588 |
| 25 | 622 | 347.538186 | 274.4618 | 44.126% | 75329.2871 |
| 26 | 297 | 374.984368 | -77.9844 | 26.257% | 6081.56162 |
| 27 | 344 | 367.185931 | -23.1859 | 6.740% | 537.587396 |
| 28 | 637 | 364.867338 | 272.1327 | 42.721% | 74056.1858 |
| 29 | 293 | 392.080604 | -99.0806 | 33.816% | 9816.96611 |
| 30 | 586 | 382.172544 | 203.8275 | 34.783% | 41545.6319 |
| 31 | 456 | 402.555289 | 53.44471 | 11.720% | 2856.3371 |
| 32 | 261 | 407.89976 | -146.9 | 56.283% | 21579.5396 |
| 33 | 597 | 393.209784 | 203.7902 | 34.136% | 41530.452 |
| 34 | 493 | 413.588806 | 79.41119 | 16.108% | 6306.13775 |
| 35 | 525 | 421.529925 | 103.4701 | 19.709% | 10706.0564 |
| 36 | 190 | 431.876933 | -241.877 | 127.304% | 58504.4506 |
| 37 | 351 | 407.68924 | -56.6892 | 16.151% | 3213.66988 |
| 38 | 392 | 402.020316 | -10.0203 | 2.556% | 100.406724 |
| 39 | 173 | 401.018284 | -228.018 | 131.802% | 51992.3378 |
| 40 | 190 | 378.216456 | -188.216 | 99.061% | 35425.4342 |
| 41 | 373 | 359.39481 | 13.60519 | 3.648% | 185.101194 |
| 42 | 436 | 360.755329 | 75.24467 | 17.258% | 5661.76051 |
| 43 | 389 | 368.279796 | 20.7202 | 5.327% | 429.326848 |
| 44 | 358 | 370.351817 | -12.3518 | 3.450% | 152.567371 |
| 45 | 396 | 369.116635 | 26.88337 | 6.789% | 722.715 |
| 46 | 477 | 369.116635 | 107.8834 | 22.617% | 11638.820 |
| 47 | 287 | 369.116635 | -82.1166 | 28.612% | 6743.142 |
| 48 | 188 | 369.116635 | -181.117 | 96.339% | 32803.235 |
| 49 | 469 | 369.116635 | 99.88337 | 21.297% | 9976.687 |
| 50 | 469 | 369.116635 | 99.88337 | 21.297% | 9976.687 |
| 51 | 563 | 369.116635 | 193.8834 | 34.438% | 37590.759 |
| 52 | 188 | 369.116635 | -181.117 | 96.339% | 32803.235 |
| 53 | 557 | 369.116635 | 187.8834 | 33.731% | 35300.159 |
| 54 | 559 | 369.116635 | 189.8834 | 33.968% | 36055.692 |
| 55 | 676 | 369.116635 | 306.8834 | 45.397% | 94177.400 |

Lampiran A. Contoh Perhitungan Metode Tradisional (sambungan)

Tabel A.5 Peramalan *Single Exponential Smoothing* (Optimal ARIMA)

| PERIODE | ACTUAL | Simulasi | Error | % Error | MSE |
|---------|--------|-----------|----------|----------|------------|
| 1 | 380 | 380 | 0 | 0.000% | 0 |
| 2 | 461 | 380 | 81 | 17.570% | 6561 |
| 3 | 323 | 388.1 | -65.1 | 20.155% | 4238.01 |
| 4 | 155 | 381.59 | -226.59 | 146.187% | 51343.0281 |
| 5 | 514 | 358.931 | 155.069 | 30.169% | 24046.3948 |
| 6 | 410 | 374.4379 | 35.5621 | 8.674% | 1264.66296 |
| 7 | 322 | 377.99411 | -55.9941 | 17.389% | 3135.34035 |
| 8 | 230 | 372.3947 | -142.395 | 61.911% | 20276.2503 |
| 9 | 134 | 358.15523 | -224.155 | 167.280% | 50245.5667 |
| 10 | 425 | 335.73971 | 89.26029 | 21.002% | 7967.40005 |
| 11 | 514 | 344.66574 | 169.3343 | 32.944% | 28674.0931 |
| 12 | 361 | 361.59916 | -0.59916 | 0.166% | 0.35899512 |
| 13 | 173 | 361.53925 | -188.539 | 108.982% | 35547.0472 |
| 14 | 222 | 342.68532 | -120.685 | 54.363% | 14564.9468 |
| 15 | 269 | 330.61679 | -61.6168 | 22.906% | 3796.6287 |
| 16 | 189 | 324.45511 | -135.455 | 71.669% | 18348.0869 |
| 17 | 91 | 310.9096 | -219.91 | 241.659% | 48360.2318 |
| 18 | 339 | 288.91864 | 50.08136 | 14.773% | 2508.14269 |
| 19 | 593 | 293.92678 | 299.0732 | 50.434% | 89444.7937 |
| 20 | 339 | 323.8341 | 15.1659 | 4.474% | 230.00459 |
| 21 | 254 | 325.35069 | -71.3507 | 28.091% | 5090.92068 |
| 22 | 169 | 318.21562 | -149.216 | 88.293% | 22265.301 |
| 23 | 633 | 303.29406 | 329.7059 | 52.086% | 108706.009 |
| 24 | 449 | 336.26465 | 112.7353 | 25.108% | 12709.2588 |
| 25 | 622 | 347.53819 | 274.4618 | 44.126% | 75329.2871 |
| 26 | 297 | 374.98437 | -77.9844 | 26.257% | 6081.56162 |
| 27 | 344 | 367.18593 | -23.1859 | 6.740% | 537.587396 |
| 28 | 637 | 364.86734 | 272.1327 | 42.721% | 74056.1858 |
| 29 | 293 | 392.0806 | -99.0806 | 33.816% | 9816.96611 |
| 30 | 586 | 382.17254 | 203.8275 | 34.783% | 41545.6319 |
| 31 | 456 | 402.55529 | 53.44471 | 11.720% | 2856.3371 |
| 32 | 261 | 407.89976 | -146.9 | 56.283% | 21579.5396 |
| 33 | 597 | 393.20978 | 203.7902 | 34.136% | 41530.452 |
| 34 | 493 | 413.58881 | 79.41119 | 16.108% | 6306.13775 |
| 35 | 525 | 421.52993 | 103.4701 | 19.709% | 10706.0564 |
| 36 | 190 | 431.87693 | -241.877 | 127.304% | 58504.4506 |
| 37 | 351 | 407.68924 | -56.6892 | 16.151% | 3213.66988 |

Lampiran A. Contoh Perhitungan Metode Tradisional (sambungan)

Tabel A.5 Peramalan *Single Exponential Smoothing* (Optimal ARIMA)(sambungan)

| PERIODE | ACTUAL | Simulasi | Error | % Error | MSE |
|---------|--------|-----------|----------|----------|------------|
| 38 | 392 | 402.02032 | -10.0203 | 2.556% | 100.406724 |
| 39 | 173 | 401.01828 | -228.018 | 131.802% | 51992.3378 |
| 40 | 190 | 378.21646 | -188.216 | 99.061% | 35425.4342 |
| 41 | 373 | 359.39481 | 13.60519 | 3.648% | 185.101194 |
| 42 | 436 | 360.75533 | 75.24467 | 17.258% | 5661.76051 |
| 43 | 389 | 368.2798 | 20.7202 | 5.327% | 429.326848 |
| 44 | 358 | 370.35182 | -12.3518 | 3.450% | 152.567371 |
| 45 | 396 | 369.11663 | 26.88337 | 6.789% | 722.715 |
| 46 | 477 | 369.11663 | 107.8834 | 22.617% | 11638.820 |
| 47 | 287 | 369.11663 | -82.1166 | 28.612% | 6743.142 |
| 48 | 188 | 369.11663 | -181.117 | 96.339% | 32803.235 |
| 49 | 469 | 369.11663 | 99.88337 | 21.297% | 9976.687 |
| 50 | 469 | 369.11663 | 99.88337 | 21.297% | 9976.687 |
| 51 | 563 | 369.11663 | 193.8834 | 34.438% | 37590.759 |
| 52 | 188 | 369.11663 | -181.117 | 96.339% | 32803.235 |
| 53 | 557 | 369.11663 | 187.8834 | 33.731% | 35300.159 |
| 54 | 559 | 369.11663 | 189.8834 | 33.968% | 36055.692 |
| 55 | 676 | 369.11663 | 306.8834 | 45.397% | 94177.400 |

Tabel A.6 Peramalan *Double Exponential Smoothing* (Optimal ARIMA)

| PERIODE | ACTUAL | SMO | LEV | TREN | FITS (Simulated) | RESI (ERROR) | MAPE | MSE |
|---------|--------|-------|-------|-------|---------------------|-----------------|------|---------|
| 1 | 380 | 507.8 | 507.8 | 56.6 | 693.2 | -313.2 | 0.8 | 98084.8 |
| 2 | 461 | 503.2 | 503.2 | -60.9 | 564.3 | -103.3 | 0.2 | 10676.5 |
| 3 | 323 | 371.6 | 371.6 | 7.7 | 442.3 | -119.3 | 0.4 | 14221.5 |
| 4 | 155 | 246.5 | 246.5 | 2.0 | 379.4 | -224.4 | 1.4 | 50334.3 |
| 5 | 514 | 405.7 | 405.7 | 8.8 | 248.5 | 265.5 | 0.5 | 70498.2 |
| 6 | 410 | 411.8 | 411.8 | 8.6 | 414.4 | -4.4 | 0.0 | 19.8 |
| 7 | 322 | 362.2 | 362.2 | 6.1 | 420.5 | -98.5 | 0.3 | 9694.0 |
| 8 | 230 | 286.4 | 286.4 | 2.6 | 368.3 | -138.3 | 0.6 | 19124.1 |
| 9 | 134 | 197.2 | 197.2 | -1.4 | 289.0 | -155.0 | 1.2 | 24024.7 |
| 10 | 425 | 331.5 | 331.5 | 4.5 | 195.8 | 229.2 | 0.5 | 52510.6 |
| 11 | 514 | 441.4 | 441.4 | 9.0 | 336.0 | 178.0 | 0.3 | 31682.9 |
| 12 | 361 | 397.5 | 397.5 | 6.8 | 450.4 | -89.4 | 0.2 | 7997.2 |
| 13 | 173 | 267.3 | 267.3 | 0.8 | 404.2 | -231.2 | 1.3 | 53467.8 |
| 14 | 222 | 240.8 | 240.8 | -0.3 | 268.2 | -46.2 | 0.2 | 2130.7 |
| 15 | 269 | 257.4 | 257.4 | 0.4 | 240.5 | 28.5 | 0.1 | 813.3 |
| 16 | 189 | 217.0 | 217.0 | -1.4 | 257.7 | -68.7 | 0.4 | 4726.0 |
| 17 | 91 | 141.9 | 141.9 | -4.6 | 215.7 | -124.7 | 1.4 | 15541.4 |

Universitas Indonesia

Lampiran A. Contoh Perhitungan Metode Tradisional (sambungan)

Tabel A.6 Peramalan *Double Exponential Smoothing*(Optimal ARIMA)(sambungan)

| PERIODE | ACTUAL | SMO | LEV | TREN | FITS (Simulated) | RESI (ERROR) | MAPE | MSE |
|---------|--------|-------|-------|------|---------------------|-----------------|------|----------|
| 18 | 339 | 256.7 | 256.7 | 0.6 | 137.3 | 201.7 | 0.6 | 40688.9 |
| 19 | 593 | 456.1 | 456.1 | 9.2 | 257.3 | 335.7 | 0.6 | 112690.5 |
| 20 | 339 | 390.5 | 390.5 | 6.0 | 465.2 | -126.2 | 0.4 | 15937.0 |
| 21 | 254 | 312.1 | 312.1 | 2.3 | 396.5 | -142.5 | 0.6 | 20292.9 |
| 22 | 169 | 228.3 | 228.3 | -1.4 | 314.4 | -145.4 | 0.9 | 21147.0 |
| 23 | 633 | 467.3 | 467.3 | 9.0 | 226.9 | 406.1 | 0.6 | 164910.7 |
| 24 | 449 | 460.1 | 460.1 | 8.3 | 476.3 | -27.3 | 0.1 | 746.3 |
| 25 | 622 | 559.4 | 559.4 | 12.2 | 468.4 | 153.6 | 0.2 | 23585.3 |
| 26 | 297 | 409.0 | 409.0 | 5.2 | 571.6 | -274.6 | 0.9 | 75384.3 |
| 27 | 344 | 372.6 | 372.6 | 3.4 | 414.2 | -70.2 | 0.2 | 4926.4 |
| 28 | 637 | 530.5 | 530.5 | 10.1 | 376.0 | 261.0 | 0.4 | 68110.6 |
| 29 | 293 | 394.0 | 394.0 | 3.7 | 540.6 | -247.6 | 0.8 | 61307.2 |
| 30 | 586 | 509.2 | 509.2 | 8.5 | 397.7 | 188.3 | 0.3 | 35443.3 |
| 31 | 456 | 481.2 | 481.2 | 7.0 | 517.7 | -61.7 | 0.1 | 3812.8 |
| 32 | 261 | 353.7 | 353.7 | 1.2 | 488.2 | -227.2 | 0.9 | 51600.3 |
| 33 | 597 | 498.2 | 498.2 | 7.4 | 354.8 | 242.2 | 0.4 | 58651.2 |
| 34 | 493 | 498.1 | 498.1 | 7.0 | 505.6 | -12.6 | 0.0 | 157.7 |
| 35 | 525 | 516.9 | 516.9 | 7.5 | 505.2 | 19.8 | 0.0 | 393.9 |
| 36 | 190 | 326.4 | 326.4 | -1.0 | 524.4 | -334.4 | 1.8 | 111852.1 |
| 37 | 351 | 340.6 | 340.6 | -0.4 | 325.4 | 25.6 | 0.1 | 654.8 |
| 38 | 392 | 370.9 | 370.9 | 1.0 | 340.2 | 51.8 | 0.1 | 2683.8 |
| 39 | 173 | 254.1 | 254.1 | -4.1 | 371.8 | -198.8 | 1.1 | 39531.8 |
| 40 | 190 | 214.5 | 214.5 | -5.7 | 250.0 | -60.0 | 0.3 | 3597.5 |
| 41 | 373 | 306.0 | 306.0 | -1.5 | 208.8 | 164.2 | 0.4 | 26960.7 |
| 42 | 436 | 382.4 | 382.4 | 1.9 | 304.6 | 131.4 | 0.3 | 17277.5 |
| 43 | 389 | 387.1 | 387.1 | 2.0 | 384.3 | 4.7 | 0.0 | 22.3 |
| 44 | 358 | 370.7 | 370.7 | 1.2 | 389.1 | -31.1 | 0.1 | 967.1 |
| 45 | 396 | | | | 371.9 | 24.1 | 0.1 | 580.2 |
| 46 | 477 | | | | 373.1 | 103.9 | 0.2 | 10786.7 |
| 47 | 287 | | | | 374.4 | -87.4 | 0.3 | 7633.2 |
| 48 | 188 | | | | 375.6 | -187.6 | 1.0 | 35191.9 |
| 49 | 469 | | | | 376.8 | 92.2 | 0.2 | 8496.8 |
| 50 | 469 | | | | 378.1 | 91.0 | 0.2 | 8271.9 |
| 51 | 563 | | | | 379.3 | 183.7 | 0.3 | 33754.1 |
| 52 | 188 | | | | 380.5 | -192.5 | 1.0 | 37057.8 |
| 53 | 557 | | | | 381.7 | 175.3 | 0.3 | 30719.2 |
| 54 | 559 | | | | 383.0 | 176.0 | 0.3 | 30990.8 |
| 55 | 676 | | | | 384.2 | 291.8 | 0.4 | 85155.4 |

Lampiran A. Contoh Perhitungan Metode Tradisional (sambungan)

Tabel A.7 Peramalan *Double Exponential Smoothing* (0.1)

| PERIODE | ACTUAL | SMO | LEV | TREN | FITS (Simulated) | RESI (ERROR) | MAPE | MSE |
|---------|--------|-------|-------|------|---------------------|-----------------|------|----------|
| 1 | 380 | 333.8 | 333.8 | 2.0 | 328.6 | 51.4 | 0.1 | 2638.0 |
| 2 | 461 | 348.3 | 348.3 | 3.3 | 335.8 | 125.2 | 0.3 | 15669.0 |
| 3 | 323 | 348.8 | 348.8 | 3.0 | 351.6 | -28.6 | 0.1 | 820.4 |
| 4 | 155 | 332.1 | 332.1 | 1.0 | 351.8 | -196.8 | 1.3 | 38726.7 |
| 5 | 514 | 351.2 | 351.2 | 2.9 | 333.2 | 180.8 | 0.4 | 32703.8 |
| 6 | 410 | 359.7 | 359.7 | 3.4 | 354.1 | 55.9 | 0.1 | 3125.3 |
| 7 | 322 | 359.0 | 359.0 | 3.0 | 363.1 | -41.1 | 0.1 | 1689.2 |
| 8 | 230 | 348.8 | 348.8 | 1.7 | 362.0 | -132.0 | 0.6 | 17421.9 |
| 9 | 134 | 328.8 | 328.8 | -0.5 | 350.5 | -216.5 | 1.6 | 46861.4 |
| 10 | 425 | 338.0 | 338.0 | 0.5 | 328.3 | 96.7 | 0.2 | 9342.2 |
| 11 | 514 | 356.0 | 356.0 | 2.2 | 338.5 | 175.5 | 0.3 | 30802.0 |
| 12 | 361 | 358.6 | 358.6 | 2.3 | 358.3 | 2.7 | 0.0 | 7.4 |
| 13 | 173 | 342.0 | 342.0 | 0.4 | 360.8 | -187.8 | 1.1 | 35277.1 |
| 14 | 222 | 330.4 | 330.4 | -0.8 | 342.4 | -120.4 | 0.5 | 14502.9 |
| 15 | 269 | 323.5 | 323.5 | -1.4 | 329.6 | -60.6 | 0.2 | 3668.6 |
| 16 | 189 | 308.8 | 308.8 | -2.8 | 322.1 | -133.1 | 0.7 | 17712.9 |
| 17 | 91 | 284.5 | 284.5 | -4.9 | 306.0 | -215.0 | 2.4 | 46237.5 |
| 18 | 339 | 285.6 | 285.6 | -4.3 | 279.6 | 59.4 | 0.2 | 3525.6 |
| 19 | 593 | 312.4 | 312.4 | -1.2 | 281.3 | 311.7 | 0.5 | 97187.4 |
| 20 | 339 | 314.0 | 314.0 | -0.9 | 311.2 | 27.8 | 0.1 | 771.0 |
| 21 | 254 | 307.2 | 307.2 | -1.5 | 313.1 | -59.1 | 0.2 | 3492.5 |
| 22 | 169 | 292.0 | 292.0 | -2.9 | 305.7 | -136.7 | 0.8 | 18682.0 |
| 23 | 633 | 323.5 | 323.5 | 0.6 | 289.1 | 343.9 | 0.5 | 118238.3 |
| 24 | 449 | 336.6 | 336.6 | 1.8 | 324.1 | 124.9 | 0.3 | 15601.5 |
| 25 | 622 | 366.8 | 366.8 | 4.7 | 338.4 | 283.6 | 0.5 | 80428.4 |
| 26 | 297 | 364.0 | 364.0 | 3.9 | 371.4 | -74.4 | 0.3 | 5537.1 |
| 27 | 344 | 365.5 | 365.5 | 3.7 | 367.9 | -23.9 | 0.1 | 570.2 |
| 28 | 637 | 395.9 | 395.9 | 6.3 | 369.2 | 267.8 | 0.4 | 71738.8 |
| 29 | 293 | 391.4 | 391.4 | 5.3 | 402.3 | -109.3 | 0.4 | 11944.5 |
| 30 | 586 | 415.6 | 415.6 | 7.1 | 396.6 | 189.4 | 0.3 | 35866.3 |
| 31 | 456 | 426.0 | 426.0 | 7.5 | 422.7 | 33.3 | 0.1 | 1108.7 |
| 32 | 261 | 416.3 | 416.3 | 5.8 | 433.5 | -172.5 | 0.7 | 29760.7 |
| 33 | 597 | 439.5 | 439.5 | 7.5 | 422.0 | 175.0 | 0.3 | 30618.7 |
| 34 | 493 | 451.6 | 451.6 | 8.0 | 447.0 | 46.0 | 0.1 | 2114.0 |
| 35 | 525 | 466.1 | 466.1 | 8.6 | 459.6 | 65.4 | 0.1 | 4279.1 |
| 36 | 190 | 446.3 | 446.3 | 5.8 | 474.7 | -284.7 | 1.5 | 81080.9 |
| 37 | 351 | 441.9 | 441.9 | 4.8 | 452.0 | -101.0 | 0.3 | 10209.9 |
| 38 | 392 | 441.2 | 441.2 | 4.2 | 446.7 | -54.7 | 0.1 | 2992.3 |

Universitas Indonesia

Lampiran A. Contoh Perhitungan Metode Tradisional (sambungan)

Tabel A.7 Peramalan *Double Exponential Smoothing* (0.1) (sambungan)

| PERIODE | ACTUAL | SMO | LEV | TREN | FITS (Simulated) | RESI (ERROR) | MAPE | MSE |
|---------|--------|-------|-------|------|---------------------|-----------------|------|---------|
| 39 | 173 | 418.2 | 418.2 | 1.5 | 445.4 | -272.4 | 1.6 | 74226.8 |
| 40 | 190 | 396.7 | 396.7 | -0.8 | 419.7 | -229.7 | 1.2 | 52758.4 |
| 41 | 373 | 393.6 | 393.6 | -1.0 | 395.9 | -22.9 | 0.1 | 525.1 |
| 42 | 436 | 396.9 | 396.9 | -0.6 | 392.6 | 43.4 | 0.1 | 1884.5 |
| 43 | 389 | 395.6 | 395.6 | -0.7 | 396.3 | -7.3 | 0.0 | 53.7 |
| 44 | 358 | 391.2 | 391.2 | -1.0 | 394.9 | -36.9 | 0.1 | 1363.2 |
| 45 | 396 | | | | 390.2 | 5.8 | 0.0 | 33.8 |
| 46 | 477 | | | | 389.1 | 87.9 | 0.2 | 7719.4 |
| 47 | 287 | | | | 388.1 | -101.1 | 0.4 | 10220.4 |
| 48 | 188 | | | | 387.1 | -199.1 | 1.1 | 39621.7 |
| 49 | 469 | | | | 386.0 | 83.0 | 0.2 | 6887.7 |
| 50 | 469 | | | | 385.0 | 84.0 | 0.2 | 7062.0 |
| 51 | 563 | | | | 383.9 | 179.1 | 0.3 | 32069.6 |
| 52 | 188 | | | | 382.9 | -194.9 | 1.0 | 37976.7 |
| 53 | 557 | | | | 381.8 | 175.2 | 0.3 | 30684.2 |
| 54 | 559 | | | | 380.8 | 178.2 | 0.3 | 31759.9 |
| 55 | 676 | | | | 379.7 | 296.3 | 0.4 | 87768.2 |

Tabel A.8 Peramalan *Triple Exponential Smoothing* (0.2; Multicative)

| PERIODE | ACTUAL | SMO | LEV | TREN | SEAS | FITS | RESI | MAPE | MSE |
|---------|--------|-------|-------|-------|------|-------|--------|------|---------|
| 1 | 380 | 460.9 | 343.1 | -3.2 | 1.3 | 460.0 | -80.0 | 0.2 | 6394.9 |
| 2 | 461 | 382.2 | 354.6 | -0.3 | 1.2 | 378.6 | 82.4 | 0.2 | 6792.9 |
| 3 | 323 | 333.5 | 352.2 | -0.7 | 0.9 | 333.3 | -10.3 | 0.0 | 105.6 |
| 4 | 155 | 260.9 | 323.0 | -6.4 | 0.7 | 260.4 | -105.4 | 0.3 | 11103.3 |
| 5 | 514 | 321.9 | 356.5 | 1.6 | 1.1 | 315.5 | 198.5 | 0.5 | 39390.3 |
| 6 | 410 | 323.4 | 376.8 | 5.3 | 0.9 | 324.8 | 85.2 | 0.2 | 7260.4 |
| 7 | 322 | 298.4 | 387.0 | 6.3 | 0.8 | 302.6 | 19.4 | 0.1 | 376.3 |
| 8 | 230 | 475.9 | 352.1 | -1.9 | 1.1 | 483.7 | -253.7 | 0.7 | 64348.0 |
| 9 | 134 | 330.7 | 308.7 | -10.2 | 0.8 | 328.9 | -194.9 | 0.5 | 37991.1 |
| 10 | 425 | 283.0 | 331.4 | -3.6 | 1.0 | 273.6 | 151.4 | 0.4 | 22920.4 |
| 11 | 514 | 374.2 | 353.3 | 1.5 | 1.2 | 370.1 | 143.9 | 0.4 | 20709.8 |
| 12 | 361 | 444.0 | 341.2 | -1.2 | 1.2 | 445.9 | -84.9 | 0.2 | 7205.3 |
| 13 | 173 | 392.9 | 302.1 | -8.8 | 1.0 | 391.4 | -218.4 | 0.6 | 47708.2 |
| 14 | 222 | 282.7 | 282.0 | -11.1 | 0.9 | 274.4 | -52.4 | 0.1 | 2747.5 |
| 15 | 269 | 194.2 | 294.9 | -6.3 | 0.7 | 186.6 | 82.4 | 0.2 | 6791.9 |
| 16 | 189 | 320.1 | 265.7 | -10.9 | 1.0 | 313.3 | -124.3 | 0.3 | 15456.2 |
| 17 | 91 | 250.7 | 223.2 | -17.2 | 0.8 | 240.4 | -149.4 | 0.4 | 22321.9 |

Universitas Indonesia

Lampiran A. Contoh Perhitungan Metode Tradisional (sambungan)

Tabel A.8 Peramalan *Triple Exponential Smoothing* (0.2; Multicative)(sambungan)

| PERIODE | ACTUAL | SMO | LEV | TREN | SEAS | FITS | RESI | MAPE | MSE |
|---------|--------|-------|-------|-------|------|-------|--------|------|----------|
| 18 | 339 | 178.5 | 249.5 | -8.5 | 0.9 | 164.7 | 174.3 | 0.5 | 30363.8 |
| 19 | 593 | 278.1 | 299.3 | 3.2 | 1.3 | 268.6 | 324.4 | 0.9 | 105226.3 |
| 20 | 339 | 250.9 | 322.8 | 7.2 | 0.9 | 253.5 | 85.5 | 0.2 | 7304.6 |
| 21 | 254 | 319.6 | 315.4 | 4.3 | 1.0 | 326.8 | -72.8 | 0.2 | 5292.7 |
| 22 | 169 | 376.6 | 284.0 | -2.8 | 1.1 | 381.7 | -212.7 | 0.6 | 45259.6 |
| 23 | 633 | 345.7 | 329.0 | 6.7 | 1.4 | 342.3 | 290.7 | 0.8 | 84532.1 |
| 24 | 449 | 340.7 | 355.3 | 10.6 | 1.1 | 347.6 | 101.4 | 0.3 | 10273.6 |
| 25 | 622 | 321.9 | 430.0 | 23.5 | 1.0 | 331.6 | 290.4 | 0.8 | 84346.7 |
| 26 | 297 | 315.4 | 443.8 | 21.5 | 0.7 | 332.6 | -35.6 | 0.1 | 1265.2 |
| 27 | 344 | 448.6 | 440.3 | 16.5 | 1.0 | 470.3 | -126.3 | 0.3 | 15959.8 |
| 28 | 637 | 368.2 | 517.8 | 28.7 | 0.9 | 382.0 | 255.0 | 0.7 | 65008.7 |
| 29 | 293 | 472.1 | 501.5 | 19.7 | 0.8 | 498.2 | -205.2 | 0.5 | 42120.6 |
| 30 | 586 | 645.8 | 508.0 | 17.1 | 1.3 | 671.2 | -85.2 | 0.2 | 7263.3 |
| 31 | 456 | 447.4 | 523.6 | 16.8 | 0.9 | 462.4 | -6.4 | 0.0 | 41.1 |
| 32 | 261 | 499.0 | 487.1 | 6.1 | 0.9 | 515.0 | -254.0 | 0.7 | 64526.2 |
| 33 | 597 | 523.3 | 505.7 | 8.6 | 1.1 | 529.9 | 67.1 | 0.2 | 4506.0 |
| 34 | 493 | 687.0 | 484.0 | 2.6 | 1.3 | 698.7 | -205.7 | 0.5 | 42307.1 |
| 35 | 525 | 523.3 | 486.4 | 2.5 | 1.1 | 526.1 | -1.1 | 0.0 | 1.2 |
| 36 | 190 | 493.3 | 428.6 | -9.5 | 0.9 | 495.8 | -305.8 | 0.8 | 93532.0 |
| 37 | 351 | 308.8 | 432.7 | -6.8 | 0.7 | 301.9 | 49.1 | 0.1 | 2407.9 |
| 38 | 392 | 417.5 | 421.9 | -7.6 | 1.0 | 410.9 | -18.9 | 0.0 | 356.6 |
| 39 | 173 | 386.1 | 369.3 | -16.6 | 0.8 | 379.1 | -206.1 | 0.5 | 42484.2 |
| 40 | 190 | 312.5 | 327.0 | -21.7 | 0.8 | 298.4 | -108.4 | 0.3 | 11749.9 |
| 41 | 373 | 412.4 | 303.4 | -22.1 | 1.3 | 385.0 | -12.0 | 0.0 | 143.1 |
| 42 | 436 | 266.6 | 324.3 | -13.5 | 1.0 | 247.2 | 188.8 | 0.5 | 35656.4 |
| 43 | 389 | 282.0 | 338.1 | -8.1 | 0.9 | 270.2 | 118.8 | 0.3 | 14106.6 |
| 44 | 358 | 370.4 | 329.4 | -8.2 | 1.1 | 361.6 | -3.6 | 0.0 | 12.6 |
| 45 | 396 | | | | | 414.5 | -18.5 | 0.0 | 341.1 |
| 46 | 477 | | | | | 338.3 | 138.7 | 0.3 | 19244.6 |
| 47 | 287 | | | | | 274.3 | 12.7 | 0.0 | 161.0 |
| 48 | 188 | | | | | 219.1 | -31.1 | 0.2 | 966.6 |
| 49 | 469 | | | | | 276.2 | 192.8 | 0.4 | 37165.7 |
| 50 | 469 | | | | | 231.4 | 237.6 | 0.5 | 56460.9 |
| 51 | 563 | | | | | 215.8 | 347.2 | 0.6 | 120581.9 |
| 52 | 188 | | | | | 331.0 | -143.0 | 0.8 | 20457.0 |
| 53 | 557 | | | | | 248.5 | 308.5 | 0.6 | 95188.9 |
| 54 | 559 | | | | | 229.1 | 329.9 | 0.6 | 108822.1 |
| 55 | 676 | | | | | 261.7 | 414.3 | 0.6 | 171603.9 |

Lampiran A. Contoh Perhitungan Metode Tradisional (sambungan)

Tabel A.9 Peramalan *Triple Exponential Smoothing* (0.1; Multicative)

| PERIODE | ACTUAL | SMO | LEV | TREN | SEAS | FITS | RESI | MAPE | MSE |
|---------|--------|-------|-------|------|------|-------|--------|------|----------|
| 1 | 380 | 460.9 | 349.2 | -1.4 | 1.3 | 460.0 | -80.0 | 0.2 | 6394.9 |
| 2 | 461 | 389.1 | 354.5 | -0.7 | 1.1 | 387.5 | 73.5 | 0.2 | 5398.0 |
| 3 | 323 | 333.4 | 352.7 | -0.8 | 0.9 | 332.7 | -9.7 | 0.0 | 94.1 |
| 4 | 155 | 261.3 | 337.6 | -2.2 | 0.7 | 260.7 | -105.7 | 0.3 | 11170.2 |
| 5 | 514 | 336.5 | 353.4 | -0.4 | 1.0 | 334.2 | 179.8 | 0.5 | 32319.1 |
| 6 | 410 | 320.6 | 362.9 | 0.6 | 0.9 | 320.2 | 89.8 | 0.2 | 8061.2 |
| 7 | 322 | 287.3 | 367.8 | 1.0 | 0.8 | 287.8 | 34.2 | 0.1 | 1170.7 |
| 8 | 230 | 452.2 | 350.6 | -0.8 | 1.2 | 453.4 | -223.4 | 0.6 | 49907.6 |
| 9 | 134 | 329.3 | 329.0 | -2.9 | 0.9 | 328.5 | -194.5 | 0.5 | 37838.4 |
| 10 | 425 | 301.7 | 339.9 | -1.5 | 1.0 | 299.0 | 126.0 | 0.3 | 15872.5 |
| 11 | 514 | 383.7 | 350.0 | -0.4 | 1.2 | 382.0 | 132.0 | 0.3 | 17427.7 |
| 12 | 361 | 445.8 | 343.0 | -1.0 | 1.3 | 445.3 | -84.3 | 0.2 | 7110.9 |
| 13 | 173 | 388.6 | 323.1 | -2.9 | 1.1 | 387.4 | -214.4 | 0.6 | 45969.5 |
| 14 | 222 | 303.1 | 311.8 | -3.8 | 0.9 | 300.3 | -78.3 | 0.2 | 6136.8 |
| 15 | 269 | 222.2 | 315.0 | -3.1 | 0.7 | 219.5 | 49.5 | 0.1 | 2445.7 |
| 16 | 189 | 328.3 | 298.9 | -4.4 | 1.0 | 325.2 | -136.2 | 0.4 | 18538.7 |
| 17 | 91 | 277.8 | 274.9 | -6.3 | 0.9 | 273.7 | -182.7 | 0.5 | 33395.4 |
| 18 | 339 | 220.0 | 284.0 | -4.8 | 0.8 | 214.9 | 124.1 | 0.3 | 15403.8 |
| 19 | 593 | 333.0 | 301.9 | -2.5 | 1.3 | 327.4 | 265.6 | 0.7 | 70559.3 |
| 20 | 339 | 267.5 | 307.7 | -1.7 | 0.9 | 265.3 | 73.7 | 0.2 | 5428.6 |
| 21 | 254 | 292.4 | 302.2 | -2.1 | 0.9 | 290.8 | -36.8 | 0.1 | 1355.6 |
| 22 | 169 | 351.4 | 284.6 | -3.6 | 1.1 | 349.0 | -180.0 | 0.5 | 32404.0 |
| 23 | 633 | 356.2 | 303.5 | -1.4 | 1.3 | 351.7 | 281.3 | 0.7 | 79146.6 |
| 24 | 449 | 325.6 | 313.8 | -0.2 | 1.1 | 324.2 | 124.8 | 0.3 | 15583.5 |
| 25 | 622 | 287.2 | 350.1 | 3.5 | 1.0 | 287.0 | 335.0 | 0.9 | 112202.9 |
| 26 | 297 | 254.5 | 359.1 | 4.0 | 0.7 | 257.0 | 40.0 | 0.1 | 1601.4 |
| 27 | 344 | 359.6 | 361.1 | 3.8 | 1.0 | 363.6 | -19.6 | 0.1 | 383.6 |
| 28 | 637 | 314.1 | 401.7 | 7.5 | 0.9 | 317.4 | 319.6 | 0.8 | 102165.9 |
| 29 | 293 | 337.3 | 403.2 | 6.9 | 0.8 | 343.5 | -50.5 | 0.1 | 2554.4 |
| 30 | 586 | 504.5 | 415.9 | 7.5 | 1.3 | 513.2 | 72.8 | 0.2 | 5305.4 |
| 31 | 456 | 377.5 | 431.2 | 8.3 | 0.9 | 384.3 | 71.7 | 0.2 | 5146.1 |
| 32 | 261 | 405.1 | 423.3 | 6.6 | 0.9 | 412.8 | -151.8 | 0.4 | 23047.5 |
| 33 | 597 | 468.2 | 441.0 | 7.7 | 1.1 | 475.6 | 121.4 | 0.3 | 14743.3 |
| 34 | 493 | 588.6 | 440.8 | 6.9 | 1.3 | 599.0 | -106.0 | 0.3 | 11226.5 |
| 35 | 525 | 488.7 | 450.3 | 7.2 | 1.1 | 496.4 | 28.6 | 0.1 | 818.0 |
| 36 | 190 | 451.0 | 430.7 | 4.5 | 0.9 | 458.2 | -268.2 | 0.7 | 71920.5 |
| 37 | 351 | 317.3 | 439.3 | 4.9 | 0.7 | 320.7 | 30.3 | 0.1 | 919.6 |
| 38 | 392 | 437.8 | 439.2 | 4.4 | 1.0 | 442.7 | -50.7 | 0.1 | 2570.0 |

Lampiran A. Contoh Perhitungan Metode Tradisional (lanjutan)

Tabel A.9 Peramalan *Triple Exponential Smoothing* (0.1; Multicative)(sambungan)

| PERIODE | ACTUAL | SMO | LEV | TREN | SEAS | FITS | RESI | MAPE | MSE |
|---------|--------|-------|-------|------|------|-------|--------|------|----------|
| 39 | 173 | 413.4 | 417.6 | 1.8 | 0.9 | 417.5 | -244.5 | 0.6 | 59795.9 |
| 40 | 190 | 345.9 | 400.5 | -0.1 | 0.8 | 347.4 | -157.4 | 0.4 | 24782.3 |
| 41 | 373 | 507.5 | 389.8 | -1.1 | 1.2 | 507.4 | -134.4 | 0.4 | 18052.3 |
| 42 | 436 | 359.6 | 397.0 | -0.3 | 0.9 | 358.6 | 77.4 | 0.2 | 5993.1 |
| 43 | 389 | 360.1 | 400.0 | 0.0 | 0.9 | 359.8 | 29.2 | 0.1 | 850.1 |
| 44 | 358 | 452.3 | 391.6 | -0.8 | 1.1 | 452.3 | -94.3 | 0.2 | 8894.8 |
| 45 | 396 | | | | | 414.5 | -18.5 | 0.0 | 341.1 |
| 46 | 477 | | | | | 338.3 | 138.7 | 0.3 | 19244.6 |
| 47 | 287 | | | | | 274.3 | 12.7 | 0.0 | 161.0 |
| 48 | 188 | | | | | 219.1 | -31.1 | 0.2 | 966.6 |
| 49 | 469 | | | | | 276.2 | 192.8 | 0.4 | 37165.7 |
| 50 | 469 | | | | | 231.4 | 237.6 | 0.5 | 56460.9 |
| 51 | 563 | | | | | 215.8 | 347.2 | 0.6 | 120581.9 |
| 52 | 188 | | | | | 331.0 | -143.0 | 0.8 | 20457.0 |
| 53 | 557 | | | | | 248.5 | 308.5 | 0.6 | 95188.9 |
| 54 | 559 | | | | | 229.1 | 329.9 | 0.6 | 108822.1 |
| 55 | 676 | | | | | 261.7 | 414.3 | 0.6 | 171603.9 |

Tabel A.10 Peramalan *Triple Exponential Smoothing* (0.2; Additive)

| PERIODE | ACTUAL | SMO | LEV | TREN | SEAS | FITS | RESI | MAPE | MSE |
|---------|--------|-------|-------|-------|--------|-------|--------|------|---------|
| 1 | 380 | 469.0 | 337.8 | -4.3 | 98.7 | 468.2 | -88.2 | 0.2 | 7778.5 |
| 2 | 461 | 384.3 | 349.7 | -1.0 | 59.5 | 380.0 | 81.0 | 0.2 | 6562.6 |
| 3 | 323 | 331.9 | 347.1 | -1.4 | -19.0 | 330.9 | -7.9 | 0.0 | 61.9 |
| 4 | 155 | 256.5 | 325.7 | -5.4 | -106.6 | 255.2 | -100.2 | 0.3 | 10030.2 |
| 5 | 514 | 325.3 | 359.1 | 2.4 | 30.7 | 320.0 | 194.0 | 0.5 | 37646.5 |
| 6 | 410 | 325.2 | 378.0 | 5.7 | -20.7 | 327.6 | 82.4 | 0.2 | 6782.8 |
| 7 | 322 | 300.8 | 386.8 | 6.3 | -74.7 | 306.5 | 15.5 | 0.0 | 239.6 |
| 8 | 230 | 467.6 | 344.3 | -3.4 | 41.8 | 473.9 | -243.9 | 0.6 | 59484.8 |
| 9 | 134 | 319.3 | 304.5 | -10.7 | -54.1 | 315.9 | -181.9 | 0.5 | 33082.9 |
| 10 | 425 | 269.0 | 327.1 | -4.0 | -8.8 | 258.3 | 166.7 | 0.4 | 27803.9 |
| 11 | 514 | 367.3 | 353.2 | 2.0 | 64.3 | 363.3 | 150.7 | 0.4 | 22719.5 |
| 12 | 361 | 451.9 | 336.6 | -1.7 | 83.8 | 453.9 | -92.9 | 0.2 | 8627.1 |
| 13 | 173 | 396.1 | 290.6 | -10.6 | 24.0 | 394.4 | -221.4 | 0.6 | 48999.4 |
| 14 | 222 | 271.6 | 272.2 | -12.1 | -25.3 | 261.0 | -39.0 | 0.1 | 1520.3 |
| 15 | 269 | 165.6 | 283.2 | -7.5 | -88.1 | 153.5 | 115.5 | 0.3 | 13341.9 |
| 16 | 189 | 313.9 | 252.2 | -12.2 | 11.9 | 306.3 | -117.3 | 0.3 | 13770.8 |
| 17 | 91 | 231.5 | 214.3 | -17.4 | -41.2 | 219.3 | -128.3 | 0.3 | 16449.1 |
| 18 | 339 | 139.6 | 240.3 | -8.7 | -40.0 | 122.3 | 216.7 | 0.6 | 46974.5 |

Universitas Indonesia

Lampiran A. Contoh Perhitungan Metode Tradisional (sambungan)

Tabel A.10 Peramalan *Triple Exponential Smoothing* (0.2; Additive) (sambungan)

| PERIODE | ACTUAL | SMO | LEV | TREN | SEAS | FITS | RESI | MAPE | MSE |
|---------|--------|-------|-------|-------|-------|-------|--------|------|----------|
| 19 | 593 | 282.1 | 295.5 | 4.1 | 92.9 | 273.4 | 319.6 | 0.8 | 102148.6 |
| 20 | 339 | 241.5 | 318.3 | 7.8 | -39.1 | 245.6 | 93.4 | 0.2 | 8732.7 |
| 21 | 254 | 309.5 | 313.5 | 5.3 | -19.0 | 317.3 | -63.3 | 0.2 | 4010.1 |
| 22 | 169 | 377.8 | 276.0 | -3.3 | 30.0 | 383.1 | -214.1 | 0.6 | 45846.5 |
| 23 | 633 | 359.8 | 328.0 | 7.8 | 128.0 | 356.5 | 276.5 | 0.7 | 76428.5 |
| 24 | 449 | 352.1 | 353.6 | 11.4 | 38.3 | 359.9 | 89.1 | 0.2 | 7945.0 |
| 25 | 622 | 328.4 | 421.5 | 22.7 | 19.9 | 339.7 | 282.3 | 0.7 | 79676.4 |
| 26 | 297 | 333.4 | 432.3 | 20.3 | -97.6 | 356.0 | -59.0 | 0.2 | 3481.9 |
| 27 | 344 | 444.2 | 428.5 | 15.5 | -7.4 | 464.5 | -120.5 | 0.3 | 14527.0 |
| 28 | 637 | 387.3 | 490.8 | 24.8 | -3.8 | 402.7 | 234.3 | 0.6 | 54873.5 |
| 29 | 293 | 450.8 | 479.1 | 17.5 | -69.2 | 475.7 | -182.7 | 0.5 | 33363.2 |
| 30 | 586 | 572.1 | 496.0 | 17.4 | 92.3 | 589.6 | -3.6 | 0.0 | 12.9 |
| 31 | 456 | 456.8 | 509.7 | 16.7 | -42.1 | 474.2 | -18.2 | 0.0 | 331.7 |
| 32 | 261 | 490.7 | 477.1 | 6.8 | -58.4 | 507.4 | -246.4 | 0.6 | 60712.5 |
| 33 | 597 | 507.1 | 500.5 | 10.1 | 43.3 | 514.0 | 83.0 | 0.2 | 6896.5 |
| 34 | 493 | 628.6 | 481.5 | 4.3 | 104.7 | 638.7 | -145.7 | 0.4 | 21227.0 |
| 35 | 525 | 519.8 | 486.0 | 4.3 | 38.4 | 524.1 | 0.9 | 0.0 | 0.8 |
| 36 | 190 | 505.9 | 426.3 | -8.5 | -31.4 | 510.2 | -320.2 | 0.8 | 102534.4 |
| 37 | 351 | 328.7 | 424.0 | -7.2 | -92.6 | 320.3 | 30.7 | 0.1 | 944.8 |
| 38 | 392 | 416.6 | 413.3 | -7.9 | -10.1 | 409.4 | -17.4 | 0.0 | 301.1 |
| 39 | 173 | 409.5 | 359.6 | -17.1 | -40.3 | 401.6 | -228.6 | 0.6 | 52242.4 |
| 40 | 190 | 290.4 | 325.9 | -20.4 | -82.6 | 273.3 | -83.3 | 0.2 | 6936.1 |
| 41 | 373 | 418.2 | 300.5 | -21.4 | 88.4 | 397.8 | -24.8 | 0.1 | 614.7 |
| 42 | 436 | 258.4 | 318.9 | -13.4 | -10.2 | 237.0 | 199.0 | 0.5 | 39582.7 |
| 43 | 389 | 260.5 | 333.8 | -7.8 | -35.7 | 247.0 | 142.0 | 0.4 | 20150.7 |
| 44 | 358 | 377.2 | 323.8 | -8.2 | 41.5 | 369.4 | -11.4 | 0.0 | 130.2 |
| 45 | 396 | | | | | 420.3 | -24.3 | 0.1 | 591.0 |
| 46 | 477 | | | | | 345.8 | 131.2 | 0.3 | 17212.9 |
| 47 | 287 | | | | | 267.8 | 19.2 | 0.1 | 369.3 |
| 48 | 188 | | | | | 198.3 | -10.3 | 0.1 | 105.7 |
| 49 | 469 | | | | | 272.5 | 196.5 | 0.4 | 38593.8 |
| 50 | 469 | | | | | 234.2 | 234.8 | 0.5 | 55154.1 |
| 51 | 563 | | | | | 183.7 | 379.3 | 0.7 | 143881.4 |
| 52 | 188 | | | | | 346.4 | -158.4 | 0.8 | 25089.6 |
| 53 | 557 | | | | | 239.6 | 317.4 | 0.6 | 100751.0 |
| 54 | 559 | | | | | 205.9 | 353.1 | 0.6 | 124680.3 |
| 55 | 676 | | | | | 274.9 | 401.1 | 0.6 | 160898.9 |

Lampiran A. Contoh Perhitungan Metode Tradisional (sambungan)

Tabel A.11 Peramalan *Triple Exponential Smoothing* (0.1; Additive)

| PERIODE | ACTUAL | LEV | TREN | SEAS | FITS | RESI | MAPE | MSE |
|---------|--------|--------|-------|--------|--------|---------|------|-----------|
| 1 | 380 | 346.59 | -1.64 | 104.85 | 468.20 | -88.20 | 0.23 | 7778.53 |
| 2 | 461 | 351.91 | -0.94 | 52.76 | 391.46 | 69.54 | 0.18 | 4836.37 |
| 3 | 323 | 349.95 | -1.04 | -18.70 | 333.18 | -10.18 | 0.03 | 103.71 |
| 4 | 155 | 338.57 | -2.08 | -99.87 | 258.34 | -103.34 | 0.27 | 10678.74 |
| 5 | 514 | 354.28 | -0.30 | 15.66 | 336.14 | 177.86 | 0.47 | 31633.11 |
| 6 | 410 | 362.97 | 0.60 | -25.80 | 320.10 | 89.90 | 0.24 | 8082.73 |
| 7 | 322 | 367.13 | 0.96 | -73.97 | 286.40 | 35.60 | 0.09 | 1267.15 |
| 8 | 230 | 346.20 | -1.23 | 61.09 | 448.89 | -218.89 | 0.58 | 47911.08 |
| 9 | 134 | 326.37 | -3.09 | -41.73 | 319.98 | -185.98 | 0.49 | 34588.93 |
| 10 | 425 | 337.01 | -1.72 | -23.17 | 287.76 | 137.24 | 0.36 | 18835.64 |
| 11 | 514 | 349.14 | -0.33 | 52.66 | 375.48 | 138.52 | 0.36 | 19188.62 |
| 12 | 361 | 339.54 | -1.26 | 96.51 | 453.66 | -92.66 | 0.24 | 8584.95 |
| 13 | 173 | 316.48 | -3.44 | 33.14 | 391.04 | -218.04 | 0.57 | 47542.31 |
| 14 | 222 | 305.80 | -4.16 | -25.21 | 294.34 | -72.34 | 0.19 | 5232.50 |
| 15 | 269 | 308.36 | -3.49 | -93.82 | 201.77 | 67.23 | 0.18 | 4519.87 |
| 16 | 189 | 291.72 | -4.81 | 3.82 | 320.52 | -131.52 | 0.35 | 17298.56 |
| 17 | 91 | 269.90 | -6.51 | -41.11 | 261.11 | -170.11 | 0.45 | 28938.77 |
| 18 | 339 | 278.35 | -5.01 | -60.51 | 189.42 | 149.58 | 0.39 | 22373.58 |
| 19 | 593 | 299.19 | -2.43 | 84.37 | 334.43 | 258.57 | 0.68 | 66858.44 |
| 20 | 339 | 305.16 | -1.59 | -34.17 | 255.04 | 83.96 | 0.22 | 7049.79 |
| 21 | 254 | 300.94 | -1.85 | -25.55 | 280.40 | -26.40 | 0.07 | 697.01 |
| 22 | 169 | 280.81 | -3.68 | 36.21 | 351.74 | -182.74 | 0.48 | 33394.27 |
| 23 | 633 | 303.07 | -1.08 | 119.85 | 373.64 | 259.36 | 0.68 | 67266.57 |
| 24 | 449 | 313.37 | 0.05 | 43.39 | 335.12 | 113.88 | 0.30 | 12968.65 |
| 25 | 622 | 346.80 | 3.39 | 4.83 | 288.22 | 333.79 | 0.88 | 111412.43 |
| 26 | 297 | 354.26 | 3.80 | -90.16 | 256.38 | 40.62 | 0.11 | 1650.15 |
| 27 | 344 | 356.27 | 3.62 | 2.21 | 361.87 | -17.87 | 0.05 | 319.44 |
| 28 | 637 | 391.71 | 6.80 | -12.47 | 318.78 | 318.22 | 0.84 | 101263.33 |
| 29 | 293 | 394.01 | 6.35 | -64.56 | 338.00 | -45.00 | 0.12 | 2025.36 |
| 30 | 586 | 410.49 | 7.36 | 93.48 | 484.73 | 101.27 | 0.27 | 10256.22 |
| 31 | 456 | 425.08 | 8.09 | -27.66 | 383.68 | 72.32 | 0.19 | 5230.18 |
| 32 | 261 | 418.51 | 6.62 | -38.75 | 407.62 | -146.62 | 0.39 | 21498.01 |
| 33 | 597 | 438.70 | 7.98 | 48.42 | 461.34 | 135.66 | 0.36 | 18403.36 |
| 34 | 493 | 439.32 | 7.24 | 113.24 | 566.53 | -73.53 | 0.19 | 5406.22 |
| 35 | 525 | 450.07 | 7.59 | 46.54 | 489.95 | 35.05 | 0.09 | 1228.43 |
| 36 | 190 | 430.41 | 4.87 | -19.69 | 462.49 | -272.49 | 0.72 | 74252.44 |
| 37 | 351 | 435.87 | 4.93 | -89.63 | 345.12 | 5.88 | 0.02 | 34.57 |
| 38 | 392 | 435.70 | 4.42 | -2.38 | 443.01 | -51.01 | 0.13 | 2601.51 |
| 39 | 173 | 414.65 | 1.87 | -35.38 | 427.65 | -254.65 | 0.67 | 64844.59 |

Universitas Indonesia

Lampiran A. Contoh Perhitungan Metode Tradisional (sambungan)

Tabel A.11 Peramalan *Triple Exponential Smoothing* (0.1; Additive) (sambungan)

| PERIODE | ACTUAL | LEV | TREN | SEAS | FITS | RESI | MAPE | MSE |
|---------|--------|--------|-------|--------|--------|---------|------|----------|
| 40 | 190 | 400.32 | 0.25 | -79.13 | 351.96 | -161.96 | 0.43 | 26231.37 |
| 41 | 373 | 388.47 | -0.96 | 82.59 | 494.05 | -121.05 | 0.32 | 14653.59 |
| 42 | 436 | 395.12 | -0.20 | -20.81 | 359.84 | 76.16 | 0.20 | 5799.89 |
| 43 | 389 | 398.21 | 0.13 | -35.79 | 356.18 | 32.82 | 0.09 | 1077.22 |
| 44 | 358 | 389.46 | -0.76 | 40.43 | 446.76 | -88.76 | 0.23 | 7877.63 |
| 45 | 396 | | | | 501.94 | -105.94 | 0.27 | 11222.86 |
| 46 | 477 | | | | 434.49 | 42.51 | 0.09 | 1807.36 |
| 47 | 287 | | | | 367.50 | -80.50 | 0.28 | 6479.45 |
| 48 | 188 | | | | 296.80 | -108.80 | 0.58 | 11837.22 |
| 49 | 469 | | | | 383.29 | 85.71 | 0.18 | 7345.86 |
| 50 | 469 | | | | 349.53 | 119.47 | 0.25 | 14272.84 |
| 51 | 563 | | | | 305.03 | 257.98 | 0.46 | 66551.10 |
| 52 | 188 | | | | 465.99 | -277.99 | 1.48 | 77275.66 |
| 53 | 557 | | | | 361.83 | 195.17 | 0.35 | 38090.16 |
| 54 | 559 | | | | 346.09 | 212.91 | 0.38 | 45329.39 |
| 55 | 676 | | | | 421.56 | 254.44 | 0.38 | 64740.73 |

Pada pengolahan data dengan metode *seasonal trend* yang terbagi menjadi *multiplicative* dan *additive*. Dimana terdapat perbedaan pada tahapan pengolahan data.

Berikut ini merupakan tahapan pengolahan data pada metode *seasonal trend* dengan menggunakan prinsip *multiplicative*.

- Membagi data yang ada menjadi empat *cycle*
- Mencari index dari setiap periode pada *cycle*.

Tabel A.12 *Index* pada setiap *cycle*

| Periode | Cycle1 | Cycle2 | Cycle3 | Cycle4 | Average | index |
|---------|--------|--------|--------|--------|---------|---------|
| 1 | 380 | 361 | 633 | 493 | 466.75 | 1.29066 |
| 2 | 461 | 173 | 449 | 525 | 402 | 1.11161 |
| 3 | 323 | 222 | 622 | 190 | 339.25 | 0.9381 |
| 4 | 155 | 269 | 297 | 351 | 268 | 0.74108 |
| 5 | 514 | 189 | 344 | 392 | 359.75 | 0.99478 |
| 6 | 410 | 91 | 637 | 173 | 327.75 | 0.9063 |
| 7 | 322 | 339 | 293 | 190 | 286 | 0.79085 |
| 8 | 230 | 593 | 586 | 373 | 445.5 | 1.2319 |
| 9 | 134 | 339 | 456 | 436 | 341.25 | 0.94363 |
| 10 | 425 | 254 | 261 | 389 | 332.25 | 0.91874 |

Lampiran A. Contoh Perhitungan Metode Tradisional (sambungan)Tabel A.12 *Index* pada setiap *cycle* (sambungan)

| | | | | | | |
|-------------|-----|-----|-----|-----|----------|---------|
| 11 | 514 | 169 | 597 | 358 | 409.5 | 1.13235 |
| Average All | | | | | 361.6364 | |

- Mencari persamaan *trend* pada data
- Meramalkan penjualan untuk sebelas periode kedepan

Tabel A.13 Perhitungan Simulasi *Seasonal Trend*

| PERIODE | SEASONAL INDEX | DESEAS | SIMULATION | TREND | FORECAST |
|---------|----------------|--------|------------|--------|----------|
| 1 | 380 | 1.29 | 294.42 | 327.39 | 422.54 |
| 2 | 461 | 1.11 | 414.71 | 328.98 | 365.70 |
| 3 | 323 | 0.94 | 344.31 | 330.57 | 310.11 |
| 4 | 155 | 0.74 | 209.16 | 332.16 | 246.16 |
| 5 | 514 | 0.99 | 516.70 | 333.76 | 332.02 |
| 6 | 410 | 0.91 | 452.39 | 335.35 | 303.93 |
| 7 | 322 | 0.79 | 407.16 | 336.94 | 266.47 |
| 8 | 230 | 1.23 | 186.70 | 338.54 | 417.04 |
| 9 | 134 | 0.94 | 142.01 | 340.13 | 320.96 |
| 10 | 425 | 0.92 | 462.59 | 341.72 | 313.95 |
| 11 | 514 | 1.13 | 453.92 | 343.32 | 388.75 |
| 12 | 361 | 1.29 | 279.70 | 344.91 | 445.16 |
| 13 | 173 | 1.11 | 155.63 | 346.50 | 385.18 |
| 14 | 222 | 0.94 | 236.65 | 348.10 | 326.55 |
| 15 | 269 | 0.74 | 362.99 | 349.69 | 259.15 |
| 16 | 189 | 0.99 | 189.99 | 351.28 | 349.45 |
| 17 | 91 | 0.91 | 100.41 | 352.87 | 319.81 |
| 18 | 339 | 0.79 | 428.65 | 354.47 | 280.33 |
| 19 | 593 | 1.23 | 481.37 | 356.06 | 438.63 |
| 20 | 339 | 0.94 | 359.25 | 357.65 | 337.49 |
| 21 | 254 | 0.92 | 276.47 | 359.25 | 330.05 |
| 22 | 169 | 1.13 | 149.25 | 360.84 | 408.60 |
| 23 | 633 | 1.29 | 490.45 | 362.43 | 467.78 |
| 24 | 449 | 1.11 | 403.92 | 364.03 | 404.66 |
| 25 | 622 | 0.94 | 663.04 | 365.62 | 342.99 |
| 26 | 297 | 0.74 | 400.77 | 367.21 | 272.13 |
| 27 | 344 | 0.99 | 345.80 | 368.81 | 366.88 |
| 28 | 637 | 0.91 | 702.86 | 370.40 | 335.69 |
| 29 | 293 | 0.79 | 370.49 | 371.99 | 294.19 |
| 30 | 586 | 1.23 | 475.69 | 373.58 | 460.22 |
| 31 | 456 | 0.94 | 483.24 | 375.18 | 354.03 |
| 32 | 261 | 0.92 | 284.08 | 376.77 | 346.15 |

Lampiran A. Contoh Perhitungan Metode Tradisional (sambungan)

Tabel A.13 Perhitungan Simulasi *Seasonal Trend* (sambungan)

| PERIODE | SEASONAL INDEX | DESEAS | SIMULATION | TREND | FORECAST |
|-----------|----------------|---------|------------|--------|----------|
| 33 | 597 | 1.13 | 527.22 | 378.36 | 428.44 |
| 34 | 493 | 1.29 | 381.97 | 379.96 | 490.40 |
| 35 | 525 | 1.11 | 472.29 | 381.55 | 424.14 |
| 36 | 190 | 0.94 | 202.54 | 383.14 | 359.43 |
| 37 | 351 | 0.74 | 473.64 | 384.74 | 285.12 |
| 38 | 392 | 0.99 | 394.06 | 386.33 | 384.31 |
| 39 | 173 | 0.91 | 190.89 | 387.92 | 351.57 |
| 40 | 190 | 0.79 | 240.25 | 389.52 | 308.05 |
| 41 | 373 | 1.23 | 302.78 | 391.11 | 481.81 |
| 42 | 436 | 0.94 | 462.05 | 392.70 | 370.56 |
| 43 | 389 | 0.92 | 423.41 | 394.29 | 362.25 |
| 44 | 358 | 1.13 | 316.16 | 395.89 | 448.28 |
| intercept | | 325.792 | Slope | | 1.59307 |

Tabel A.14 Hasil Peramalan dengan *Multicative Seasonal Trend*

| PERIOD | SEAS INDEX | DESEAS | SIM | TREND | FCST | ERROR | MAPE | MSE |
|--------|------------|--------|-------|-------|-------|--------|------|---------|
| 45 | 396 | 1.3 | 602.4 | 397.5 | 513.0 | -117.0 | 0.3 | 13691.9 |
| 46 | 477 | 1.1 | 446.9 | 399.1 | 443.6 | 33.4 | 0.1 | 1114.5 |
| 47 | 287 | 0.9 | 318.2 | 400.7 | 375.9 | -88.9 | 0.3 | 7896.8 |
| 48 | 188 | 0.7 | 198.6 | 402.3 | 298.1 | -110.1 | 0.6 | 12123.1 |
| 49 | 469 | 1.0 | 357.9 | 403.9 | 401.7 | 67.3 | 0.1 | 4523.1 |
| 50 | 469 | 0.9 | 297.0 | 405.4 | 367.5 | 101.5 | 0.2 | 10311.5 |
| 51 | 563 | 0.8 | 226.2 | 407.0 | 321.9 | 241.1 | 0.4 | 58126.1 |
| 52 | 188 | 1.2 | 548.8 | 408.6 | 503.4 | -315.4 | 1.7 | 99473.3 |
| 53 | 557 | 0.9 | 322.0 | 410.2 | 387.1 | 169.9 | 0.3 | 28866.2 |
| 54 | 559 | 0.9 | 305.3 | 411.8 | 378.4 | 180.6 | 0.3 | 32633.0 |
| 55 | 676 | 1.1 | 463.7 | 413.4 | 468.1 | 207.9 | 0.3 | 43211.1 |

Pada pengolahan data metode *seasonal trend* dengan menerapkan metode *additive*, maka terjadi perbedaan pada perhitungan index. Berikut ini merupakan tahapan pengolahan data *seasonal trend* dengan metode *additive*:

- Mencari persamaan model *trend* yang digunakan untuk mencari simulasi angka
- Menghitung index pada setiap periode dengan simulasi yang telah diperoleh
- Membagi data menjadi empat *cycle*.
- Menghitung index rata-rata pada setiap periode

Lampiran A. Contoh Perhitungan Metode Tradisional (sambungan)

- Mencari simulasi kedua dengan menggunakan index yang telah diperoleh
- Mencari persamaan model *trend* kedua
- Meramalkan penjualan sebelas periode kedepan dengan menggunakan index dan simulasi model *trend* kedua.

Tabel A.15 Index pada setiap periode

| Periode | Sea period | Sales | LF | Index | | |
|---------|------------|-------|--------|-------|-----|------|
| 1 | 1 | 380 | 328.64 | 1.16 | i1 | 1.31 |
| 2 | 2 | 461 | 330.17 | 1.40 | i2 | 1.13 |
| 3 | 3 | 323 | 331.71 | 0.97 | i3 | 0.95 |
| 4 | 4 | 155 | 333.24 | 0.47 | i4 | 0.74 |
| 5 | 5 | 514 | 334.78 | 1.54 | i5 | 1.01 |
| 6 | 6 | 410 | 336.31 | 1.22 | i6 | 0.91 |
| 7 | 7 | 322 | 337.85 | 0.95 | i7 | 0.80 |
| 8 | 8 | 230 | 339.38 | 0.68 | i8 | 1.22 |
| 9 | 9 | 134 | 340.92 | 0.39 | i9 | 0.92 |
| 10 | 10 | 425 | 342.45 | 1.24 | i10 | 0.91 |
| 11 | 11 | 514 | 343.99 | 1.49 | i11 | 1.11 |
| 12 | 1 | 361 | 345.52 | 1.04 | | |
| 13 | 2 | 173 | 347.06 | 0.50 | | |
| 14 | 3 | 222 | 348.59 | 0.64 | | |
| 15 | 4 | 269 | 350.13 | 0.77 | | |
| 16 | 5 | 189 | 351.66 | 0.54 | | |
| 17 | 6 | 91 | 353.20 | 0.26 | | |
| 18 | 7 | 339 | 354.73 | 0.96 | | |
| 19 | 8 | 593 | 356.26 | 1.66 | | |
| 20 | 9 | 339 | 357.80 | 0.95 | | |
| 21 | 10 | 254 | 359.33 | 0.71 | | |
| 22 | 11 | 169 | 360.87 | 0.47 | | |
| 23 | 1 | 633 | 362.40 | 1.75 | | |
| 24 | 2 | 449 | 363.94 | 1.23 | | |
| 25 | 3 | 622 | 365.47 | 1.70 | | |
| 26 | 4 | 297 | 367.01 | 0.81 | | |
| 27 | 5 | 344 | 368.54 | 0.93 | | |
| 28 | 6 | 637 | 370.08 | 1.72 | | |
| 29 | 7 | 293 | 371.61 | 0.79 | | |
| 30 | 8 | 586 | 373.15 | 1.57 | | |
| 31 | 9 | 456 | 374.68 | 1.22 | | |
| 32 | 10 | 261 | 376.22 | 0.69 | | |
| 33 | 11 | 597 | 377.75 | 1.58 | | |
| 34 | 1 | 493 | 379.29 | 1.30 | | |

Lampiran A. Contoh Perhitungan Metode Tradisional (sambungan)

Tabel A.15 Index pada setiap periode (sambungan)

| Periode | Sea period | Sales | LF | Index |
|---------|------------|-------|--------|-------|
| 35 | 2 | 525 | 380.82 | 1.38 |
| 36 | 3 | 190 | 382.36 | 0.50 |
| 37 | 4 | 351 | 383.89 | 0.91 |
| 38 | 5 | 392 | 385.42 | 1.02 |
| 39 | 6 | 173 | 386.96 | 0.45 |
| 40 | 7 | 190 | 388.49 | 0.49 |
| 41 | 8 | 373 | 390.03 | 0.96 |
| 42 | 9 | 436 | 391.56 | 1.11 |
| 43 | 10 | 389 | 393.10 | 0.99 |
| 44 | 11 | 358 | 394.63 | 0.91 |

Intercept: 327.105

Slope: 1.535

Tabel A.16 Perhitungan Simulasi *Seasonal Trend*

| periode | SEA INDEX | deseas | simulation | LF | Forcast |
|---------|-----------|--------|------------|--------|---------|
| 1 | 380 | 1.31 | 289.66 | 325.19 | 426.61 |
| 2 | 461 | 1.13 | 409.14 | 326.89 | 368.33 |
| 3 | 323 | 0.95 | 339.16 | 328.59 | 312.94 |
| 4 | 155 | 0.74 | 209.67 | 330.29 | 244.17 |
| 5 | 514 | 1.01 | 511.03 | 332.00 | 333.93 |
| 6 | 410 | 0.91 | 449.92 | 333.70 | 304.09 |
| 7 | 322 | 0.80 | 404.23 | 335.40 | 267.17 |
| 8 | 230 | 1.22 | 188.95 | 337.10 | 410.33 |
| 9 | 134 | 0.92 | 146.01 | 338.80 | 310.94 |
| 10 | 425 | 0.91 | 468.16 | 340.51 | 309.11 |
| 11 | 514 | 1.11 | 462.01 | 342.21 | 380.72 |
| 12 | 361 | 1.31 | 275.18 | 343.91 | 451.17 |
| 13 | 173 | 1.13 | 153.54 | 345.61 | 389.42 |
| 14 | 222 | 0.95 | 233.11 | 347.31 | 330.77 |
| 15 | 269 | 0.74 | 363.88 | 349.02 | 258.01 |
| 16 | 189 | 1.01 | 187.91 | 350.72 | 352.76 |
| 17 | 91 | 0.91 | 99.86 | 352.42 | 321.15 |
| 18 | 339 | 0.80 | 425.58 | 354.12 | 282.08 |
| 19 | 593 | 1.22 | 487.17 | 355.82 | 433.12 |
| 20 | 339 | 0.92 | 369.38 | 357.53 | 328.12 |
| 21 | 254 | 0.91 | 279.79 | 359.23 | 326.11 |
| 22 | 169 | 1.11 | 151.91 | 360.93 | 401.55 |
| 23 | 633 | 1.31 | 482.51 | 362.63 | 475.73 |
| 24 | 449 | 1.13 | 398.49 | 364.33 | 410.52 |
| 25 | 622 | 0.95 | 653.12 | 366.03 | 348.59 |

Lampiran A. Contoh Perhitungan Metode Tradisional (sambungan)

Tabel A.16 Perhitungan Simulasi *Seasonal Trend* (sambungan)

| periode | SEA INDEX | deseas | simulation | LF | Forcast |
|---------|-----------|--------|------------|--------|---------|
| 26 | 297 | 0.74 | 401.76 | 367.74 | 271.85 |
| 27 | 344 | 1.01 | 342.01 | 369.44 | 371.59 |
| 28 | 637 | 0.91 | 699.02 | 371.14 | 338.21 |
| 29 | 293 | 0.80 | 367.83 | 372.84 | 296.99 |
| 30 | 586 | 1.22 | 481.42 | 374.54 | 455.91 |
| 31 | 456 | 0.92 | 496.86 | 376.25 | 345.30 |
| 32 | 261 | 0.91 | 287.51 | 377.95 | 343.10 |
| 33 | 597 | 1.11 | 536.61 | 379.65 | 422.37 |
| 34 | 493 | 1.31 | 375.79 | 381.35 | 500.29 |
| 35 | 525 | 1.13 | 465.94 | 383.05 | 431.61 |
| 36 | 190 | 0.95 | 199.51 | 384.76 | 366.42 |
| 37 | 351 | 0.74 | 474.81 | 386.46 | 285.69 |
| 38 | 392 | 1.01 | 389.73 | 388.16 | 390.42 |
| 39 | 173 | 0.91 | 189.84 | 389.86 | 355.27 |
| 40 | 190 | 0.80 | 238.52 | 391.56 | 311.91 |
| 41 | 373 | 1.22 | 306.43 | 393.26 | 478.70 |
| 42 | 436 | 0.92 | 475.07 | 394.97 | 362.48 |
| 43 | 389 | 0.91 | 428.50 | 396.67 | 360.10 |
| 44 | 358 | 1.11 | 321.79 | 398.37 | 443.20 |

Intercept 323.49

Slope 1.70

Tabel A.17 Hasil Peramalan dengan *Additive Seasonal Trend*

| PERIOD | ACTUAL | INDEX | LINEAR | FORECAST | ERROR | MAPE | MSE |
|--------|--------|-------|--------|----------|--------|------|---------|
| 45 | 396 | 1.3 | 400.1 | 524.9 | -128.9 | 0.3 | 16602.6 |
| 46 | 477 | 1.1 | 401.8 | 452.7 | 24.3 | 0.1 | 590.3 |
| 47 | 287 | 1.0 | 403.5 | 384.3 | -97.3 | 0.3 | 9458.0 |
| 48 | 188 | 0.7 | 405.2 | 299.5 | -111.5 | 0.6 | 12438.3 |
| 49 | 469 | 1.0 | 406.9 | 409.2 | 59.8 | 0.1 | 3570.5 |
| 50 | 469 | 0.9 | 408.6 | 372.3 | 96.7 | 0.2 | 9345.3 |
| 51 | 563 | 0.8 | 410.3 | 326.8 | 236.2 | 0.4 | 55781.5 |
| 52 | 188 | 1.2 | 412.0 | 501.5 | -313.5 | 1.7 | 98273.0 |
| 53 | 557 | 0.9 | 413.7 | 379.7 | 177.3 | 0.3 | 31447.7 |
| 54 | 559 | 0.9 | 415.4 | 377.1 | 181.9 | 0.3 | 33089.7 |
| 55 | 676 | 1.1 | 417.1 | 464.0 | 212.0 | 0.3 | 44932.1 |

Lampiran B. Contoh Perhitungan *Grey System Theory* GM(1,1) (sambungan)

Metode *Grey System Theory* GM(1,1) yang sebelumnya telah dibahas pada bab 2 mengenai persamaan perhitungan yang digunakan. Berikut ini merupakan contoh perhitungan GM(1,1) pada produk A1:

Tabel B.1 Perhitungan Simulasi GM(1,1)

| Periode | Original data sequence | 1-Ago of sequence | Proximate average generation of 1-AGO | Compute simulated values | Compute residual errors | Compute relative errors |
|---------|------------------------|-------------------|---------------------------------------|--------------------------|-------------------------|-------------------------|
| 1 | 380.00 | 380 | | 380 | 0 | 0 |
| 2 | 461.00 | 841 | 610.5 | 328.04 | 132.96 | 0.29 |
| 3 | 323.00 | 1164 | 1002.5 | 329.52 | -6.52 | 0.02 |
| 4 | 155.00 | 1319 | 1241.5 | 331.02 | -176.02 | 1.14 |
| 5 | 514.00 | 1833 | 1576 | 332.52 | 181.48 | 0.35 |
| 6 | 410.00 | 2243 | 2038 | 334.02 | 75.98 | 0.19 |
| 7 | 322.00 | 2565 | 2404 | 335.53 | -13.53 | 0.04 |
| 8 | 230.00 | 2795 | 2680 | 337.05 | -107.05 | 0.47 |
| 9 | 134.00 | 2929 | 2862 | 338.58 | -204.58 | 1.53 |
| 10 | 425.00 | 3354 | 3141.5 | 340.12 | 84.88 | 0.20 |
| 11 | 514.00 | 3868 | 3611 | 341.66 | 172.34 | 0.34 |
| 12 | 361.00 | 4229 | 4048.5 | 343.20 | 17.80 | 0.05 |
| 13 | 173.00 | 4402 | 4315.5 | 344.76 | -171.76 | 0.99 |
| 14 | 222.00 | 4624 | 4513 | 346.32 | -124.32 | 0.56 |
| 15 | 269.00 | 4893 | 4758.5 | 347.89 | -78.89 | 0.29 |
| 16 | 189.00 | 5082 | 4987.5 | 349.46 | -160.46 | 0.85 |
| 17 | 91.00 | 5173 | 5127.5 | 351.05 | -260.05 | 2.86 |
| 18 | 339.00 | 5512 | 5342.5 | 352.64 | -13.64 | 0.04 |
| 19 | 593.00 | 6105 | 5808.5 | 354.24 | 238.76 | 0.40 |
| 20 | 339.00 | 6444 | 6274.5 | 355.84 | -16.84 | 0.05 |
| 21 | 254.00 | 6698 | 6571 | 357.45 | -103.45 | 0.41 |
| 22 | 169.00 | 6867 | 6782.5 | 359.07 | -190.07 | 1.12 |
| 23 | 633.00 | 7500 | 7183.5 | 360.70 | 272.30 | 0.43 |
| 24 | 449.00 | 7949 | 7724.5 | 362.33 | 86.67 | 0.19 |
| 25 | 622.00 | 8571 | 8260 | 363.97 | 258.03 | 0.41 |
| 26 | 297.00 | 8868 | 8719.5 | 365.62 | -68.62 | 0.23 |
| 27 | 344.00 | 9212 | 9040 | 367.28 | -23.28 | 0.07 |
| 28 | 637.00 | 9849 | 9530.5 | 368.94 | 268.06 | 0.42 |
| 29 | 293.00 | 10142 | 9995.5 | 370.61 | -77.61 | 0.26 |
| 30 | 586.00 | 10728 | 10435 | 372.29 | 213.71 | 0.36 |

Lampiran B. Contoh Perhitungan Grey System Theory GM(1,1) (sambungan)

Tabel B.1 Perhitungan Simulasi GM(1,1) (sambungan)

| | | | | | | |
|----|--------|-------|---------|--------|---------|------|
| 31 | 456.00 | 11184 | 10956 | 373.98 | 82.02 | 0.18 |
| 32 | 261.00 | 11445 | 11314.5 | 375.67 | -114.67 | 0.44 |
| 33 | 597.00 | 12042 | 11743.5 | 377.37 | 219.63 | 0.37 |
| 34 | 493.00 | 12535 | 12288.5 | 379.08 | 113.92 | 0.23 |
| 35 | 525.00 | 13060 | 12797.5 | 380.80 | 144.20 | 0.27 |
| 36 | 190.00 | 13250 | 13155 | 382.53 | -192.53 | 1.01 |
| 37 | 351.00 | 13601 | 13425.5 | 384.26 | -33.26 | 0.09 |
| 38 | 392.00 | 13993 | 13797 | 386.00 | 6.00 | 0.02 |
| 39 | 173.00 | 14166 | 14079.5 | 387.75 | -214.75 | 1.24 |
| 40 | 190.00 | 14356 | 14261 | 389.50 | -199.50 | 1.05 |
| 41 | 373.00 | 14729 | 14542.5 | 391.27 | -18.27 | 0.05 |
| 42 | 436.00 | 15165 | 14947 | 393.04 | 42.96 | 0.10 |
| 43 | 389.00 | 15554 | 15359.5 | 394.82 | -5.82 | 0.01 |
| 44 | 358.00 | 15912 | 15733 | 396.61 | -38.61 | 0.11 |

*Development coefficient (a) = -0.0045**Grey action quantity (b) = 325.579*

Tabel B.2 Hasil peramalan dengan grey system theory GM(1,1)

| Periode | Actual | Forecast | Error | MAPE | MSE |
|---------|--------|----------|----------|-------|-----------|
| 45 | 396 | 398.498 | -2.498 | 0.006 | 6.242 |
| 46 | 477 | 400.304 | 76.696 | 0.161 | 5882.345 |
| 47 | 287 | 402.117 | -115.117 | 0.401 | 13251.903 |
| 48 | 188 | 403.938 | -215.938 | 1.149 | 46629.426 |
| 49 | 469 | 405.768 | 63.232 | 0.135 | 3998.248 |
| 50 | 469 | 407.606 | 61.394 | 0.131 | 3769.173 |
| 51 | 563 | 409.453 | 153.547 | 0.273 | 23576.730 |
| 52 | 188 | 411.308 | -223.308 | 1.188 | 49866.303 |
| 53 | 557 | 413.171 | 143.829 | 0.258 | 20686.826 |
| 54 | 559 | 415.042 | 143.958 | 0.258 | 20723.766 |
| 55 | 676 | 416.923 | 259.077 | 0.383 | 67121.096 |

Lampiran C. Hasil Peramalan dari Setiap Metode

Berikut ini merupakan hasil peramalan produk A1 berdasarkan metode tradisional (tabel C.1 untuk metode *trend*, *moving average*, *weighted moving average* dan *seasonal trend*, tabel C.2 untuk metode *exponential smoothing*), metode *greysystem theory*, *backpropagation neural network*, dan *grey backpropagation neural network*.

Tabel C.1 Hasil Peramalan dengan Metode Tradisional (*Trend*, *Moving Average*, *Weighted Moving Average*, dan *Seasonal Trend*)

| Periode | ACTUAL | Trend | MA | WMA | ST | |
|---------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|
| | | | | | M | A |
| 45 | 396 | 396.17 | 351.82 | 342.14 | 513.01 | 400.07 |
| 46 | 477 | 397.70 | 338.98 | 340.52 | 443.62 | 401.77 |
| 47 | 287 | 399.24 | 322.07 | 340.93 | 375.86 | 403.48 |
| 48 | 188 | 400.77 | 334.08 | 344.19 | 298.10 | 405.18 |
| 49 | 469 | 402.31 | 332.54 | 345.71 | 401.75 | 406.88 |
| 50 | 469 | 403.84 | 327.14 | 347.59 | 367.45 | 408.58 |
| 51 | 563 | 405.38 | 341.15 | 350.49 | 321.91 | 410.28 |
| 52 | 188 | 406.91 | 354.89 | 351.22 | 503.39 | 411.99 |
| 53 | 557 | 408.45 | 353.24 | 349.64 | 387.10 | 413.69 |
| 54 | 559 | 409.98 | 345.72 | 348.13 | 378.35 | 415.39 |
| 55 | 676 | 411.52 | 341.78 | 347.68 | 468.13 | 417.09 |

Tabel C.2 Hasil Peramalan dengan Metode Tradisional (*Exponential Smoothing*)

| Per | Act | SES | | DES | | WES | | | |
|-----|-----|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|
| | | 0.1 | OA | 0.1 | OA | M | | A | |
| | | | | | | 0.1 | 0.2 | 0.1 | 0.2 |
| 45 | 396 | 369.19 | 373.12 | 390.18 | 371.91 | 414.47 | 414.47 | 501.94 | 420.31 |
| 46 | 477 | 369.19 | 373.12 | 389.14 | 373.14 | 338.28 | 338.28 | 434.49 | 345.80 |
| 47 | 287 | 369.19 | 373.12 | 388.10 | 374.37 | 274.31 | 274.31 | 367.50 | 267.78 |
| 48 | 188 | 369.19 | 373.12 | 387.05 | 375.60 | 219.09 | 219.09 | 296.80 | 198.28 |
| 49 | 469 | 369.19 | 373.12 | 386.01 | 376.82 | 276.22 | 276.22 | 383.29 | 272.55 |
| 50 | 469 | 369.19 | 373.12 | 384.96 | 378.05 | 231.39 | 231.39 | 349.53 | 234.15 |
| 51 | 563 | 369.19 | 373.12 | 383.92 | 379.28 | 215.75 | 215.75 | 305.03 | 183.68 |
| 52 | 188 | 369.19 | 373.12 | 382.88 | 380.50 | 331.03 | 331.03 | 465.99 | 346.40 |
| 53 | 557 | 369.19 | 373.12 | 381.83 | 381.73 | 248.47 | 248.47 | 361.83 | 239.59 |
| 54 | 559 | 369.19 | 373.12 | 380.79 | 382.96 | 229.12 | 229.12 | 346.09 | 205.90 |
| 55 | 676 | 369.19 | 373.12 | 379.74 | 384.19 | 261.75 | 261.75 | 421.56 | 274.88 |

Lampiran C. Hasil Peramalan dari Setiap Metode (sambungan)

Tabel C.3 Hasil Peramalan dengan Metode *Grey System Theory GM(1,1)*,
Backpropagation Neural Network, dan *Grey Backpropagation Neural Network*

| Per | Act | GST GM(1,1) | | | | GBPNN | | | | BPNN |
|-----|-----|-------------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|
| | | OD | WO | LF | PF | OD | WO | LF | PF | |
| 45 | 396 | 398.50 | 368.14 | 386.86 | 374.51 | 512.41 | 207.95 | 518.33 | 206.75 | 492.47 |
| 46 | 477 | 400.30 | 367.63 | 388.91 | 376.85 | 544.50 | 429.13 | 551.38 | 560.92 | 526.47 |
| 47 | 287 | 402.12 | 367.11 | 390.97 | 379.20 | 209.59 | 335.01 | 365.75 | 226.78 | 189.96 |
| 48 | 188 | 403.94 | 366.60 | 393.04 | 381.57 | 104.42 | 357.09 | 238.65 | 212.97 | 350.66 |
| 49 | 469 | 405.77 | 366.09 | 395.12 | 383.95 | 438.29 | 486.96 | 414.88 | 411.68 | 419.13 |
| 50 | 469 | 407.61 | 365.58 | 397.21 | 386.36 | 416.81 | 263.34 | 392.82 | 205.95 | 347.28 |
| 51 | 563 | 409.45 | 365.07 | 399.32 | 388.78 | 209.95 | 464.85 | 206.12 | 209.50 | 189.96 |
| 52 | 188 | 411.31 | 364.56 | 401.43 | 391.22 | 393.04 | 212.65 | 395.48 | 388.63 | 132.02 |
| 53 | 557 | 413.17 | 364.05 | 403.56 | 393.67 | 456.13 | 401.12 | 460.43 | 429.36 | 453.71 |
| 54 | 559 | 415.04 | 363.54 | 405.69 | 396.15 | 409.22 | 380.49 | 412.09 | 396.25 | 390.29 |
| 55 | 676 | 416.92 | 363.03 | 407.84 | 398.64 | 463.43 | 392.11 | 405.87 | 396.00 | 419.13 |