

**PENGEMBANGAN MODUL APLIKASI PERAMALAN  
MENGUNAKAN METODE BOX-JENKINS (ARIMA) PADA  
APLIKASI FORUM ANALISIS STATISTIK**

**DEBI TOMIKA**

**10.6235**

**JURUSAN : KOMPUTASI STATISTIK**



**SEKOLAH TINGGI ILMU STATISTIK**

**JAKARTA**

**2014**

**PENGEMBANGAN MODUL APLIKASI PERAMALAN  
MENGUNAKAN METODE BOX-JENKINS (ARIMA) PADA  
APLIKASI FORUM ANALISIS STATISTIK**

**SKRIPSI**

**Diajukan sebagai Salah Satu Syarat untuk Memperoleh Sebutan  
Sarjana Sains Terapan pada Sekolah Tinggi Ilmu Statistik**

**Oleh:**

**DEBI TOMIKA**

**10.6235**



**SEKOLAH TINGGI ILMU STATISTIK**

**JAKARTA**

**2014**

**PERNYATAAN**  
**Skripsi dengan Judul**  
**PENGEMBANGAN MODUL APLIKASI PERAMALAN**  
**MENGUNAKAN METODE BOX-JENKINS (ARIMA) PADA**  
**APLIKASI FORUM ANALISIS STATISTIK**

**Oleh:**  
**DEBI TOMIKA**  
**10.6235**

adalah benar-benar hasil penelitian sendiri dan bukan hasil plagiat atau hasil karya orang lain. Jika di kemudian hari diketahui ternyata skripsi ini hasil plagiat atau hasil karya orang lain, maka penulis bersedia skripsi ini dinyatakan tidak sah dan sebutan Sarjana Sains Terapan dicabut atau dibatalkan.

Jakarta, 15 September 2014

**Debi Tomika**

**PENGEMBANGAN MODUL APLIKASI PERAMALAN  
MENGUNAKAN METODE BOX-JENKINS (ARIMA) PADA  
APLIKASI FORUM ANALISIS STATISTIK**

**Oleh:  
DEBI TOMIKA  
10.6235**

Tim Penguji

Penguji I

Penguji II

Ichwan Ridwan Tandjung, M.Sc.  
NIP 195606121979021003

Ribut Nurul Tri Wahyuni, S.S.T., M.S.E.  
NIP 198402142007012008

Mengetahui/Menyetujui,

Ketua Jurusan Komputasi Statistik

Pembimbing

Dr. Margaretha Ari Anggorowati  
NIP 197202221998032002

Usman Bustaman, S.Si., M.S.E., M.Sc.  
NIP 197212141994121001

**© Hak Cipta milik STIS, Tahun 2014**

***Hak Cipta dilindungi undang-undang***

1. *Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan atau menyebutkan sumbernya.*
  - a. *Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penyusunan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.*
  - b. *Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar STIS.*
2. *Dilarang mengumpulkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa seijin STIS*

## **PRAKATA**

Syukur Alhamdulillah penulis ucapkan ke hadirat Allah SWT atas segala curahan rahmat, kehendak, dan segala pertolongan-NYA sehingga penulis dapat menyelesaikan skripsi yang berjudul “Pengembangan Modul Aplikasi Peramalan Menggunakan Metode Box-Jenkins (ARIMA) pada Aplikasi Forum Analisis Statistik”. Untuk itu, penulis mengucapkan terima kasih kepada:

1. Bapak Dr. Hamonangan Ritonga, M.Sc. selaku Ketua Sekolah Tinggi Ilmu Statistik.
2. Bapak Usman Bustaman, S.Si., M.S.E, M.Sc. selaku dosen pembimbing yang telah meluangkan waktu untuk memberikan bimbingan dan arahan dengan penuh kesabaran.
3. Bapak Ichwan Ridwan Tandjung, M.Sc. dan Ibu Ribut Nurul Tri Wahyuni, S.S.T., M.S.E. selaku dosen penguji atas saran dan kritik yang disampaikan.
4. Bapak, Ibu, kakak (Riza, Lisa, Nora, dan Nova), adek Tika, abang Dona, serta seluruh keluarga yang selalu memberikan doa dan dukungan kepada penulis dalam menyusun skripsi.
5. Teman satu tim FAST (Eka, Ana, Mei, dan Yayan) dan keluarga kontrakan 15 juta (Adit, Ardi, Edo, Ryan, dan Wahyudi).
6. Semua pihak yang telah membantu penulisan skripsi ini.

Penulis menyadari bahwa skripsi ini masih mempunyai kekurangan baik isi maupun susunannya. Oleh karena itu, saran dan kritik yang membangun sangat penulis harapkan demi perbaikan penulisan skripsi ini.

Akhirnya, penulis berharap semoga skripsi ini dapat bermanfaat bagi banyak pihak.

Jakarta, September 2014

**Debi Tomika**

## ABSTRAK

**DEBI TOMIKA**, “Pengembangan Modul Aplikasi Peramalan Menggunakan Metode Box-Jenkins (ARIMA) pada Aplikasi Forum Analisis Statistik”.

viii+118 halaman.

Metode Box-Jenkins (ARIMA) merupakan salah satu metode yang populer digunakan untuk peramalan. Metode ini sering digunakan BPS untuk melakukan pemodelan statistik. Dalam penggunaannya, metode Box-Jenkins (ARIMA) dianggap sulit untuk digunakan karena membutuhkan pengetahuan dan pengalaman. Sementara itu, sarana berbagi pengetahuan di BPS masih kurang maksimal. Aplikasi peramalan menggunakan metode Box-Jenkins (ARIMA) yang ada saat ini berbasis *desktop* sehingga sulit dalam penyebaran dan pemeliharannya untuk penggunaan oleh organisasi. Tujuan dari penelitian ini adalah mengembangkan aplikasi peramalan menggunakan metode Box-Jenkins (ARIMA) yang mudah digunakan sekaligus menyediakan sarana bagi penggunanya untuk berbagi pengetahuan. Metode Box-Jenkins (ARIMA) dalam penelitian ini dibatasi pada *univariate* ARIMA. Aplikasi yang dikembangkan merupakan aplikasi berbasis *web*. Metodologi pembangunan aplikasi adalah *System Development Life Cycle*. Perangkat lunak yang digunakan untuk pengembangan aplikasi adalah RStudio, *Shiny Framework*, *R-project*, dan *Yii Framework*. Dari hasil uji coba dan evaluasi, dapat disimpulkan bahwa aplikasi dapat memudahkan penggunaan metode Box-Jenkins (ARIMA) untuk peramalan. Aplikasi dapat menjadi sumber pengetahuan bagi pengguna yang belum memiliki pengetahuan mengenai metode Box-Jenkins (ARIMA). Pengembangan yang diusulkan, aplikasi dapat menganalisis data BPS secara langsung tanpa perlu mengunduh data terlebih dahulu.

Kata kunci: peramalan, metode Box-Jenkins (ARIMA), *shiny framework*, R, *time series*

## DAFTAR ISI

PRAKATA.....	i
ABSTRAK.....	ii
DAFTAR ISI.....	iii
DAFTAR TABEL.....	v
DAFTAR GAMBAR .....	vi
DAFTAR LAMPIRAN.....	viii
BAB I    PENDAHULUAN.....	1
1.1   Latar Belakang .....	1
1.2   Identifikasi dan Batasan Masalah .....	6
1.3   Tujuan Penelitian .....	7
1.4   Manfaat Penelitian .....	8
1.5   Sistematika Penulisan .....	8
BAB II   KAJIAN PUSTAKA DAN KERANGKA PIKIR .....	11
2.1   Landasan Teori.....	11
2.2   Penelitian Terkait .....	37
2.3   Kerangka Pikir .....	38
BAB III   METODOLOGI.....	39
3.1   Ruang Lingkup Penelitian.....	39
3.2   Metode Pengumpulan Data.....	40
3.3   Metode Analisis dan Integrasinya dengan Aplikasi.....	41
3.4   Metode Pengembangan Aplikasi .....	45
BAB IV   HASIL DAN PEMBAHASAN .....	47
4.1   Analisis Sistem Berjalan .....	47
4.2   Rancangan Sistem Usulan.....	57
4.3   Implementasi.....	78
4.4   Uji Coba dan Evaluasi .....	86



BAB V	KESIMPULAN DAN SARAN .....	105
5.1	Kesimpulan .....	105
5.2	Saran .....	106
DAFTAR PUSTAKA	.....	107
LAMPIRAN	.....	109
RIWAYAT HIDUP	.....	119

## DAFTAR TABEL

No. Tabel	Judul Tabel	Halaman
1	Kelebihan dan kekurangan model ARIMA .....	16
2	Rangkuman sifat-sifat ACF dan PACF dari model ARIMA .....	28
3	Metodologi Survei Biaya Hidup .....	40
4	Metodologi Survei Harga Konsumen .....	41
5	PIECES <i>framework</i> sistem berjalan.....	50
6	Uraian <i>Flowchart</i> Rancangan Sistem Usulan .....	58
7	Deskripsi <i>use case input</i> data .....	62
8	Deskripsi <i>use case</i> analisis data .....	63
9	Deskripsi <i>use case sharing</i> hasil analisis .....	64
10	Deskripsi <i>use case export</i> laporan hasil analisis .....	65
11	Dugaan Model ARIMA Indeks Harga Konsumen.....	91
12	Dugaan Model ARIMA Penjualan bulanan kertas .....	94
13	Dugaan Model ARIMA data bangkitan .....	96
14	Kuesioner uji coba dengan pendekatan <i>Black Box</i> .....	99
15	Tabel hasil uji pendekatan <i>Black Box</i> .....	100
16	Kuesioner Uji Coba dengan <i>System Usability Scale</i> (SUS).....	101
17	Hasil Skor Uji Kepuasan Pengguna .....	102

## DAFTAR GAMBAR

No. Gambar	Judul Gambar	Halaman
1	Skema pendekatan Box-Jenkins.....	21
2	Kerangka pikir penelitian.....	38
3	<i>Flowchart diagram</i> sistem berjalan .....	49
4	Diagram Fishbone analisis masalah alat analisis ARIMA.....	51
5	<i>Flowchart diagram</i> sistem usulan.....	57
6	Rancangan arsitektur sistem usulan .....	59
7	<i>Use case diagram</i> aplikasi peramalan metode Box-Jenkins (ARIMA).....	61
8	<i>Activity diagram</i> input data.....	66
9	<i>Activity diagram</i> analisis ARIMA .....	67
10	<i>Activity diagram sharing</i> hasil analisis ke galeri analisis .....	67
11	<i>Activity diagram sharing</i> hasil analisis ke forum .....	68
12	<i>Activity diagram</i> laporan hasil Analisis .....	69
13	Rancangan antarmuka <i>input</i> data .....	70
14	Rancangan antarmuka spesifikasi data .....	71
15	Rancangan antarmuka <i>tab historical plot</i> .....	72
16	Rancangan antarmuka <i>tab unit-root test</i> .....	72
17	Rancangan antarmuka <i>tab acf</i> dan <i>pacf</i> .....	73
18	Rancangan antarmuka <i>tab</i> estimasi model ARIMA .....	74
19	Rancangan antarmuka uji diagnostik .....	75
20	Rancangan antarmuka hasil peramalan.....	75
21	Rancangan antarmuka <i>share</i> hasil analisis.....	76
22	Rancangan antarmuka aplikasi forum.....	77
23	Rancangan antarmuka halaman galeri analisis .....	77
24	Rancangan antarmuka halaman <i>table-generator</i> .....	78
25	<i>Screenshot file</i> <code>/etc/apt/sources.list</code> .....	80
26	<i>Screenshot file</i> konfigurasi Shiny Server .....	81

27	Implementasi <i>global function</i> pada aplikasi .....	82
28	Implementasi program <i>method Model Terbaik</i> .....	83
29	Implementasi antarmuka halaman <i>input data</i> .....	84
30	Implementasi antarmuka spesifikasi data .....	84
31	Implementasi antarmuka <i>tab historical plot</i> .....	85
32	Implementasi antarmuka <i>tab acf</i> .....	85
33	Implementasi antarmuka <i>tab estimation</i> .....	86
34	<i>Time series plot</i> data IHK .....	87
35	Uji <i>unit root</i> data IHK <i>level</i> .....	88
36	<i>Time series plot</i> data IHK <i>difference</i> orde pertama .....	88
37	Uji <i>unit root</i> data IHK <i>difference</i> orde pertama.....	89
38	Plot ACF data IHK <i>difference</i> orde pertama.....	90
39	Plot PACF data IHK <i>difference</i> orde pertama .....	90
40	Plot peramalan data IHK bulan Agustus 2014 s/d Januari 2015.....	92
41	Nilai peramalan data IHK bulan Agustus 2014 s/d Januari 2015 .....	92
42	<i>Output</i> nilai parameter dari model terbaik data IHK menggunakan SPSS.....	93
43	Deskripsi model terbaik data IHK menggunakan SPSS .....	93
44	<i>Output</i> nilai parameter dari model terbaik data IHK menggunakan aplikasi .....	93
45	<i>Output</i> nilai parameter dari model terbaik data penjualan bulanan kertas menggunakan SPSS .....	95
46	<i>Output</i> nilai parameter dari model terbaik data penjualan bulanan kertas menggunakan aplikasi .....	95
47	Script R untuk men- <i>generate</i> data bangkitan.....	96
48	<i>Output</i> nilai parameter dari model terbaik data bangkitan menggunakan SPSS.....	97
49	<i>Output</i> nilai parameter dari model terbaik bangkitan menggunakan aplikasi .....	97

## DAFTAR LAMPIRAN

No. Lampiran	Judul Lampiran	Halaman
1	<i>Use case diagram</i> aplikasi forum analisis statistik .....	109
2	Implementasi Kode Program .....	110
3	Implementasi antarmuka .....	112
4	Implementasi antarmuka aplikasi forum analisis statistik .....	114
5	Data yang digunakan dalam proses simulasi .....	117

# **BAB I**

## **PENDAHULUAN**

### **1.1 Latar Belakang**

Peramalan (*forecast*) adalah memprediksi masa depan seakurat mungkin menggunakan semua informasi yang tersedia, termasuk data masa lampau dan pengetahuan mengenai peristiwa masa depan yang dapat berdampak pada peramalan (Hyndman dan Athanasopoulos, 2013). Peramalan memiliki asumsi bahwa masa depan merupakan perpanjangan masa lampau, sehingga dengan menganalisis pola data masa lampau dapat memberikan dasar yang baik untuk meramal masa depan.

Umumnya peramalan dilakukan berdasarkan kumpulan data yang terdapat pada masa lampau yang dianalisis dengan metode-metode tertentu. Metode peramalan yang tepat tergantung pada jenis data yang tersedia. Jika data masa lampau yang dikumpulkan adalah sekumpulan hasil observasi yang diamati secara berurutan dari waktu ke waktu, biasanya dalam interval waktu yang sama, maka data tersebut merupakan data deret berkala (*time series*) dan metode peramalan yang tepat adalah metode peramalan *time series*.

Tujuan metode peramalan *time series* adalah menemukan pola dalam deret data historis dan mengekstrapolasikan pola tersebut ke masa depan (Makridakis et al, 1993). Data-data tersebut dikumpulkan secara periodik dalam interval waktu yang teratur (misalnya: per jam, harian, mingguan, bulanan, kuartalan atau tahunan). Pada analisis data *time series* dapat dilakukan peramalan data beberapa

periode ke depan yang sangat membantu dalam menyusun perencanaan dan pengambilan keputusan ke depan.

Data *time series* yang dikumpulkan oleh Badan Pusat Statistik (BPS) telah banyak digunakan oleh pengguna data dari berbagai bidang untuk melakukan peramalan, khususnya bidang ekonomi, misalnya dalam peramalan Indeks Harga Konsumen dan inflasi Indonesia (Tripena, 2011). Hasil peramalan ini sangat bermanfaat bagi para *stakeholder* dalam mengambil kebijakan.

Terdapat berbagai metode peramalan dalam melakukan peramalan data *time series*. Di antara berbagai metode peramalan tersebut salah satunya adalah metode Box-Jenkins (ARIMA). Sejak pertama kali diperkenalkan, metode ini telah digunakan secara luas dalam banyak bidang, seperti spesifikasi, estimasi, dan diagnostik (Thomas, 1983). Metode ini merupakan salah satu dari dua metode yang populer digunakan untuk memperkirakan variabel ekonomi (Gujarati, 2004). Metode Box-Jenkins (ARIMA) sangat baik digunakan untuk peramalan *time series* jangka pendek (Box, 1970; Jarrett, 1991). Metode Box-Jenkins (ARIMA) memiliki pendekatan statistik yang ketat dan hanya membutuhkan data sebelumnya dari suatu data *time series* untuk melakukan peramalan. Oleh karena itu metode Box-Jenkins (ARIMA) dapat meningkatkan akurasi peramalan sekaligus meminimumkan jumlah parameter (Zhai, 2005).

Dalam penggunaannya, metode Box-Jenkins (ARIMA) dianggap sulit oleh kebanyakan orang karena dalam tahap penentuan orde untuk mengidentifikasi model yang tepat sulit untuk dipahami. Tahapan ini juga bersifat subyektif dan kehandalan dari model yang dipilih dapat tergantung pada keahlian dan pengalaman dari penggunanya (Zhai, 2005).

Masalah sulitnya mengidentifikasi model ARIMA yang tepat perlu dibahas lebih lanjut pada penelitian ini, karena BPS sebagai “pelopor data terpercaya untuk semua” cukup sering melakukan pemodelan statistik dengan menggunakan metode Box-Jenkins (ARIMA), salah satunya yang dilakukan oleh Subdirektorat Pengembangan Model Statistik yaitu Pengembangan Model Ekonomi (Peramalan Inflasi Nasional Menggunakan Model Gabungan Fungsi Transfer dan Intervensi). Pada pemodelan tersebut juga ditemukan masalah sulitnya mengidentifikasi model ARIMA yang tepat.

Pada Pengembangan Model Ekonomi (Peramalan Inflasi Nasional Menggunakan Model Gabungan Fungsi Transfer dan Intervensi), terdapat kesulitan dalam mengidentifikasi model ARIMA yang tepat untuk data pertumbuhan uang beredar dan pertumbuhan impor migas. Kesulitan ini berarti bahwa pengetahuan dan pengalaman tentang identifikasi model ARIMA pada pegawai BPS sangat diperlukan agar dapat menghasilkan model yang baik. Hal ini sejalan dengan salah satu sasaran BPS yang tercantum dalam Rencana Strategis BPS tahun 2010-2014 yaitu “Meningkatkan dan mengembangkan analisis Statistik”.

Terdapat kendala-kendala dalam mewujudkan sasaran BPS tersebut, diantaranya adalah kendala dari sisi SDM dan teknologi. Salah satu kendala dari segi SDM adalah belum cukupnya jumlah pegawai BPS yang terampil dalam melakukan analisis data BPS, sedangkan kendala dari sisi teknologi yaitu kurangnya kecakapan dan pengetahuan pegawai dalam menggunakan aplikasi statistik.

Pada aplikasi statistik populer seperti SPSS dan EViews telah disediakan fasilitas untuk melakukan peramalan menggunakan metode Box-Jenkins (ARIMA)



secara otomatis, namun pada aplikasi-aplikasi ini tidak diberikan kemudahan kepada pengguna untuk memahami tahapan-tahapan dalam metode Box-Jenkins (ARIMA). Hasil pemodelan dihasilkan secara langsung oleh aplikasi, tanpa memberikan penjelasan mengenai tahapan-tahapan yang terjadi, sehingga pengetahuan pengguna dalam menggunakan metode Box-Jenkins (ARIMA) kurang berkembang. Hal ini bertentangan dengan tujuan peningkatan kualitas SDM dalam melakukan analisis data BPS. Selain itu, aplikasi-aplikasi tersebut merupakan aplikasi berbayar yang cukup mahal sehingga tidak semua orang dapat memiliki aplikasi tersebut.

Di samping itu, aplikasi-aplikasi diatas berbentuk aplikasi *stand-alone* atau *desktop*, sehingga distribusi dan pemeliharaannya sulit dilakukan terutama untuk organisasi seperti BPS, karena program harus di-*install* pada setiap komputer dan jika terdapat perubahan pada program akan sulit untuk dilakukan.

Untuk itu diperlukan suatu aplikasi peramalan menggunakan metode Box-Jenkins (ARIMA) yang memudahkan pengguna dan dapat menentukan model ARIMA yang tepat secara otomatis, dapat digunakan tanpa biaya yang mahal, serta mudah dalam penyebaran dan pemeliharaannya.

Namun, masalah yang sering terjadi pada aplikasi statistik seperti ini adalah pengguna umumnya kesulitan dalam memahami langkah-langkah penggunaan suatu alat analisis karena kurangnya penjelasan mengenai hal tersebut. Tidak adanya media bagi para pengguna untuk saling berdiskusi mengenai masalah-masalah tersebut menyebabkan masalah ini sulit untuk diatasi. Hal ini juga menjadi kendala dalam meningkatkan jumlah SDM yang berpengetahuan dalam melakukan analisis yang baik.

Masalah diatas diidentifikasi sebagai masalah pengelolaan pengetahuan atau masalah *Knowledge Management* (KM). Pengetahuan yang dimaksud adalah pemahaman, wawasan, dan pengalaman tentang alat analisis statistik dan penggunaan aplikasi statistik. Selama ini pengetahuan tersebut hanya disimpan sebagai pengetahuan pribadi (*individual knowledge*), bukan merupakan pengetahuan yang disebarkan (*collective knowledge*). Misalnya seorang pegawai BPS yang belum memiliki pengetahuan tentang alat analisis statistik tertentu sulit untuk mendapatkan pengetahuan dari pegawai yang memiliki pengetahuan mengenai alat analisis statistik tersebut, karena proses penyampaian *tacit knowledge* yang dimiliki seseorang kepada orang lain sulit untuk dilakukan. Kurang maksimalnya sarana betukar pengetahuan di BPS juga menjadi kendala.

Saat ini sudah tersedia media yang mempermudah penyebaran informasi mengenai topik tertentu yaitu forum *internet*. Forum *internet* ini dapat menjadi media untuk penyebaran pengetahuan mengenai alat analisis statistik karena dalam forum *internet* dapat dilakukan diskusi mengenai topik-topik tertentu. Langkah-langkah penggunaan, teori terkait dan *output* dari suatu alat analisis yang sulit dipahami dapat didiskusikan didalam forum *internet*. Forum *internet* ini dapat menjadi salah satu alternatif solusi untuk masalah penyebaran pengetahuan tentang analisis statistik di lingkungan BPS.

Jika aplikasi peramalan menggunakan metode Box-Jenkins (ARIMA) yang akan dibangun dan forum internet dapat digabungkan, akan dapat mendukung sasaran strategis BPS yang telah disebutkan diatas yaitu “Meningkatkan dan mengembangkan analisis statistik”. Kualitas hasil analisis statistik harus ditingkatkan sehingga dapat mendukung pengambilan keputusan dan kebijakan

pemerintah agar tepat sasaran. Untuk melakukan analisis yang baik diperlukan pengetahuan mengenai metode analisis yang digunakan. Hal ini harus didukung dengan adanya media yang memudahkan penyebaran arus informasi agar pengetahuan mengenai suatu metode analisis dapat tersebar dengan lancar sehingga analisis yang baik dapat dicapai. Untuk itu diperlukan aplikasi statistik yang digabungkan dengan forum *internet* sebagai salah satu upaya untuk meningkatkan dan mengembangkan analisis statistik terutama di lingkungan BPS.

## **1.2 Identifikasi dan Batasan Masalah**

### **Identifikasi Masalah**

Berdasarkan latar belakang permasalahan yang tersebut di atas dapat diidentifikasi beberapa permasalahan sebagai berikut:

1. Penggunaan metode Box-Jenkins (ARIMA) untuk peramalan dianggap sulit karena dalam tahap penentuan orde untuk mengidentifikasi model yang tepat sulit untuk dipahami dan bersifat subyektif.
2. Aplikasi statistik yang menyediakan fasilitas peramalan menggunakan metode Box-Jenkins (ARIMA) secara otomatis yang ada saat ini sulit untuk disebarkan dan dilakukan pemeliharaan untuk penggunaan oleh organisasi. Selain itu, aplikasi tersebut memiliki harga yang relatif mahal.
3. Tidak adanya sarana khusus untuk pegawai BPS untuk berbagi pengetahuan, baik untuk menyebarkan hasil analisisnya maupun untuk melakukan diskusi tentang alat analisis statistik.

## Batasan Masalah

Batasan masalah pada penelitian ini adalah sebagai berikut:

1. Penelitian ini dibatasi pada pengembangan aplikasi peramalan menggunakan metode Box-Jenkins (ARIMA) pada *platform web*.
2. Penelitian ini menggunakan 3 jenis data untuk proses simulasi dan uji coba aplikasi, yaitu data sekunder yang bersumber dari BPS, data dari *textbook*, dan data bangkitan. Namun, hanya data dari BPS yang akan dijelaskan dalam ruang lingkup penelitian.
3. Aplikasi yang akan dikembangkan merupakan bagian dari aplikasi forum analisis statistik yang dikembangkan bersama tim yang terdiri dari lima orang peneliti. Selanjutnya forum yang dimaksud dalam tulisan ini adalah forum analisis statistik yang akan dikembangkan.
4. Metode Box-Jenkins (ARIMA) yang digunakan dibatasi hanya untuk variabel univariat.

## 1.3 Tujuan Penelitian

1. Mempermudah penggunaan metode Box-Jenkins (ARIMA) untuk peramalan.
2. Merancang dan membuat aplikasi peramalan menggunakan metode Box-Jenkins (ARIMA) secara otomatis yang mudah digunakan oleh pengguna, serta dapat diakses dari melalui *web*.

3. Merancang dan membangun media khusus sebagai sarana pertukaran pengetahuan mengenai alat analisis dan penggunaan aplikasi yang akan dikembangkan.

#### **1.4 Manfaat Penelitian**

Hasil akhir dari penelitian ini diharapkan dapat memberikan kontribusi sebagai berikut:

1. Mempermudah penggunaan metode Box-Jenkins (ARIMA) untuk peramalan.
2. Mempermudah pertukaran informasi dan pengetahuan antar pegawai BPS khususnya mengenai penggunaan metode Box-Jenkins (ARIMA) untuk peramalan.
3. Mempermudah penyebaran hasil analisis data BPS.
4. Hasil analisis yang telah disebar dalam forum dapat digunakan sebagai bahan rujukan bagi statistisi luar BPS, mahasiswa, maupun masyarakat untuk menambah pengetahuan khususnya mengenai analisis statistik.

#### **1.5 Sistematika Penulisan**

### **BAB I PENDAHULUAN**

Pada bab ini penulis akan menguraikan tentang latar belakang yang mendasari penelitian, identifikasi dan batasan masalah, tujuan penelitian, serta sistematika penulisan.

## **BAB II KAJIAN PUSTAKA DAN KERANGKA PIKIR**

Pada bab ini penulis menuliskan konsep, definisi, teori yang berkaitan dengan pengembangan modul aplikasi statistik, penelitian terkait, dan kerangka pikir penelitian.

## **BAB III METODOLOGI**

Pada bab ini penulis menjelaskan ruang lingkup penelitian, metode pengumpulan data yang termasuk di dalamnya penjelasan variabel pada data yang digunakan, metode analisis yang digunakan, dan metode pengembangan modul aplikasi statistik, serta sedikit metode pembangunan forum analisis statistik.

## **BAB IV HASIL DAN PEMBAHASAN**

Pada bab ini penulis menjelaskan mulai dari analisis sistem berjalan, analisis masalah, dan hasil rancangan dan implementasi dari modul aplikasi yang dibuat berikut rancangan dan implementasi dari forum analisis statistik yang peneliti buat bersama tim. Selain itu, penulis juga menampilkan hasil pengolahan data yang peneliti gunakan untuk uji coba modul aplikasi yang dibandingkan dengan hasil pengolahan data menggunakan paket program SPSS.

## **BAB V KESIMPULAN DAN SARAN**

Pada bab ini penulis memberikan kesimpulan dan saran dari penelitian ini sehingga dapat memberikan inspirasi bagi peneliti lain untuk bisa melakukan penelitian lanjutan berkaitan dengan masalah yang belum terjawab pada penelitian ini.

“... sengaja dikosongkan ...”

## **BAB II**

### **KAJIAN PUSTAKA DAN KERANGKA PIKIR**

#### **2.1 Landasan Teori**

##### **Forum Internet**

Menurut *Computer Language Encyclopedia*, Forum *internet* adalah sebuah situs *web* yang menyediakan pertukaran *online* informasi antara orang-orang tentang topik tertentu. Forum *internet* menyediakan tempat untuk pertanyaan dan jawaban dan dapat dimonitor untuk menjaga konten yang sesuai. Forum *internet* juga disebut "papan diskusi" atau "kelompok diskusi". Sebuah forum *internet* mirip dengan *newsgroup* internet, tetapi menggunakan browser Web untuk aksesnya. Sebelum ditemukan *web*, forum hanya berupa teks yang umum dituliskan di papan buletin atau juga layanan *online* pribadi/korporasi. Namun, forum *internet* mencakup semua orang, dapat dilihat banyak orang, dan biasanya ditujukan untuk menjalin komunikasi dan pertukaran informasi oleh banyak orang. Terkadang forum *internet* disertai oleh beberapa fitur dari *web*, seperti unggah dan unduh foto, video, berkas dan link.

Forum dapat sepenuhnya anonim atau memerlukan pendaftaran dengan *username* dan *password*. Pesan dapat ditampilkan dalam urutan kronologis *posting* atau dalam rangka tanya jawab di mana semua jawaban terkait ditampilkan di bawah pertanyaan.



## ***Yii Framework***

*Yii Framework* adalah sebuah *framework* aplikasi web yang ditulis dengan bahasa pemrograman PHP yang mempunyai performa tinggi dengan pengembangan berdasarkan komponen-komponen aplikasi yang dapat memberikan kemudahan dalam pengembangan aplikasi yang kompleks (Winesett,2010). *Yii framework* menggunakan arsitektur *Model-View-Controller* (MVC) dalam pembangunan aplikasinya. *Yii framework* mempunyai fitur sebagai berikut :

1. Menggunakan pengembangan arsitektur *Model-View-Controller* (MVC).
2. *Database Access Objects* (DAO), *Query Builder*, *Active Record* dan *Database Migration*.
3. Integrasi dengan jQuery.
4. Input form dan validasi.
5. *Ajax-enabled widgets*, seperti *auto-complete input field*, *treeview*, dan lain lain.
6. *Built-in authentication support*.
7. *Skinning and theming*.
8. Otomatisasi pembuatan service WSDL yang kompleks dan manajemen *request Web service*.
9. *Error handling* dan *logging*.
10. Otomatisasi kode untuk proses (*Create-Read-Update-Delete*) CRUD dalam pembuatan aplikasi.

## ***R-project***

Disadur dari laman *web R-project* (<http://www.r-project.org/>), R adalah sebuah lingkungan dan bahasa pemrograman untuk komputasi statistik dan grafik. R merupakan implementasi dari bahasa pemrograman S yang dikembangkan di Bell Laboratories oleh Rick Becker, John Chambers dan Allan Wilks. R sendiri diciptakan oleh Ross Ihaka dan Robert Gentleman di Universitas Auckland, Selandia Baru, dan sekarang dikembangkan oleh *R Development Core Team*.

R merupakan sebuah *software open source* sehingga memberikan kesempatan kepada pengguna untuk mengembangkan R menjadi *software* yang lebih baik dengan memperbaiki kesalahan-kesalahan yang ada atau menambah fungsi-fungsi baru yang belum ada sebelumnya. R memiliki sebuah komunitas yang terdiri dari para *developer* yang bertujuan memelihara dan mengembangkannya. R juga merupakan *software* yang *multiplatform* yaitu dapat dijalankan di berbagai sistem operasi. Bahasa pemrograman R telah digunakan secara luas oleh para statistisi dan *data miner* untuk mengembangkan *software* statistik dan analisis data.

R selain dapat berinteraksi dengan *software* keluarganya yaitu S-PLUS, juga dengan berbagai *software* statistik lainnya seperti SPSS, Microsoft Excel, Minitab, SAS melalui fitur *export* dan *import* data yang dimilikinya.

*User interface* bawaan R adalah *command line interface* berupa *R-console*. Untuk mengakses mengakses fungsi–fungsi dalam R adalah dengan mengetikkan sintaks program langsung pada *R-console* seperti *console* pada bahasa pemrograman lain, misalnya Pascal, C, C++ dan lainnya. Sintaks-sintaks R bersifat *case sensitive* yaitu membedakan antara penulisan huruf besar dan huruf kecil. Selain *command line interface* R juga menyediakan banyak GUI yang berbasiskan

sistem menu, antara lain *RStudio*, *TinnR*, dan *R-commander*, yang dapat diunduh secara gratis.

R sangat berguna dalam komputasi statistik karena memiliki berbagai metode statistik yang bersifat *built-in* seperti distribusi peluang, pemodelan statistik, uji-uji statistik, analisis *time series*, dan lain lain serta memiliki prosedur untuk membuat berbagai jenis grafik statistik maupun grafik jenis baru yang dapat dirancang dengan bebas sesuai keinginan pengguna . Setiap fitur di R ini bersifat *extensible*, yaitu dapat dikembangkan dengan mudah sesuai dengan keinginan pengguna.

R merupakan sebuah fasilitas *software* yang terintegrasi untuk manipulasi data, kalkulasi data, dan menampilkan grafik. Fitur-fitur yang dimiliki R diantaranya :

- Fasilitas penanganan data yang efektif dan efisien.
- Rangkaian operator untuk kalkulasi *array* dalam matrik tertentu.
- Kumpulan *tools* untuk analisis data yang lengkap, koheren, dan terintegrasi.
- Peralatan grafis untuk analisis dan menampilkan data baik pada layar komputer maupun berbentuk *hardcopy*.
- Bahasa pemrograman yang telah dikembangkan dengan baik, sederhana dan efektif, meliputi fungsi *conditional*, *loops*, *user defined recursive* dan fasilitas *input* dan *output*.

## ***Shiny Framework***

Shiny merupakan sebuah *package* dari Rstudio yang bertujuan mempermudah pembuatan aplikasi web dengan menggunakan bahasa pemrograman R. Fitur-fitur yang dimiliki Shiny di antaranya :

1. Pembangunan aplikasi web dengan mudah, tanpa perlu pengetahuan mengenai pemrograman *web*.
2. Aplikasi Shiny bersifat interaktif. *Output* yang dihasilkan berubah secara langsung ketika user mengubah *input*, tanpa perlu *me-reload browser*.
3. *User interface* dari Shiny dapat dibuat hanya dengan menggunakan R , atau dapat ditulis secara langsung dalam HTML, CSS, dan JavaScript agar lebih fleksibel.
4. Dapat dijalankan di semua R *environment* (R Konsol, Rgui untuk Windows atau Mac, ESS, StatET, Rstudio, dll.).
5. *Widget-widget* untuk *output* yang tersedia secara *built-in* untuk menampilkan plot, tabel, dan objek R.
6. Menggunakan model pemrograman reaktif yang mengapuskan kode untuk *event handling* yang rumit, dan fokus pada kode yang benar-benar penting.

## ***Autoregressive Integrated Moving Average (ARIMA)***

Model *Autoregressive Integrated Moving Average* (ARIMA) telah dipelajari secara mendalam. Model ARIMA sering disebut sebagai model deret waktu Box-Jenkins karena model ini dikembangkan oleh George EP Box dan Gwilym M Jenkins (1976) (Juanda dan Junaidi, 2012). Box dan Jenkins secara

efektif telah berhasil menguraikan terkait informasi relevan yang diperlukan untuk memahami dan menggunakan model ARIMA untuk deret waktu univariat (Makridakis, et al. 1998).

Secara harfiah, model ARIMA dapat diartikan sebagai gabungan dua model, yaitu model *autoregressive* (AR) dan *moving average* (MA). Model ini tidak mempunyai suatu variabel yang berbeda sebagai variabel bebas, tetapi menggunakan informasi dalam *series* yang sama dalam membentuk model (Nachrowi dan Usman, 2006).

Tabel 1. Kelebihan dan kekurangan model ARIMA

Kelebihan	Kekurangan
(1)	(2)
1. Lebih akurat untuk peramalan jangka pendek.	1. Dibutuhkan data dalam jumlah yang relatif besar.
2. Tidak memerlukan asumsi mengenai jumlah <i>terms</i> dalam persamaan peramalannya atau keterkaitan antar koefisiennya.	2. Tidak ada cara yang mudah untuk memperbaharui parameter model apabila terjadi penambahan data.
3. Tersedia uji statistik untuk menguji kesesuaian model sekaligus sebagai alat untuk membentuk selang kepercayaan untuk peramalan.	3. Pembentukan model yang baik seringkali membutuhkan waktu dan sumberdaya yang besar.

Sumber: Hanke dan Reitsch (1998)

## Klasifikasi Model ARIMA

Menurut Juanda dan Junaidi (2012), model-model pada metode Box-Jenkins terdiri dari model *Autoregressive* (AR), *Moving Average* (MA), *Autoregressive Moving Average* (ARMA), dan *Autoregressive Integrated Moving Average* (ARIMA).

### 1. Model *Autoregressive* (AR)

Model AR pertama kali diperkenalkan oleh Yule (1926) yang selanjutnya dikembangkan oleh Walker (1931) (Makridakis et.al, 1993). Model AR berbentuk hubungan antara variabel terikat Y dengan variabel bebas yang merupakan nilai Y pada waktu sebelumnya (Nachrowi dan Usman, 2006).

Menurut Makridakis, et.al (1998), bentuk umum model *Autoregressive* adalah sebagai berikut:

$$Y_t = c + \phi_1 Y_{t-1} + \phi_2 Y_{t-2} + \dots + \phi_p Y_{t-p} + e_t \quad (1)$$

dimana,

$Y_t$  : Variabel terikat

$c$  : Nilai konstan

$Y_{t-1}, Y_{t-2}, \dots, Y_{t-p}$  : Variabel penjelas yang merupakan lag dari variabel terikat

$\phi_1, \phi_2, \dots, \phi_p$  : Parameter *autoregressive*

$e_t$  : Residual yang merupakan kejadian acak yang tidak dijelaskan oleh model

Makridakis, et.al (1998) menyatakan terdapat pembatasan tertentu pada nilai parameter *autoregressive* yang diijinkan. Untuk  $p = 1$ ,  $-1 < \phi_1 < 1$ . Untuk  $p = 2$ , ketiga kondisi berikut harus terpenuhi :

$$-1 < \phi_2 < 1 \quad \phi_2 + \phi_1 < 1 \quad \phi_2 - \phi_1 < 1$$

Untuk  $p \geq 3$ , pembatasannya jauh lebih rumit.

## 2. Model *Moving Average* (MA)

Makridakis, et.al (1993) menyatakan model MA pertama kali digunakan oleh Slutzky (1973). Model *Moving Average* menyajikan peramalan berdasarkan kombinasi linier dari kesalahan masa lalu (Hanke dan Reitsch, 1998). Model MA(q) dituliskan sebagai:

$$Y_t = c + e_t - \theta_1 e_{t-1} - \theta_2 e_{t-2} - \dots - \theta_q e_{t-q} \quad (2)$$

dimana,

$Y_t$	: Variabel terikat
$c$	: Nilai konstan
$\theta_1, \theta_2, \dots, \theta_q$	: parameter <i>moving average</i>
$e_t$	: Residual
$e_{t-1}, e_{t-2}, \dots, e_{t-q}$	: Nilai residual sebelumnya

Menurut Makridakis, et.al (1998) juga terdapat pembatasan tertentu pada nilai parameter *moving average* yang diijinkan. Untuk  $q = 1$ ,  $-1 < \theta_1 < 1$ . Untuk  $q = 2$ , ketiga kondisi berikut harus terpenuhi :

$$-1 < \theta_2 < 1 \quad \theta_2 + \theta_1 < 1 \quad \theta_2 - \theta_1 < 1$$

Untuk  $q \geq 3$ , pembatasannya jauh lebih rumit.

## 3. Model *Autoregressive Moving Average* (ARMA)

Adakalanya perilaku data deret waktu dapat dijelaskan dengan lebih baik melalui penggabungan antara model AR dan model MA. Ini menunjukkan bahwa nilai  $Y_t$  tidak hanya dipengaruhi oleh nilai peubah tersebut, tetapi juga residual peubah tersebut pada periode sebelumnya (Juanda dan Junaidi, 2012). Oleh karena itu, perlu didekati dengan model campuran antara *autoregressive* dan *moving*

average yang disebut ARMA (p,q) (Nachrowi dan Usman, 2006). Makridakis, et.al (1998), bentuk umumnya adalah sebagai berikut:

$$Y_t = c + \phi_1 Y_{t-1} + \dots + \phi_p Y_{t-p} + e_t - \theta_1 e_{t-1} - \dots - \theta_q e_{t-q} \quad (3)$$

#### 4. Model *Autoregressive Integrated Moving Average (ARIMA)*

Persyaratan utama AR, MA, dan ARMA adalah data yang telah stasioner. Jika data deret waktu tidak stasioner dalam level (data sebenarnya), maka data dibuat stasioner melalui proses pembedaan (*difference*). Model AR, MA, atau ARMA yang stasioner melalui proses pembedaan ini disebut model *Autoregressive Integrated Moving Average (ARIMA)* (Juanda dan Junaidi, 2012).

Dengan menulis proses pembedaan dengan  $d$ , suatu proses ARIMA digambarkan dengan dimensi  $p$ ,  $d$ , dan  $q$ . Jadi, bentuk umum model ARIMA (p,d,q) sebagai berikut:

$$Y_t = Y_{t-1} + \phi_1(Y_{t-1} - Y_{t-2}) + \dots + \phi_p(Y_{t-p} - Y_{t-p-1}) + e_t - \theta_1 e_{t-1} - \theta_2 e_{t-2} \dots + \theta_q e_{t-q} \quad (4)$$

atau secara lebih singkat dapat dituliskan menjadi

$$\phi_p(B)(1 - B)^d Y_t = \theta_q(B)e_t \quad (5)$$

dimana,

$$\phi_p(B) : 1 - \phi_1 B^1 - \phi_2 B^2 - \dots - \phi_p B^p$$

$$\theta_q(B) : 1 - \theta_1 B^1 - \theta_2 B^2 - \dots - \theta_q B^q$$

$(1 - B)^d$  = pembedaan orde ke  $d$



## Model ARIMA Musiman

Adakalanya data *time series* menunjukkan pola berkala yang kuat. Hal ini yang sering disebut deret waktu musiman (Montgomery et.al, 2008). Musiman diartikan sebagai suatu pola yang berulang-ulang dalam waktu yang tetap, misalnya mingguan, bulanan, empat bulanan, tahunan, dan seterusnya. Sementara itu, model ARIMA musiman merupakan model ARIMA yang mengandung autokorelasi pada lag-lag non musiman dan lag-lag musimannya.

Model ARIMA musiman dapat dituliskan sebagai ARIMA (p,d,q)(P,D,Q)<sup>s</sup> dengan orde non musiman p, d, q dan orde musiman P, D, Q dan s menunjukkan periode musimannya. Bentuk umum ARIMA Musiman, sebagai berikut (Wei, 2006):

$$\Phi_P(B^s)\phi_p(B)(1 - B)^d(1 - B^s)^DY_t = \theta_q(B)\Theta_Q(B^s)e_t \quad (6)$$

dimana,

$$\phi_p(B) : 1 - \phi_1 B^1 - \phi_2 B^2 - \dots - \phi_p B^p$$

$$\Phi_P(B^s) : 1 - \Phi_1 B^s - \Phi_2 B^{2s} - \dots - \Phi_P B^{Ps}$$

$$\theta_q(B) : 1 - \theta_1 B^1 - \theta_2 B^2 - \dots - \theta_q B^q$$

$$\Theta_Q(B^s) : 1 - \Theta_1 B^s - \Theta_2 B^{2s} - \dots - \Theta_Q B^{Qs}$$

$$\Theta_1 : \text{Penimbang musiman}$$

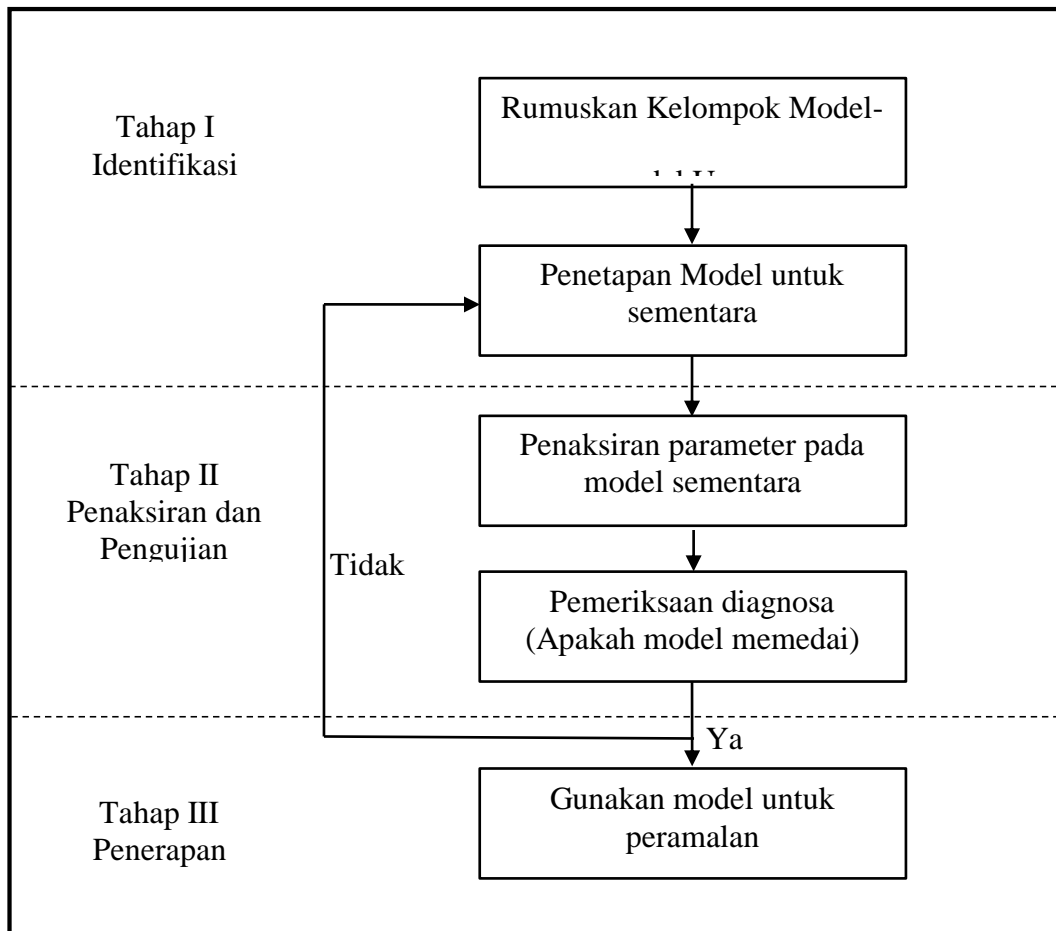
$$e_t : \text{Residual}$$

$$(1 - B)^d = \text{pembedaan orde ke } d \text{ non musiman}$$

$$(1 - B^s)^D = \text{pembedaan orde ke } D \text{ musiman}$$

## Metode Box-Jenkins

Metode Box-Jenkins digunakan untuk memilih model ARIMA yang sesuai pada data deret waktu yang digunakan. Makridakis, et.al (1998) mengatakan bahwa prosedur ini meliputi tiga tahapan, seperti yang ditunjukkan oleh Gambar 1.



Sumber: Makridakis, et.al, 1998

Gambar 1. Skema pendekatan Box-Jenkins

## Stasioneritas

Di dalam analisis deret waktu, asumsi stasioneritas merupakan hal yang penting. Montgomery, et al. (2008) menyatakan bahwa satu yang terpenting dari deret waktu adalah stasioner. Model umum dari data deret waktu seperti

*Autoregressive (AR)*, *Moving Average (MA)*, atau gabungan keduanya *Autoregressive Moving Average (ARMA)* memerlukan asumsi bahwa data harus stasioner. Stasioneritas merupakan suatu proses dimana nilai rata-rata dari suatu model tidak berubah sepanjang waktu. Ide dasar dari stasioneritas adalah hukum probabilitas mengharuskan proses tidak berubah sepanjang waktu, dengan kata lain proses dalam keadaan setimbang secara statistik (Cryer, 1986). Suatu deret waktu dikatakan stasioner jika mempunyai nilai rata-rata dan varians yang konstan. Artinya, data hanya bergerak di sekitar nilai rata-ratanya dengan fluktuasi yang cenderung sama dari waktu ke waktu.

Brockwell dan Davis (2002) mengatakan bahwa stasioneritas ada 2 macam, yaitu *strictly stasioner* dan *weakly stasioner*. *Strictly stasioner* atau stasioner kuat apabila memiliki *joint distribution* yang sama antara dua vektor  $(Y_1, \dots, Y_n)$  dan  $(Y_{1+k}, \dots, Y_{n+k})$ . Sedangkan, *weakly stasioner* atau stasioner lemah apabila terdapat dua vektor  $(Y_1, \dots, Y_n)$  dan  $(Y_{1+k}, \dots, Y_{n+k})$  memiliki vektor rata-rata dan matriks kovarians yang sama untuk setiap bilangan bulat  $k$  dan bilangan bulat positif  $n$ . Stasioneritas menyiratkan keseimbangan statistik atau stabilitas dalam data.

Sementara itu, Juanda dan Junaidi (2012) mengatakan bahwa berdasarkan rata-rata dan variansnya terdapat dua jenis kestasioneran data. Pertama, data stasioner pada rata-ratanya jika data berfluktuasi di sekitar suatu rata-rata yang konstan dari waktu ke waktu. Kedua, data stasioner pada variansnya jika data berfluktuasi dengan varians yang konstan dari waktu ke waktu.

Untuk menagatasi data yang tidak stasioner pada rata-rata, dapat dilakukan proses pembedaan (*difference*) terhadap *series* data asli. Proses pembedaan adalah mencari perbedaan antara data satu periode dengan periode sebelumnya secara

berurutan (Juanda dan Junaidi, 2012). Makridakis, et al. (1993) mengatakan bahwa proses pembedaan orde ke  $d$  dapat dituliskan, sebagai berikut:

$$\Delta^d Y_t = (1-B)^d Y_t \quad (7)$$

$$B Y_t = Y_{t-1}$$

Untuk mengatasi data yang tidak stasioner pada varians, Juanda dan Junaidi (2012) mengatakan umumnya dilakukan transformasi data asli ke bentuk *Logaritma natural* ( $Ln$ ) atau akar kuadrat. Selanjutnya, data yang tidak stasioner dapat disebabkan oleh pengaruh musiman (*seasonal*). Oleh karena itu, pengaruh musiman harus dihilangkan sehingga data menjadi stasioner.

Menurut Juanda dan Junaidi (2012), ada 3 cara yang dapat digunakan untuk memeriksa kestasioneran data deret waktu, yaitu:

#### 1. Melihat tren data dalam grafik

Untuk menduga suatu data bersifat stasioner atau tidak, dapat dilihat dari kecenderungan data secara visual. Akan tetapi, dalam menentukan stasioneritas data menggunakan grafik tidaklah mudah. Selain itu, dapat terjadi perbedaan dalam mengambil kesimpulan karena keputusan diambil secara subjektif (Nachrowi dan Usman, 2006).

#### 2. Menggunakan *Autocorrelation Function* (ACF) dan *Partial Autocorrelation Function* (PACF)

Untuk memeriksa kestasioneran data juga dapat dilihat berdasarkan koefisien autokorelasi dan korelogramnya. Koefisien autokorelasi adalah angka yang menunjukkan tingkat keeratan hubungan linier antara nilai-nilai dari peubah yang sama dengan periode waktu yang berbeda. Autokorelasi sama (identik) dengan korelasi *Pearson* data bivariat.

Misalnya, jika memiliki data deret waktu  $Y_1, Y_2, \dots, Y_n$ . maka dapat dipasangkan nilai  $(Y_1, Y_{k+1}), (Y_2, Y_{k+2}), \dots, (Y_n, Y_{k+n})$ . Autokorelasi untuk *lag k* (korelasi antara  $Y_t$  dengan  $Y_{t+k}$ ) dinyatakan sebagai  $\rho_k$ , sebagai berikut:

$$\rho_k = \frac{\sum_{t=k+1}^T (Y_t - \bar{Y})(Y_{t-k} - \bar{Y})}{\sum_{t=1}^T (Y_t - \bar{Y})^2} \quad (8)$$

dimana

$\rho_k$  = koefisien autokorelasi untuk *lag k*

$\bar{Y}$  = rata-rata data deret waktu

$\rho_k$  merupakan fungsi dari  $k$ , maka hubungan antara autokorelasi dengan lagnya disebut fungsi autokorelasi (*Autocorrelation Function/ACF*). Fungsi autokorelasi bermanfaat untuk menjelaskan suatu proses stokastik dan akan memberikan bagaimana hubungan (korelasi) antara data-data ( $Y_t$ ) yang berdekatan.

Autokorelasi memiliki konsep lain, yaitu autokorelasi parsial (*partial autocorrelation*). Autokorelasi parsial yaitu korelasi antara  $Y_t$  dengan  $Y_{t+k}$  dengan mengabaikan ketidakbebasan  $Y_{k+1}, Y_{t+2}, \dots, Y_{t+k-1}$  sehingga  $Y_t$  dianggap sebagai konstanta,  $Y_t = y_{t+k}, t = t+1, t+2, \dots, t = t+k-1$  (Mulyana, 2004).

Autokorelasi parsial antara  $Y_t$  dengan  $Y_{t+k}$  diartikan sebagai korelasi bersyarat yang dituliskan, dengan:

$$\rho_{kk} = \text{kor}(Y_t, Y_{t+k} | Y_{t+1} = y_{t+1}, Y_{t+2} = y_{t+2}, \dots, Y_{t+k-1} = y_{t+k-1}) \quad (9)$$

Seperti halnya autokorelasi yang merupakan fungsi atas lagnya, yang hubungannya dinamakan fungsi autokorelasi (*Autocorrelation Function/ACF*), autokorelasi parsial juga merupakan fungsi atas lagnya, dan hubungannya dinamakan fungsi autokorelasi parsial (*Partial Autocorrelation Function/PACF*) (Mulyana, 2004). Jika fungsi autokorelasi dan autokorelasi parsial digambarkan dalam kurva disebut korelogram dan dapat digunakan untuk menelaah signifikansi

autokorelasi dan kestasioneran data (Mulyana, 2004). Sementara itu, korelogram merupakan teknik identifikasi kestasioneran data deret berkala melalui fungsi autokorelasi (*Autocorrelation Function/ACF*) (Nachrowi dan Usman, 2006).

Nachrowi dan Usman (2006) mengatakan bahwa data yang telah stasioner ditunjukkan oleh korelogram menurun dengan cepat seiring dengan meningkatnya  $k$ . Sedangkan data yang tidak stasioner, korelogram cenderung tidak menuju nol (tidak mengecil) meskipun  $k$  membesar atau korelogram turun secara perlahan menuju nol.

Selanjutnya, melihat kestasioneran data deret waktu menggunakan nilai autokorelasi. Dalam hal ini, dilakukan pengujian apakah nilai autokorelasi signifikan atau tidak berdasarkan *standard error (se)*. Bartlett mengatakan bahwa jika data deret waktu bersifat *random* (acak), maka koefisien ACF akan mengikuti distribusi, sebagai berikut (Juanda dan Junaidi, 2012):

$$\rho \sim N(0, 1/n) \quad (10)$$

Pada jumlah sampel besar, koefisien ACF akan mengikuti distribusi normal dengan nilai rata-rata nol dan varians sebesar  $1/n$ , dimana  $n$  adalah jumlah atau ukuran sampel. Dengan mengikuti distribusi normal pada persamaan (10), maka selang kepercayaan yang terbentuk  $(1-\alpha) \times 100\%$ , untuk  $\rho_k$  adalah:

$$Z_{\alpha/2}(se) < \rho_k < Z_{\alpha/2}(se) \quad (11)$$

$$Z_{\alpha/2}(\sqrt{1/n}) < \rho_k < Z_{\alpha/2}(\sqrt{1/n}) \quad (12)$$

Apabila  $\rho_k$  terletak dalam selang kepercayaan, data deret waktu telah stasioner.

### 3. Uji akar-akar unit (*unit roots test*).

Selain melihat grafik secara visual, membuat korelogram, stasioneritas juga dapat dilihat dengan uji formal. Uji formal ini dikenal dengan uji akar unit (*unit roots test*). Uji ini dikenalkan oleh David Dickey dan Wayne Fuller (Nachrowi dan Usman, 2006).

Langkah-langkah yang dilakukan dalam pengujian uji ADF, sebagai berikut:

1. Menuliskan persamaan dasar uji akar unit.

$$Y_t = \rho Y_{t-1} + v_t \quad (13)$$

Dimana  $\rho$  merupakan koefisien *autoregressive* dan  $v_t$  adalah *white noise error term*. Artinya,  $v_t$  memiliki nilai rata-rata nol, varians konstan, dan tidak ada autokorelasi. Jika  $\rho = 1$ , maka  $Y_t$  mempunyai akar unit. Deret waktu yang mempunyai akar unit disebut *random walk* (langkah acak). *Random walk* menunjukkan data deret waktu tidak stasioner pada ragam karena ragamnya merupakan fungsi dari waktu (Juanda dan Junaidi, 2012).

Bila dinyatakan dalam bentuk hipotesis, adalah:

$H_0 : \rho = 1$  atau deret waktu mengandung akar unit (tidak stasioner)

$H_1 : \rho < 1$  atau deret waktu tidak mengandung akar unit (stasioner)

Apabila dilakukan pembedaan pertama (*first differencing*) terhadap data deret waktu, persamaan (13) dapat dituliskan, sebagai berikut:

$$\Delta Y_t = (\rho - 1)Y_{t-1} + v_t \quad (14)$$

$$\Delta Y_t = \delta Y_{t-1} + v_t \quad (15)$$

Dimana  $\Delta Y_t = Y_t - Y_{t-1}$  dan  $\delta = \rho - 1$ , hipotesisnya menjadi

$H_0 : \delta = 0$  atau deret waktu mengandung akar unit (tidak stasioner)

$H_1 : \delta < 0$  atau deret waktu tidak mengandung akar unit (stasioner)

2. Setelah persamaan diperoleh, dilakukan penghitungan nilai statistik ADF yang dikenal *tau statistic* ( $\tau$ -statistik). Formula  $\tau$ -statistik dapat ditulis, sebagai berikut:

$$\tau = \frac{\hat{\delta}}{se(\hat{\delta})} \quad (16)$$

Dimana  $se(\hat{\delta})$  merupakan *standard error* dari koefisien  $Y_{t-1}$  atau *standard error* dari  $\hat{\delta}$ . Selanjutnya,  $\tau$  dibandingkan dengan nilai kritis tabel *MacKinnon*. Jika nilai mutlak  $\tau$  dari uji ADF lebih besar dari nilai kritis *MacKinnon*, maka  $H_0$  ditolak dan deret waktu telah stasioner. Sebaliknya, jika nilai mutlak  $\tau$  dari uji ADF lebih kecil dari nilai kritis *MacKinnon* maka tidak tolak  $H_0$  dan deret waktu tidak stasioner.

### Identifikasi Model

Langkah awal yang dilakukan dalam membangun model ARIMA adalah mendeteksi masalah stasioner data yang digunakan. Hanke dan Reitsch (1998) mengatakan bahwa jika data tidak stasioner pada level (data aslinya), maka bisa diubah ke dalam bentuk stasioner dengan cara pembedaan (*difference*). Setelah data telah stasioner, langkah selanjutnya adalah melakukan identifikasi model ARIMA.

Identifikasi model ARIMA dapat dilakukan dengan plot deret waktu, plot ACF dan plot PACF. Plot ACF dan plot PACF digunakan untuk menentukan orde  $p$  dan  $q$  dari model ARIMA ( $p,d,q$ ) dan melihat apakah ada aspek musiman atau tidak. Delurgio (1998) mengatakan bahwa sebagai dasar proses identifikasi model ARIMA dapat menggunakan plot ACF dan plot PACF. Selain menggunakan korelogram ACF dan PACF, menurut Hanke dan Reitsch (1998), tahap identifikasi



model dilakukan dengan cara membandingkan koefisien autokorelasi dan autokorelasi parsial dari data yang fit dengan distribusi yang sesuai untuk berbagai model ARIMA. Biasanya, tingkat signifikansi autokorelasi dan autokorelasi parsial dibandingkan dengan  $\pm 2/\sqrt{n}$ , dimana  $n$  merupakan jumlah pengamatan deret waktu. Delurgio (1998) menambahkan bahwa apabila nilai autokorelasi parsial suatu *lag* melebihi batas selang kepercayaan, *lag* tersebut signifikan (Kusumaningtyas, 2012). Menurut Nachrowi dan Usman (2006), proses identifikasi perlu dibekali pengalaman.

Tabel 2. Rangkuman sifat-sifat ACF dan PACF dari model ARIMA

Proses	Plot ACF	Plot PACF
(1)	(2)	(3)
White noise (random error)	Tidak ada yang melewati batas selang kepercayaan pada $lag > 0$	Tidak ada yang melewati batas selang kepercayaan pada $lag > 0$
AR(p)	Meluruh menuju nol secara eksponensial	Di atas batas selang kepercayaan maksimum samapi lag ke $p$ dan di bawah batas pada $lag > p$
MA(q)	Di atas batas selang kepercayaan maksimum sampai lag $q$ dan di bawah batas pada $lag > q$	Meluruh menuju nol secara eksponensial
ARMA (p,q)	Meluruh menuju nol secara eksponensial	Meluruh menuju nol secara eksponensial

Sumber: Rosadi, 2012

## Estimasi Model

Setelah mendapatkan nilai  $p, d, q$ , selanjutnya dilakukan estimasi parameter model ARIMA. Hasil identifikasi model, memungkinkan mempunyai beberapa model ARIMA yang diduga model terbaik. Model terbaik didasarkan pada *goodness of fit*, yaitu tingkat signifikansi koefisien parameter melalui uji t, uji F, nilai koefisien determinasi ( $R^2$ ), *Akaike's Information Criterion* (AIC), dan *Bayesian Information Criterion* (BIC) (Juanda dan Junaidi, 2012).

## Pemeriksaan Diagnosa Model

Langkah selanjutnya adalah melakukan pemeriksaan diagnosa dari model yang telah di estimasi pada langkah sebelumnya. Pada langkah ini dilakukan pengujian terhadap residual model yang diperoleh. Model yang baik mengikuti asumsi *error* dari model teoritis, seperti sifat *white noise* (acak), normalitas, dan homoskedastisitas dari residual (Yurekli dan Ozturk, 2004).

### 1. *White noise*

Untuk melihat apakah residual bersifat *white noise* dapat dilakukan dengan dua cara. Pertama, dengan melihat korelogram baik melalui ACF maupun PACF. Masing-masing residual autokorelasi  $r_k(e)$  sebaiknya bernilai kecil dan umumnya berkisar antara  $\pm 2\sqrt{n}$ . Jika koefisien ACF dan PACF secara individu tidak signifikan, maka residual dari model yang didapat bersifat *white noise* (acak). Kedua, dengan melakukan uji korelasi serial menggunakan Ljung-Box. Uji Ljung-

Box merupakan pengembangan dari uji Q, tetapi untuk sampel kecil. Akan tetapi, uji ini lebih *powerfull* (Nachrowi dan Usman, 2006).

$$H_0: \rho_1 = \rho_2 = \dots = \rho_k = 0, k < n$$

$$H_1: \text{minimal ada satu } \rho_k \neq 0, k = 1, 2, \dots, k$$

Menurut Hanke dan Reitsch (1998), formulasi dari pengujian ini, sebagai berikut:

$$Q_m = n(n+2) \sum_{k=1}^m \left( \frac{r_k^2}{n-k} \right) \quad (17)$$

dimana,

$n$  : jumlah observasi

$m$  : jumlah lag yang di uji

$k$  : panjang lag yang di periksa

$r_k$  : nilai ACF pada lag  $k$

Nilai  $Q_m$  dibandingkan dengan tabel *Chi-square* dengan derajat bebas  $m-p-q$ . Jika  $LB > \chi_{m-p-q, \alpha}^2$  atau  $p\text{-value} < \alpha$ , maka  $H_0$  ditolak. Artinya, residual dari model dugaan tidak memenuhi atau tidak bersifat *white noise*. Apabila residual model dugaan tidak *white noise*, maka harus kembali ke langkah pertama untuk mencari model lain (Hanke dan Reitsch, 1998).

## 2. Uji asumsi klasik normalitas

### a. Uji Jarque Bera

Pengujian normalitas dengan statistik uji *Jarque-Bera (JB)* memiliki hipotesis penelitian sebagai berikut:

$$H_0: \text{Data berdistribusi Normal}$$

$$H_1: \text{Data tidak berdistribusi Normal}$$

dengan uji statistik yang dapat dihitung dengan rumus berikut:

$$JB = n \left[ \frac{skewness^2}{6} + \frac{(kurtosis-3)^2}{24} \right] \quad (18)$$

dengan:

$$skewness = \frac{\frac{1}{n} \sum_{i=1}^n (x_i - \bar{x})^3}{(\frac{1}{n} \sum_{i=1}^n (x_i - \bar{x})^2)^{3/2}} \quad (19)$$

$$kurtosis = \frac{\frac{1}{n} \sum_{i=1}^n (x_i - \bar{x})^4}{(\frac{1}{n} \sum_{i=1}^n (x_i - \bar{x})^2)^2} \quad (20)$$

Uji *Jarque-Bera* mempunyai distribusi *chi square* dengan derajat bebas dua.

Jika hasil Uji *Jarque-Bera* lebih kecil dari nilai *chi square* pada nilai  $\alpha$  yang ditentukan, maka data berdistribusi Normal.

b. Uji Lilliefors dan Kolmogorov-Smirnov

Pada dasarnya uji Lilliefors sama dengan uji Kolmogorov-Smirnov untuk menguji kenormalan data. Perbedaannya adalah Kolmogorov-Smirnov menggunakan rata-rata dan varians dari populasi sedangkan Lilliefors menggunakan rata-rata dan varians dari data (sampel). Hipotesisnya adalah sebagai berikut.

$H_0$ : Data berdistribusi Normal

$H_1$ : Data tidak berdistribusi Normal

Dengan uji statistik D yang dapat diperoleh melalui perhitungan berikut:

$$D = \max \{D^+, D^-\} \quad (21)$$

dengan

$$D^+ = \max_{i=1, \dots, n} \{i/n - p_{(i)}\} \quad (22)$$

$$D^- = \max_{i=1, \dots, n} \{p_{(i)} - (i-1)/n\} \quad (23)$$

dengan

$$p_{(i)} = \Phi ([x_i - \bar{x}/s]) \quad (24)$$

$\Phi$  = fungsi distribusi komulatif (CDF) dari distribusi normal standar.

$\bar{x}$  = rata-rata data

$s$  = standar deviasi data

Keputusan tolak  $H_0$  jika  $D$  lebih besar  $D$  tabel, nilai kritis pada tabel Lilliefors atau Kolmogorov-Smirnov (Siegel, 2011).

c. Uji Anderson-Darling

Uji Anderson-Darling diperkenalkan oleh Theodore Anderson dan Donald Darling pada tahun 1952. Ini adalah uji statistik apakah dataset berasal dari distribusi probabilitas tertentu, misalnya distribusi normal. Tes ini melibatkan perhitungan statistik Anderson-Darling. Semakin baik distribusi sesuai dengan data, semakin kecil nilai statistik Anderson-Darling. Hipotesisnya adalah:

$H_0$ : Data berdistribusi Normal

$H_1$ : Data tidak berdistribusi Normal

Uji statistik Anderson-Darling adalah:

$$AD = -n - \frac{1}{n} \sum_{i=1}^n [2i - 1] [\ln p_{(i)} + \ln(1 - p_{(n-i+1)})] \quad (25)$$

$$AD^* = AD \left(1 + \frac{0.75}{n} + \frac{2.25}{n^2}\right) \quad (26)$$

dengan

$$p_{(i)} = \Phi \left( \frac{x_i - \bar{x}}{s} \right) \quad (27)$$

$\Phi$  = fungsi distribusi komulatif (CDF) dari distribusi normal standar.

$\bar{x}$  = rata-rata data

$s$  = standar deviasi data

Nilai  $p$  value untuk statistik Anderson-Darling *adjusted* dihitung dengan ketentuan sebagai berikut:

1. Jika  $AD^* \geq 0.6$ , maka  $p$  value =  $\exp(1.2937 - 5.709(AD^*) + 0.0186(AD^*)^2)$

2. Jika  $0.34 < AD^* < 0.6$ , maka  $p \text{ value} = \exp(0.9177 - 4.279(AD^*) - 1.38(AD^*)^2)$
3. Jika  $0.2 < AD^* < 0.34$ , maka  $p \text{ value} = 1 - \exp(-8.318 + 42.796(AD^*) - 59.938(AD^*)^2)$
4. Jika  $AD^* \leq 0.2$ , maka  $p \text{ value} = 1 - \exp(-13.436 + 101.14(AD^*) - 223.73(AD^*)^2)$

Tolak  $H_0$  jika  $p \text{ value}$  lebih kecil dari  $\alpha$  yang digunakan dalam penelitian.

### 3. Asumsi Homoskedastisitas

Untuk pengujian heteroskedastisitas digunakan statistik uji Breusch-Pagan (BP) dengan hipotesis sebagai berikut:

$$H_0: \sigma_1^2 = \sigma_2^2 = \dots = \sigma_n^2 = \sigma^2 \text{ (Homoskedastisitas)}$$

$$H_1: \text{minimal ada satu } \sigma_i^2 \neq \sigma^2 \text{ (Heteroskedastisitas)}$$

Nilai BP-Test adalah sebagai berikut:

$$BP = \frac{1}{2} \mathbf{f}^T \mathbf{X} (\mathbf{X}^T \mathbf{X})^{-1} \mathbf{X}^T \mathbf{f} \quad (28)$$

dengan elemen vektor  $\mathbf{f}$  adalah

$$f_i = \left( \frac{e_i^2}{\hat{\sigma}^2} - 1 \right) \quad (29)$$

dengan  $i = 1, 2, \dots, n$ ,  $e_i$  adalah residual observasi ke- $i$  hasil regresi,  $\hat{\sigma}^2$  adalah varians dari observasi yang dapat dihitung dengan rumus  $\hat{\sigma}^2 = \mathbf{e}^T \mathbf{e} / n$ ,  $\mathbf{X}$  adalah matriks  $n \times (p + 1)$  dari observasi dengan elemen kolom pertama menggunakan vektor satu, dan  $p$  adalah jumlah variabel prediktor.  $H_0$  ditolak apabila  $BP > \chi^2_{(\alpha, p)}$ .

## Peramalan

Peramalan merupakan tahap akhir. Peramalan dilakukan berdasarkan model terbaik yang telah memenuhi asumsi-asumsi yang telah ditentukan. Setelah mendapatkan model yang memadai, peramalan untuk satu periode atau beberapa periode kedepan dilakukan. Akan tetapi, dalam prakteknya model terbaik yang didapatkan bukan model yang sebenarnya, melainkan hanya pendekatan yang selalu mengandung kesalahan pada langkah identifikasi dan estimasi (Nuvitasari, 2009).

## Kriteria Pemilihan Model Terbaik

Hanke dan Reitsch (1998) mengatakan bahwa untuk membandingkan keakuratan dari dua teknik peramalan yang berbeda dan mencari teknik peramalan yang optimal dapat digunakan beberapa pengukuran, antara lain:

### 1. *Root Mean Square Error (RMSE)*

RMSE digunakan untuk mengukur residual ramalan dalam unit yang sama dengan deret asli. Formula RMSE dapat dituliskan, sebagai berikut:

$$RMSE = \sqrt{MSE} = \sqrt{\frac{1}{n} \sum_{t=1}^n (Y_t - \hat{Y}_t)^2} \quad (30)$$

dimana:

$Y_t$  : Nilai aktual periode ke-t

$\hat{Y}_t$  : Nilai peramalan untuk periode ke-t

$n$  : Jumlah amatan

## 2. *Mean Absolute Percentage Error (MAPE)*

MAPE berguna untuk mengukur kesalahan nilai dugaan model yang dinyatakan dalam bentuk rata-rata persentase absolut kesalahan (Junaidi dan Juanda, 2012). Nilai MAPE mengindikasikan seberapa besar penyimpangan antara residual ramalan dengan nilai sebenarnya (Hanke dan Reitsch, 1998). Formula MAPE dapat dituliskan, sebagai berikut:

$$\text{MAPE} = 100\% \times \frac{\sum_{t=1}^n \frac{|Y_t - \hat{Y}_t|}{Y_t}}{n} \quad (31)$$

## 3. *Mean Absolut Error (MAE)*

MAE mengukur keakuratan peramalan melalui nilai mutlak setiap residual. Hanke dan Reitsch (1998) mengatakan bahwa MAE digunakan untuk mengukur peramalan dalam satuan yang sama dengan deret asli. Formula MAE dapat dituliskan, sebagai berikut:

$$\text{MAE} = \frac{1}{n} \sum_{t=1}^n |Y_t - \hat{Y}_t| \quad (32)$$

Nilai statistik dari ketiga pengukuran, yaitu RMSE, MAPE dan MAE, jika mendekati nol maka menghasilkan model terbaik.

Selain ketiga pengukuran diatas terdapat alternatif dalam memilih model terbaik, yaitu menggunakan *information criteria* (Makridakis et.al, 1993). *Information criteria* memberikan *penalty* kepada nilai *likelihood* setiap penambahan parameter dalam model. Jika penambahan model tidak meningkatkan nilai *likelihood* lebih dari besar nilai *penalty*, maka penambahan parameter tidak berarti. Terdapat beberapa *information criteria* (Brockwell dan Davis, 2002) diantaranya:



1. *Akaike's information criterion (AIC)*

Misalkan  $m = p + q + P + Q$  adalah jumlah parameter yang diestimasi didalam model. Maka AIC dapat dituliskan sebagai berikut :

$$AIC = 2 \log(L) + 2m \quad (33)$$

2. *Corrected Akaike's information criterion (AICc)*

Untuk model ARIMA, AIC terkoreksi dapat dituliskan sebagai berikut:

$$AICc = AIC + \frac{2m(m+1)}{n-m-1} \quad (34)$$

3. *Bayesian Information Criterion (BIC)*

*Bayesian Information Criterion* dapat ditulis sebagai berikut:

$$BIC = AIC + (\log(n) - 2)(m) \quad (35)$$

## ***Iframe***

*Iframe* adalah sebuah elemen HTML (*Hypertext Markup Language*) yang merupakan konteks *browsing* secara bersarang, digunakan meng-*embed* halaman HTML lain ke dalam halaman saat ini. Dalam HTML 4.01, sebuah dokumen dapat berisi *head* atau *frame-set*, tapi tidak dapat berisi *frame* dan *body* secara bersamaan. Namun, *iframe* dapat digunakan dalam *body* sebuah dokumen. Setiap konteks *browsing* memiliki *session history* dan dokumen aktif tersendiri. Konteks *browsing* yang berisi konten yang di-*embed* disebut *parent browsing context*. Level tertinggi dari konteks *browsing* biasanya merupakan jendela browser.

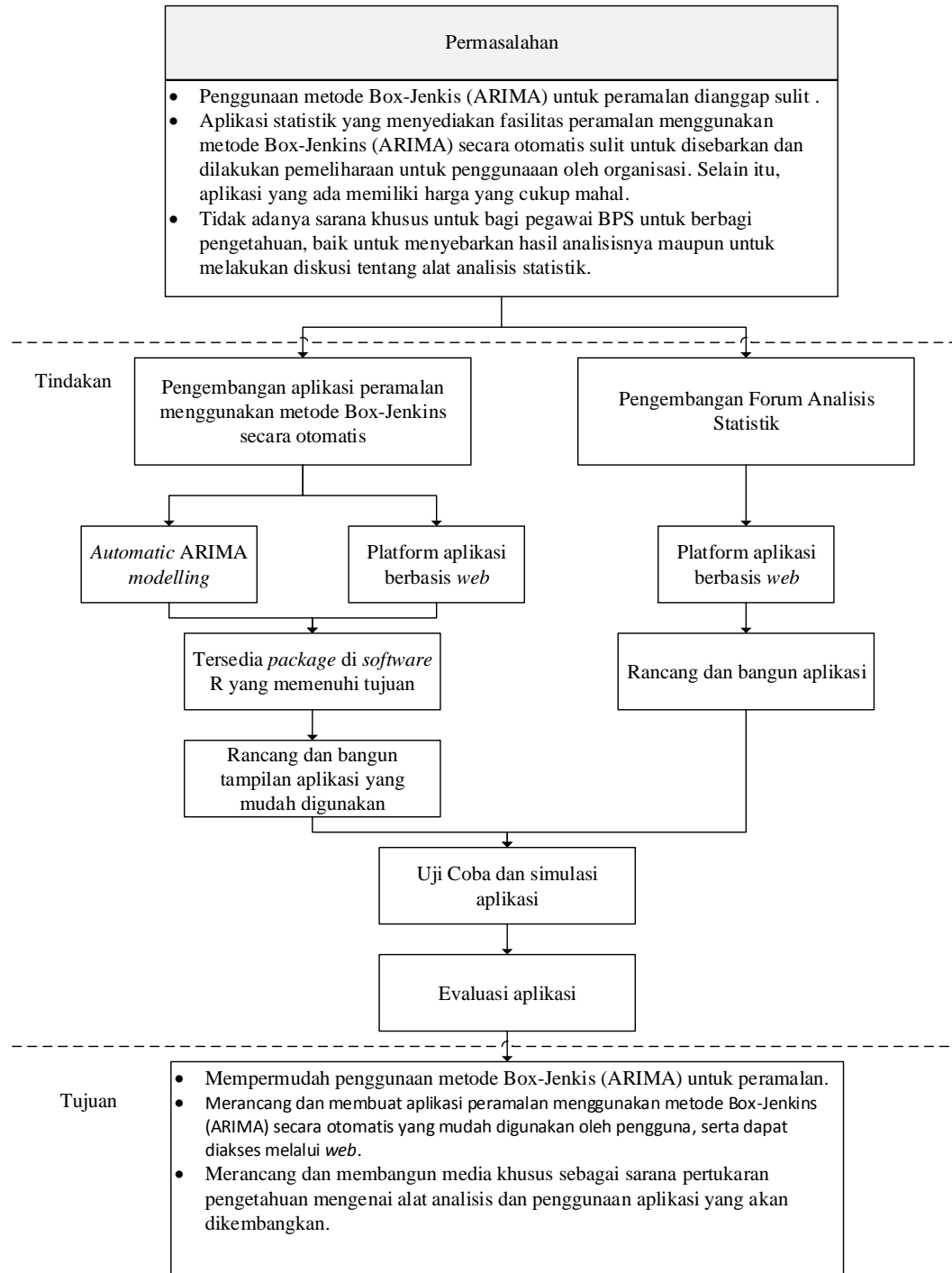
## 2.2 Penelitian Terkait

Fristiana (2013) meneliti tentang “Sistem Otomatisasi Pelayanan Pengolahan Data Statistik BPS Dengan *Remote Access*”. Pada penelitian ini mencoba untuk mengembangkan sebuah *remote access system* berbasis web yang menggunakan *menu-driven queries* untuk menangkap input dari *user*. Pada *remote access system* ini pengguna dapat memilih data yang diinginkan kemudian dapat melakukan analisis data secara langsung pada sistem tanpa perlu mengunduh data terlebih dahulu. Hasil analisis akan ditampilkan secara langsung pada halaman *web* sistem.

Telah ada beberapa penelitian untuk mengotomatisasi pemodelan ARIMA. Hannan dan Rissanen (1982) mengusulkan metode untuk mengidentifikasi orde dari sebuah model ARMA untuk *series* yang stasioner. Dalam metode mereka orde model ARMA dapat diperoleh dengan melakukan *fitting* sebuah model *autoregressive* yang panjang terhadap data, kemudian likelihood dari model yang memungkinkan dihitung melalui serangkaian regresi standar. Gomez (1998) melanjutkan metode identifikasi Hannan-Rissanen untuk memasukkan identifikasi model ARIMA musiman multiplikatif. Algoritma yang diajukan berupaya menemukan model dengan nilai BIC terkecil untuk *series* yang diberikan. Hyndman dan Khandakar (2008) mengajukan algoritma *stepwise* untuk memperoleh model ARIMA terbaik berdasarkan nilai AIC, AICc atau BIC. Algoritma ini melakukan pencarian atas model yang memungkinkan dalam batasan yang ditentukan. Algoritma ini dapat diterapkan baik pada data musiman maupun tidak musiman.

## 2.3 Kerangka Pikir

Secara skematis gambaran kerangka pikir dalam penelitian ini adalah sebagai berikut :



Gambar 2. Kerangka pikir penelitian

## **BAB III**

### **METODOLOGI**

#### **3.1 Ruang Lingkup Penelitian**

Ruang lingkup penelitian ini adalah perancangan dan pembuatan aplikasi peramalan dengan metode Box-Jenkins (ARIMA). Penelitian ini akan menghasilkan artefak berupa aplikasi yang dapat digunakan untuk peramalan menggunakan metode Box-Jenkins (ARIMA) secara otomatis. Data yang akan dianalisis dalam penelitian ini adalah data Indeks Harga Konsumen sekaligus sebagai data untuk menguji aplikasi yang akan dikembangkan.

#### **Rincian Data Indeks Harga Konsumen**

Menurut Badan Pusat Statistik, Indeks Harga Konsumen ialah suatu indeks yang menghitung rata-rata perubahan harga dalam suatu periode, dari suatu kumpulan harga barang dan jasa yang dikonsumsi oleh penduduk/rumah tangga dalam kurun waktu tertentu. Jenis barang dan jasa tersebut dikelompokkan menjadi 7 kelompok, yaitu bahan makanan; makanan jadi, minuman, rokok, dan tembakau; perumahan; sandang; kesehatan; pendidikan, rekreasi dan olahraga; transpor dan komunikasi. Periode yang digunakan adalah data bulanan, yaitu data IHK bulanan Indonesia dari bulan Januari 2000 s/d Juli 2014. Adanya perbedaan tahun dasar menyebabkan adanya penurunan data yang berbeda cukup besar pada saat pergantian tahun dasar, oleh karena itu dilakukan penyeragaman tahun dasar. Tahun dasar yang dipilih adalah tahun dasar terakhir, yaitu tahun dasar 2012 ( $2012 = 100$ ).

Alasan pemilihan tahun dasar 2012 adalah karena lebih menggambarkan kondisi terkini. Selain itu cakupan tahun dasar 2012 lebih luas daripada tahun-tahun dasar sebelumnya.

### 3.2 Metode Pengumpulan Data

Data Indeks Harga Konsumen Indonesia yang digunakan pada penelitian ini merupakan data sekunder yang bersumber dari Badan Pusat Statistik (BPS). Secara umum data Indeks Harga Konsumen diperoleh dari :

- a. Survei Biaya Hidup (SBH) yang dilakukan BPS setiap 5-10 tahun sekali.

Metodologi yang digunakan dalam SBH adalah sebagai berikut:

Tabel 3. Metodologi Survei Biaya Hidup

Cakupan Wilayah	Sebagian wilayah provinsi di Indonesia
Cakupan Responden	Rumah tangga biasa terpilih di kabupaten/kota terpilih
Unit Observasi	Rumah tangga
Unit Analisis	Kota SBH
Pengumpulan Data	Lainnya

Sumber : BPS, 2014

- b. Survei Harga Konsumen (SHK), merupakan survei harga transaksi yang terjadi antara penjual (pedagang eceran dan pembeli (konsumen). SHK bertujuan untuk mendapatkan data harga konsumen yang lengkap, akurat dan tepat waktu sebagai bahan penyusunan Indeks Harga Konsumen serta memenuhi kebutuhan data dan

informasi dalam rangka menunjang pembangunan nasional. Metodologi yang digunakan dalam SHK adalah sebagai berikut:

Tabel 4. Metodologi Survei Harga Konsumen

Cakupan Wilayah	Sebagian wilayah provinsi di Indonesia
Cakupan Responden	Survei harga konsumen mencakup pedagang eceran, rumah sakit, dokter dan sebagainya yang menjual berbagai jenis barang dan jasa yang ada dalam paket kamus IHK
Unit Observasi	1. Pedagang eceran di pasar tradisional/modern/outlet; 2. Rumah tangga (upah pembantu RT); 3. Institusi (Tarif PAM/PLN, dll)
Unit Analisis	Kota IHK
Pengumpulan Data	Wawancara Langsung

Sumber : BPS, 2014

### 3.3 Metode Analisis dan Integrasinya dengan Aplikasi yang Dikembangkan

Data IHK yang tersedia akan digunakan sebagai dasar untuk melakukan peramalan ke depan, dengan menggunakan metode Box-Jenkins (ARIMA). Langkah-langkah analisis data IHK dengan menggunakan metode Box-Jenkins (ARIMA) adalah sebagai berikut :

1. Pengecekan stasioneritas, yaitu mengidentifikasi data IHK apakah telah stasioner dalam *mean*-nya. Identifikasi stasioneritas pada *mean* dilakukan dengan melihat *time series plot*, plot ACF, dan plot PACF serta melakukan uji *unit-root*. Uji unit-root yang digunakan adalah *Augmented Dickey-Fuller (ADF) test*, *Kwiatkowski-Phillips-Schmidt-Shin (KPSS) test*, dan

*Phillips-Perron (PP) test* yang terdapat dalam *package* *tseries* pada *software* R. Jika ditemukan data IHK tidak stasioner pada mean, maka dilakukan proses pembedaan (*difference*) pada lag tertentu, sampai data menjadi stasioner pada meannya.

2. Identifikasi model, setelah kriteria stasioneritas data terpenuhi tahap selanjutnya yaitu menentukan model ARIMA yang sesuai dengan data IHK dengan melihat pola plot ACF dan PACF. Selain identifikasi model secara manual (*trial and error*) oleh peneliti, juga dilakukan identifikasi model secara otomatis menggunakan fungsi *auto.arima* yang terdapat dalam *package* *forecast* pada *software* R. Hasil identifikasi model secara manual (*trial and error*) dan otomatis ini nantinya akan dibandingkan pada tahap penentuan model terbaik.
3. Estimasi parameter, yaitu melakukan estimasi parameter untuk model yang diusulkan. Estimasi parameter dilakukan dengan menggunakan fungsi *Arima* dalam *package* *forecast* pada *software* R.
4. Pemeriksaan diagnostik, yaitu menguji apakah residual model yang diperoleh telah *white-noise*. Uji asumsi *white-noise* dilakukan menggunakan uji Box-Pierce dan Uji Ljung-Box yang tersedia pada *software* R.
5. Penentuan model terbaik, yaitu memilih model terbaik diantara model-model dugaan awal yang lolos uji diagnostik berdasarkan salah satu kriteria AICc, AIC, atau BIC.
6. Mengukur keakuratan model yang dipilih, dilakukan dengan membandingkan nilai peramalan IHK dari model yang diperoleh dari data

*in sample* dengan nilai IHK sebenarnya pada *data out sample*. Nilai keakuratan peramalan yang dipakai adalah RMSE, MAE, MAPE, MASE, dan statistik Theil's U, jika nilai-nilainya kecil, maka dapat dikatakan model yang terpilih sudah baik dan dapat diteruskan ke tahap peramalan. Namun, jika nilai-nilai *error* tersebut besar, maka model yang terpilih kurang baik dan ulangi langkah 3 hingga 6, sampai menemukan model dengan nilai *error* yang kecil.

7. Setelah diperoleh model dengan tingkat keakuratan yang baik, dilakukan peramalan IHK Indonesia untuk 6 bulan mendatang, yaitu bulan Agustus 2014 s/d Januari 2015.

Langkah-langkah diatas akan diintegrasikan pada aplikasi peramalan menggunakan metode Box-Jenkins (ARIMA) yang akan dibangun, sehingga tidak perlu membuka konsol R dan meng-*install* satu-persatu *package* R yang dibutuhkan.

### **Algoritma Hyndman dan Khandakar**

Algoritma yang digunakan untuk mengidentifikasi model ARIMA secara otomatis pada penelitian ini adalah algoritma Hyndman dan Khandakar (Hyndman RJ dan Khandakar Y, 2008). Algoritma ini mengkombinasikan uji *unit root*, meminimalkan nilai AICc, dan MLE untuk memperoleh model ARIMA. Langkah-langkah dalam algoritma ini adalah sebagai berikut:

1. Orde *differencing*  $d$  diperoleh dengan melakukan uji *unit-root* secara berturut-turut.



2. Orde  $p$  dan  $q$  dipilih dengan meminimumkan AICc setelah melakukan proses *differencing* data sebanyak  $d$  kali. Digunakan algoritma *step-wise* untuk mencari model agar tidak mencoba semua kemungkinan kombinasi dari  $p$  dan  $q$ . algoritma *stepwise* yang digunakan adalah sebagai berikut :

2.1 Model nilai AICc terkecil (model terbaik) dipilih dari 4 model berikut :

- ARIMA(2,d,2) jika  $s = 1$  dan ARIMA(2,d,2)(1,D,1) jika  $s > 1$ .
- ARIMA(0,d,0) jika  $s = 1$  dan ARIMA(0,d,0)(0,D,0) jika  $s > 1$ .
- ARIMA(1,d,0) jika  $s = 1$  dan ARIMA(1,d,0)(1,D,0) jika  $s > 1$ .
- ARIMA(0,d,1) jika  $s = 1$  dan ARIMA(2,d,2)(1,D,1) jika  $s > 1$ .

Jika suatu model memiliki orde  $d+D \leq 1$ , model tersebut akan memiliki parameter *drift*(konstan), jika tidak model tersebut tidak memiliki parameter *drift*. Dari keempat model diatas, dipilih model dengan nilai AICc terkecil. Model ini dianggap sebagai model terbaik sementara dan dilambangkan dengan ARIMA  $(p,d,q)$  jika  $s = 1$  dan ARIMA  $(p,d,q)(P,D,Q)^s$  jika  $s > 1$ .

2.2 Kemudian dilakukan variasi sampai dengan 13 variasi dari model sementara, yaitu sebagai berikut:

- Menambah atau mengurangi orde salah satu parameter  $p$ ,  $q$ ,  $P$ , dan  $Q$  sebanyak satu orde ( $\pm 1$ ) dari model sementara.
- Menambah atau mengurangi orde kedua parameter  $p$  dan  $q$  sebanyak satu orde ( $\pm 1$ ) dari model sementara.

- Menambah atau mengurangi orde kedua parameter P dan Q sebanyak satu orde ( $\pm 1$ ) dari model sementara.
- Memasukkan atau mengeluarkan parameter *drift* (konstan) dari model sementara.

Setiap kali ditemukan model dengan nilai AICc yang lebih kecil dari model sementara, model ini menjadi model sementara yang baru dan prosedur diulangi lagi. Proses pencarian model akan selesai setelah tidak dapat ditemukan lagi model yang memiliki nilai AICc lebih kecil dari model sementara.

### 3.4 Metode Pengembangan Aplikasi

Metodologi yang digunakan dalam pengembangan aplikasi adalah *System Development Life Cycle* (SDLC). Pengembangan dilakukan dengan mengikuti tahapan-tahapan sesuai metodologi yang digunakan, yaitu meliputi :

#### 1. Inisiasi sistem

Inisiasi sistem adalah langkah awal dalam membangun sistem (dalam penelitian ini sistem aplikasi). Pada tahapan ini, ditentukan ruang lingkup penelitian yang meliputi sumber data yang dianalisis, diikuti dengan pencarian fakta mengenai latar belakang dan penelitian terkait.

#### 2. Analisis sistem

Pada tahapan ini, dilakukan analisis sistem berjalan, analisis masalah, dan analisis kebutuhan. Informasi yang diperoleh dari hasil analisis tersebut berupa kekurangan dari sistem yang telah ada. Agar lebih mudah dipahami, analisis sistem berjalan digambarkan dalam bentuk *flowchart*, dan diagram

Ishikawa atau diagram *fishbone*. Kemudian, diajukan beberapa solusi dari hasil analisis sistem berjalan, analisis masalah, dan analisis kebutuhan untuk selanjutnya akan dipilih solusi terbaik.

### 3. Rancangan sistem

Pada tahapan ini, dilakukan perancangan dari alternatif sistem berjalan, yaitu sistem usulan. Pembuatan sistem usulan ini meliputi perancangan arsitektur sistem, menggunakan *database* yang telah ada (dari *plugin* aplikasi), dan merancang antarmuka.

### 4. Implementasi sistem

Pada tahapan ini, dilakukan implementasi dari sistem usulan. Tahapan implementasi meliputi identifikasi perangkat keras dan perangkat lunak dari sistem, implementasi program, antarmuka, dan database yang telah ada sebelumnya (dari *plugin* aplikasi) .

### 5. Uji coba dan evaluasi

Uji coba dan evaluasi dilakukan dari sisi pengguna dan sistem. Dari sisi pengguna uji coba yang dilakukan yaitu *blackbox testing*, yang berguna untuk memastikan aliran kontrol dan aliran logika sistem berjalan benar (Bertolini et.al, 2005) dan uji kepuasan pengguna atau *usability testing*, yang berguna untuk mengetahui seberapa besar kemudahan antarmuka pengguna yang disajikan (Nielsen, 1994). Uji coba pada sistem dilakukan dengan membandingkan *output* yang dihasilkan aplikasi dengan aplikasi pembanding. Sedangkan teknik evaluasi penelitian digunakan untuk mengetahui kelebihan dan kekurangan yang ada pada perancangan sistem yang telah dibangun.

## **BAB IV**

### **HASIL DAN PEMBAHASAN**

#### **4.1 Analisis Sistem Berjalan**

Tahapan ini bertujuan untuk mengetahui berbagai permasalahan yang ada untuk selanjutnya diberikan analisis tentang permasalahan tersebut. Setelah analisis permasalahan, selanjutnya dilakukan analisis untuk solusi yang tepat mengenai berbagai permasalahan yang ada pada sistem yang berjalan. Untuk mendapatkan informasi keadaan sistem berjalan pada penelitian ini maka dilakukan beberapa metode, yaitu:

1. Kuesioner

Menyebarkan kuesioner kepada Kasie Analisis BPS Provinsi dan mahasiswa Sekolah Tinggi Ilmu Statistik (STIS). Melalui kuesioner tersebut, didapatkan langkah-langkah untuk melakukan peramalan dengan metode Box-Jenkins (ARIMA) dan kendala-kendala yang dihadapi pengguna.

2. Studi literatur

Melakukan pembelajaran sendiri terkait dengan metode Box-Jenkins (ARIMA), baik dari *textbook* maupun jurnal-jurnal terkait.

3. Pengamatan aplikasi statistik

Peneliti melakukan pengamatan terhadap beberapa aplikasi statistik yang menyediakan fasilitas untuk melakukan peramalan menggunakan metode Box-Jenkins (ARIMA), yaitu SPSS dan EViews.

## Gambaran Umum Sistem Berjalan

### 1. Proses input data

Langkah pertama yang dilakukan pengguna adalah memasukkan data ke *data editor* yang telah disediakan oleh paket program (yaitu SPSS dan EViews), baik dengan cara mengentri secara manual maupun menyalin dengan menggunakan fasilitas *copy* dan *paste* jika pengguna data telah memiliki data dalam format lain.

### 2. Proses pencarian pengetahuan

Untuk melakukan peramalan menggunakan metode Box-Jenkins (ARIMA) pada paket program yang sudah ada pengguna membutuhkan pengetahuan tentang analisis ARIMA dan cara penggunaannya pada aplikasi agar dapat melakukan analisis yang baik dan benar. Jika pengguna belum memiliki pengetahuan mengenai hal tersebut, umumnya pengguna melakukan pencarian pengetahuan melalui media *internet*, membaca *textbook*, maupun bertanya kepada orang lain (*tacit knowledge*). Namun, seringkali pengguna tidak dapat menemukan pengetahuan yang dibutuhkan dan akhirnya peramalan tidak dapat dilakukan.

### 3. Proses peramalan menggunakan metode Box-Jenkins (ARIMA)

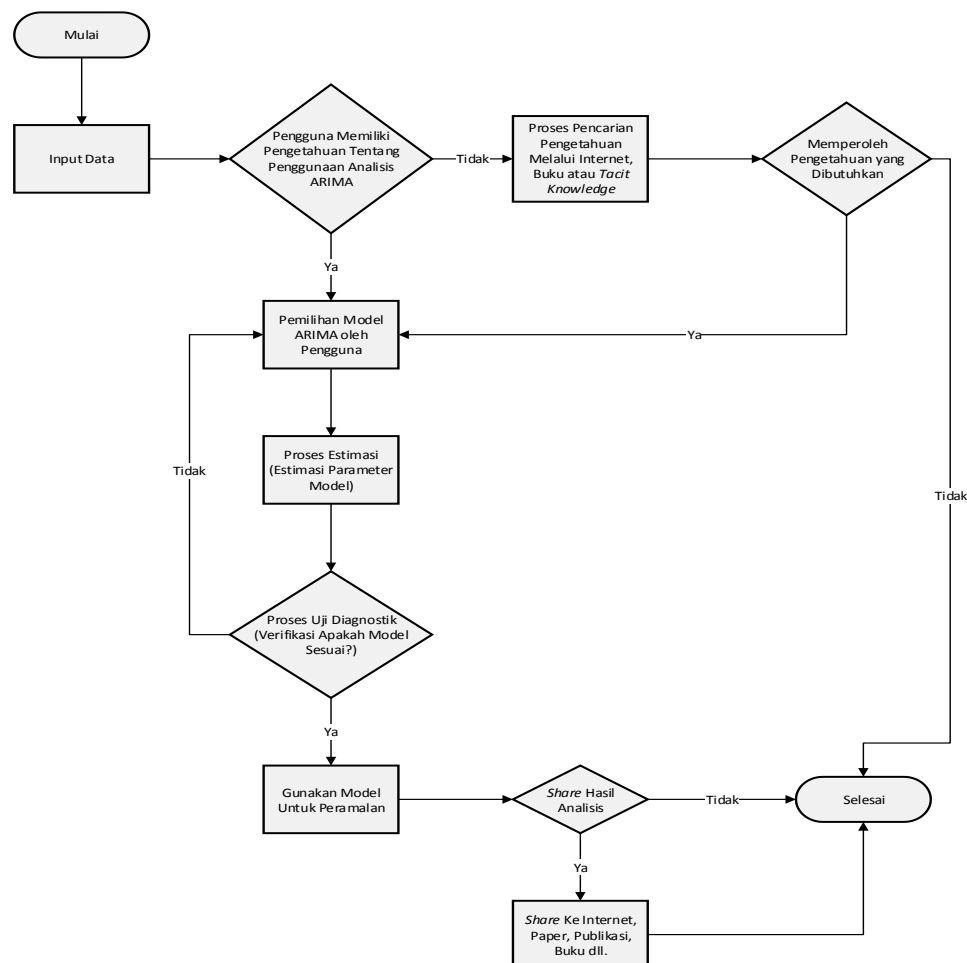
Jika pengguna telah memiliki pengetahuan yang dibutuhkan, langkah selanjutnya adalah melakukan peramalan menggunakan metode Box-Jenkins (ARIMA), seperti yang terlihat pada gambar 3 tahapan pertama adalah pemilihan model ARIMA oleh pengguna. Setelah pengguna menentukan model yang akan digunakan dilakukan estimasi parameter,

kemudian dilakukan uji diagnostik. Model yang lolos uji diagnostik dapat digunakan untuk peramalan.

#### 4. Proses penyebaran hasil analisis

Setelah melakukan peramalan menggunakan metode Box-Jenkins (ARIMA), pengguna diberikan pilihan apakah ingin *men-share* yang telah dilakukan atau disimpan sendiri.

Gambaran umum proses analisis ARIMA yang sedang berjalan ditunjukkan oleh diagram berikut ini :



Gambar 3. *Flowchart diagram* sistem berjalan

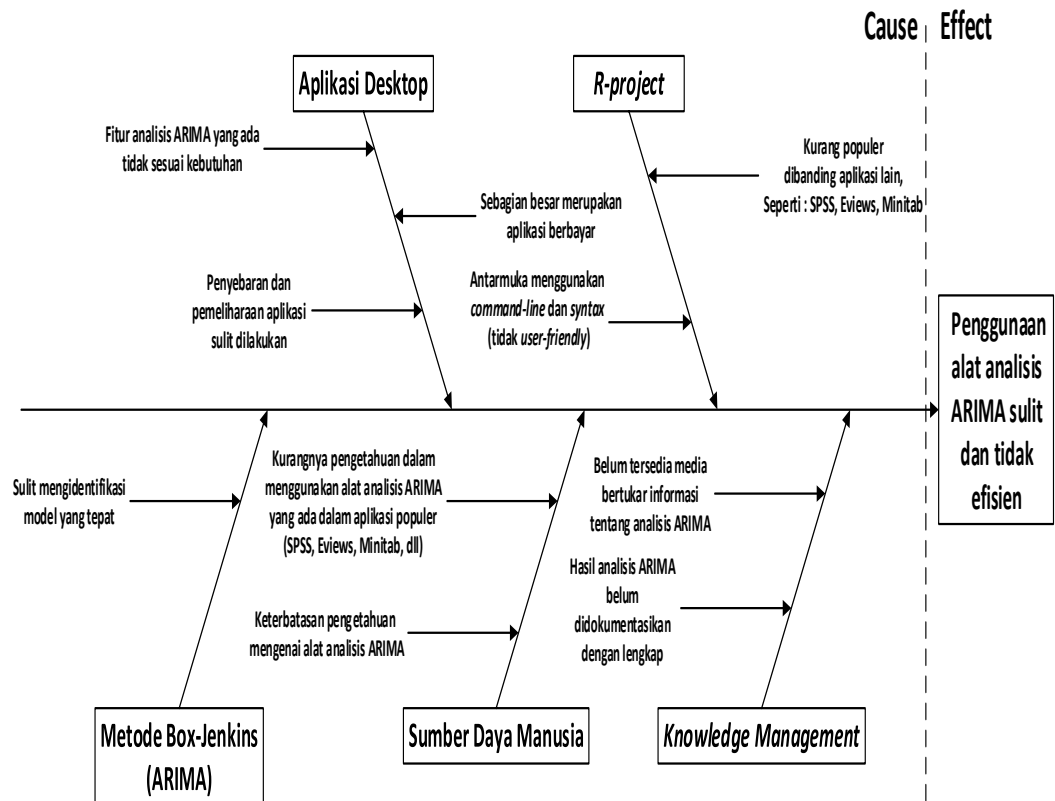
## Analisis Masalah

Setelah dilakukan analisis sistem berjalan, dilakukan analisis masalah menggunakan PIECES framework berdasarkan analisis sistem berjalan. Tabel berikut menjelaskan permasalahan yang ditemukan :

Tabel 5. PIECES *framework* sistem berjalan

Bagian	Permasalahan
<i>Performance</i>	<ul style="list-style-type: none"><li>- Tidak ada masalah dalam hal performa aplikasi dalam menganalisis data</li></ul>
<i>Information</i> <ul style="list-style-type: none"><li>- <i>Output</i></li><li>- <i>Input</i></li></ul>	<ul style="list-style-type: none"><li>- Untuk memperoleh pengetahuan tentang analisis ARIMA pengguna harus melakukan pencarian melalui media internet, membaca buku, atau bertanya kepada ahli (<i>tacit knowledge</i>).</li><li>- Hasil analisis belum didokumentasikan dan di-<i>share</i> dengan baik.</li></ul>
<i>Economic</i> <ul style="list-style-type: none"><li>- <i>Cost</i></li></ul>	<ul style="list-style-type: none"><li>- Aplikasi analisis ARIMA yang sudah ada berbayar dan harganya relatif mahal.</li></ul>
<i>Control</i>	<ul style="list-style-type: none"><li>- Tidak ada masalah kontrol atau keamanan data yang dianalisis oleh aplikasi.</li></ul>
<i>Efficiency</i>	<ul style="list-style-type: none"><li>- Tidak efisien dalam waktu melakukan analisis, pengguna yang belum memiliki pengetahuan harus melakukan pencarian tentang pengetahuan yang dibutuhkan.</li><li>- Penyebaran (<i>sharing</i>) hasil analisis masih terbatas pada kalangan tertentu saja, sehingga tidak efisien.</li><li>- Penentuan orde dari model harus melakukan <i>trial and error</i>.</li></ul>
<i>Service</i>	<ul style="list-style-type: none"><li>- Pemeliharaan aplikasi sulit dilakukan, jika ada perubahan pada aplikasi harus dilakukan instalasi ulang.</li><li>- Ada kesempatan untuk meningkatkan layanan yang diberikan sistem ketika tersedia <i>tools</i> analisis ARIMA yang dapat diakses melalui internet.</li></ul>

Dari permasalahan tersebut dilakukan penelusuran akar masalah dengan diagram *fishbone* untuk memodelkan permasalahan yang muncul. Gambar berikut adalah diagram *fishbone* dari permasalahan yang ada tersebut.



Gambar 4. Diagram Fishbone analisis masalah alat analisis ARIMA

Berdasarkan analisis pada aplikasi analisis ARIMA saat ini, ditemukan beberapa permasalahan yang dimodelkan oleh diagram *fishbone* diatas. Pada diagram tersebut terlihat beberapa permasalahan sebagai berikut :

#### 1. Aplikasi *desktop*

Saat ini sebagian besar aplikasi *desktop* atau paket program statistik yang menyediakan alat analisis ARIMA merupakan aplikasi berbayar, sehingga pengguna kesulitan untuk memiliki aplikasi tersebut. Penyebaran dan pemeliharaan aplikasi *desktop* untuk penggunaan oleh organisasi juga sulit,



karena harus meng-*install* satu persatu dan jika ada perubahan (*update*) pada aplikasi akan sulit untuk disebarakan.

## 2. *R-Project*

*R-project* merupakan aplikasi *open source* yang tidak mengenakan biaya bagi pengguna yang ingin memilikinya. Namun, aplikasi ini masih menggunakan antarmuka berbasis *command-line* dan *syntax* untuk menjalankan fungsinya, hal menjadi kendala bagi pengguna yang tidak terbiasa dengan antarmuka tersebut. Selain itu, *R-project* menyediakan banyak sekali *package* tambahan yang harus dipilih, diunduh, kemudian di-*install* oleh pengguna yang sesuai dengan kebutuhannya, hal ini juga menjadi kendala bagi pengguna yang tidak pernah menggunakan *R-project*.

## 3. Sumber Daya Manusia

Secara kemampuan, saat ini masih banyak pengguna yang kurang paham mengenai alat analisis ARIMA, baik secara teori maupun cara penggunaannya pada aplikasi yang ada.

## 4. Metode Box-Jenkins (ARIMA)

Metode Box-Jenkins (ARIMA) untuk peramalan dianggap sulit karena pada tahapan identifikasi model harus melakukan *trial and error* untuk mencari orde yang tepat dan kehandalan dari model yang terpilih juga tergantung dari keahlian dan pengalaman pengguna.

### 1. *Knowledge Management*

Permasalahan *knowledge management* terletak pada belum didokumentasikannya hasil analisis ARIMA yang pernah dilakukan oleh pengguna, sehingga kebanyakan orang tidak dapat menggali *knowledge*

yang seharusnya dapat mempermudah penggunaan dan pengembangan alat analisis ARIMA. Serta belum tersedianya suatu wadah khusus tempat berbagi pengetahuan mengenai alat analisis ARIMA, sehingga *sharing knowledge* menjadi terhambat.

### **Analisis Kebutuhan**

Dari analisis permasalahan, diketahui bahwa dibutuhkan suatu aplikasi analisis ARIMA yang memberikan fasilitas sebagai berikut :

1. Dapat mengidentifikasi model ARIMA yang tepat secara otomatis tanpa perlu *trial and error*, sehingga memudahkan pengguna.
2. Memiliki fasilitas bantuan dan antarmuka yang mudah dimengerti sehingga membantu penggunanya dalam menggunakan aplikasi.
3. Memiliki media khusus untuk para penggunanya berbagi pengetahuan mengenai cara penggunaan aplikasi, pengetahuan terkait alat analisis ARIMA sekaligus tempat untuk *sharing* hasil analisis yang telah dilakukan.

### **Solusi Permasalahan**

Setelah dilakukan analisis sistem berjalan, analisis permasalahan, dan analisis kebutuhan, maka diperlukan suatu solusi untuk menyelesaikan masalah yang ada. Usulan solusi adalah membuat suatu aplikasi analisis analisis ARIMA yang dapat mengidentifikasi model ARIMA secara otomatis tanpa perlu *trial and error*. Kemudian aplikasi ini akan dibangun dengan basis *web* yang disertai dengan sebuah forum yang terintegrasi dengan aplikasi. Selain karena karena bisa diakses dari berbagai tempat, alasan pemilihan aplikasi berbasis *web* adalah karena alasan

kemudahan penyebaran aplikasi. Karena aplikasi berbasis web bersifat *cross-platform* serta akan membuat *tools* baru tersedia untuk khalayak luas, dalam penelitian ini adalah *tools* analisis untuk peramalan menggunakan metode Box-Jenkins (ARIMA). Terlebih lagi pengguna hanya perlu menyediakan *webbrowser* untuk menggunakan aplikasi. Alasan berikutnya adalah desainya *server-based* sehingga efisien dalam penggunaan *resource* dan lebih mudah dikelola jika terdapat perubahan pada aplikasi.

Arsitektur aplikasi yang diusulkan adalah menggunakan *web* sebagai antarmuka dan proses perhitungan dilakukan oleh suatu *back-end process*, dalam penelitian ini digunakan *R-project* sebagai *back-end process*. Sedangkan untuk pengembangan forum digunakan bahasa pemrograman PHP.

Dalam hal menghubungkan *R-project* dengan antarmuka web, terdapat tiga solusi yang diajukan :

1. Menjalankan R dari *command line* menggunakan fungsi “exec” dari php, yang berarti memanggil *script* R dari php.

Kelebihan :

- Dapat dijalankan di server Windows, Unix/Linux, maupun Mac OS.
- Tidak memerlukan *plugin* tambahan.

Kekurangan:

- Metode ini lebih lambat, karena terus menerus mereload *session* R secara keseluruhan setiap kali menjalankan *script* R.
- Sangat sensitive terhadap *sql-injection*.
- Hanya satu pengguna yang dapat menggunakan aplikasi pada satu waktu.

2. Menggunakan RApache yang menyediakan interpreter R ke Apache server.

RApache adalah sebuah modul untuk *web server* Apache yang menyediakan modul Apache dengan nama `mod_R` yang meng-embed interpreter R ke dalam *web server*. Juga dilengkapi dengan `libapreq`, yaitu modul Apache untuk memanipulasi data yang diminta klien. Secara bersama-sama `mod_R` dan `libapreq` menjadi sarana untuk mengubah R ke dalam lingkungan *server-scripting*.

Kelebihan :

- Integrasi RApache dengan bahasa pemrograman lain yang sama-sama berjalan di Apache seperti PHP mudah dilakukan. *Passing* parameter dapat dilakukan dengan `php curl`.
- RApache memiliki keuntungan yang signifikan dalam hal mekanisme autentikasi, otorisasi, dan enkripsi dikarenakan RApache tertanam di Apache.

Kekurangan :

- Sulit untuk membangun aplikasi yang interaktif dan *user-friendly*, karena *user interface* harus dibangun dari awal menggunakan HTML.
- Tidak menyediakan *data handler* untuk mengelola berbagai macam jenis data dari pengguna.
- Hanya dapat dijalankan di server Linux dan Mac.OS.

3. Menggunakan *Shiny Framework*, Shiny merupakan sebuah *package* dari Rstudio yang bertujuan mempermudah pembuatan aplikasi web dengan menggunakan bahasa pemrograman R.

Kelebihan :

- Pembangunan aplikasi web dengan mudah, tanpa perlu pengetahuan mengenai pemrograman web.
- Aplikasi Shiny bersifat interaktif. *Output* yang dihasilkan berubah secara langsung ketika user mengubah *input*, tanpa perlu me-*reload browser*.
- *User interface* dari Shiny dapat dibuat hanya dengan menggunakan R , atau dapat ditulis secara langsung dalam HTML, CSS, dan JavaScript agar lebih fleksibel.
- Dapat dijalankan di semua R *environment* (R Konsol, Rgui untuk Windows atau Mac, ESS, StatET, Rstudio, dll.).
- *Widget-widget* untuk *output* yang tersedia secara *built-in* untuk menampilkan plot, tabel, dan objek R.
- Menggunakan model pemrograman reaktif yang menghapuskan kode untuk *event handling* yang rumit, dan fokus pada kode yang benar-benar penting.

Kekurangan:

- Hanya dapat dijalankan di server Linux.
- Sulit diintegrasikan dengan *web server* karena harus berjalan pada *server-nya* sendiri yaitu shiny server.

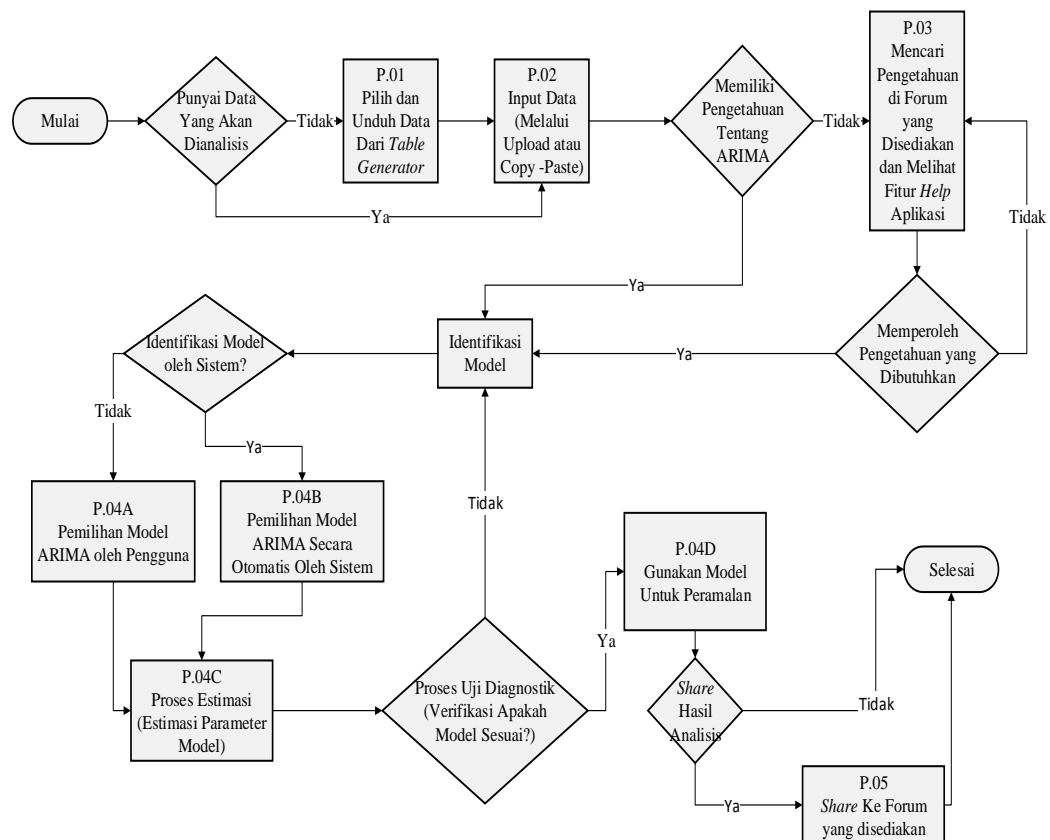
Dari ketiga alternatif tersebut diambil alternatif yang ketiga yaitu menggunakan *Shiny Framework* karena menyediakan fitur untuk membangun aplikasi R di web yang paling lengkap dan memiliki *widget-widget* bawaan yang

interaktif. Sehingga sesuai dengan tujuan penelitian yaitu untuk menghasilkan aplikasi analisis ARIMA yang mudah digunakan oleh pengguna.

## 4.2 Rancangan Sistem Usulan

### Alur Proses Sistem Usulan

Rancangan sistem usulan dapat dilihat pada gambar berikut:



Gambar 5. *Flowchart diagram* sistem usulan

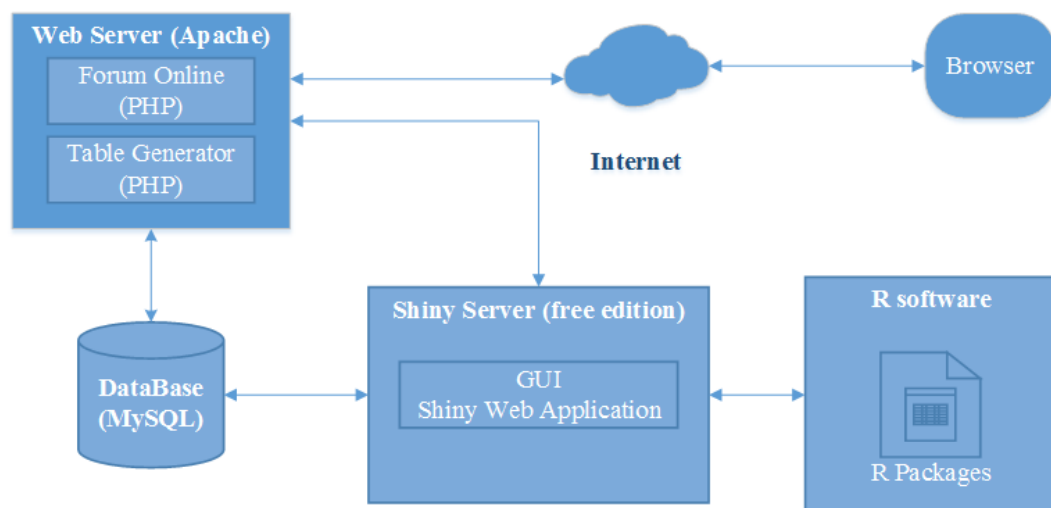
Uraian dari *flowchart diagram* sistem usulan dijelaskan dalam tabel 6 berikut ini:

Tabel 6. Uraian *Flowchart* Rancangan Sistem Usulan

Kode Proses	Uraian Kegiatan
P.01	<p><b>Pilih dan unduh data dari <i>table generator</i></b>  <i>Input</i> : <i>click</i> menu <i>table generator</i> dan pemilihan dimensi data oleh pengguna  <i>Output</i> : data dimensi yang telah dipilih oleh pengguna</p> <p>Proses ketika pengguna tidak memiliki data yang akan dianalisis atau ingin menggunakan data BPS. Pengguna diminta untuk memasukkan kriteria dari data dengan memasukkan dimensi dari data yaitu topik dan variabel, waktu, dan wilayah data.</p>
P.02	<p><b>Input data</b>  <i>Input</i> : data yang di <i>upload</i> atau di-<i>paste</i> pengguna  <i>Output</i> : tampilan serta deskripsi data yang telah di-<i>input</i> pengguna.</p> <p>Proses yang dilakukan sebelum melakukan analisis, yaitu pengguna menginput data untuk dianalisis melalui fasilitas <i>upload</i> atau <i>copy-paste</i>.</p>
P.03	<p><b>Mencari pengetahuan di forum atau fitur <i>help</i></b>  <i>Input</i> : <i>click</i> menu forum/<i>click button help</i>  <i>Output</i> : tampilan halaman forum <i>internet</i>/ tampilan <i>help</i></p> <p>Ketika pengguna memerlukan pengetahuan untuk melakukan analisis ARIMA, pengguna dapat membaca petunjuk dan informasi pada bagian <i>help</i> yang telah disediakan. Alternatif lain, pengguna masuk ke forum <i>internet</i> kemudian membaca atau melakukan diskusi terkait alat analisis ARIMA.</p>
P.04 A,B,C,D	<p><b>Melakukan analisis ARIMA</b>  <i>Input</i> : <i>click</i> menu ARIMA  <i>Output</i> : tampilan halaman analisis ARIMA</p> <p>Setelah pengguna memiliki pengetahuan tentang analisis ARIMA, selanjutnya dapat dilakukan analisis. Tahap pemilihan model ARIMA dapat dilakukan secara otomatis oleh sistem ataupun secara manual oleh pengguna. Selanjutnya dilakukan estimasi parameter, uji diagnostik, dan terakhir dilakukan peramalan.</p>
P.05	<p><b>Share ke forum <i>internet</i></b>  <i>Input</i> : <i>click button share</i>/<i>click</i> menu forum  <i>Output</i> : tampilan halaman galeri analisis/tampilan halaman forum <i>internet</i></p> <p>Setelah melakukan analisis, pengguna dapat berbagi kepada pengguna lain tentang analisis ARIMA yang telah dilakukan. Pertama pengguna dapat berbagi gambar-gambar hasil analisis melalui galeri analisis, yaitu dengan meng-<i>click button share</i>. Kedua, pengguna dapat berbagi hasil analisis baik berupa gambar, teks, maupun tabel hasil analisis melalui forum.</p>

## Rancangan Arsitektur Sistem

Arsitektur sistem yang digunakan adalah pengembangan aplikasi *web* yang terkoneksi dengan jaringan internet. Tampilan aplikasi berupa *web interface* yang dapat dibuka oleh pengguna melalui *web browser*. Berikut adalah arsitektur sistem yang diusulkan :



Gambar 6. Rancangan arsitektur sistem usulan

Secara garis besar sistem akan berjalan pada dua server yang terpisah, yaitu Apache server untuk menjalankan aplikasi forum dan *table generator*, sedangkan Shiny server untuk menjalankan aplikasi analisis ARIMA. Aplikasi analisis ARIMA akan di-*embed* kedalam aplikasi forum dengan menggunakan *iframe*.

Pengguna dapat memilih dan mengunduh data dari *table generator* kemudian meng-*upload* ke dalam aplikasi analisis atau bisa juga dengan meng-*upload* data sendiri. Analisis dan perhitungan statistik dijalankan oleh R sebagai *back-end process*.



Hasil analisis dapat di-*share* kedalam forum. Pada proses *sharing* hasil analisis, pengguna diharuskan mengisikan informasi yang diperlukan untuk melakukan *sharing*. Selanjutnya informasi tersebut akan di *passing* ke dalam variabel yang akan diterima oleh *script* R sebagai *values* dari *query* ke MySQL untuk memasukkan data. Informasi yang telah dimasukkan ke *database* ini kemudian akan diakses oleh aplikasi forum untuk ditampilkan kepada pengguna.

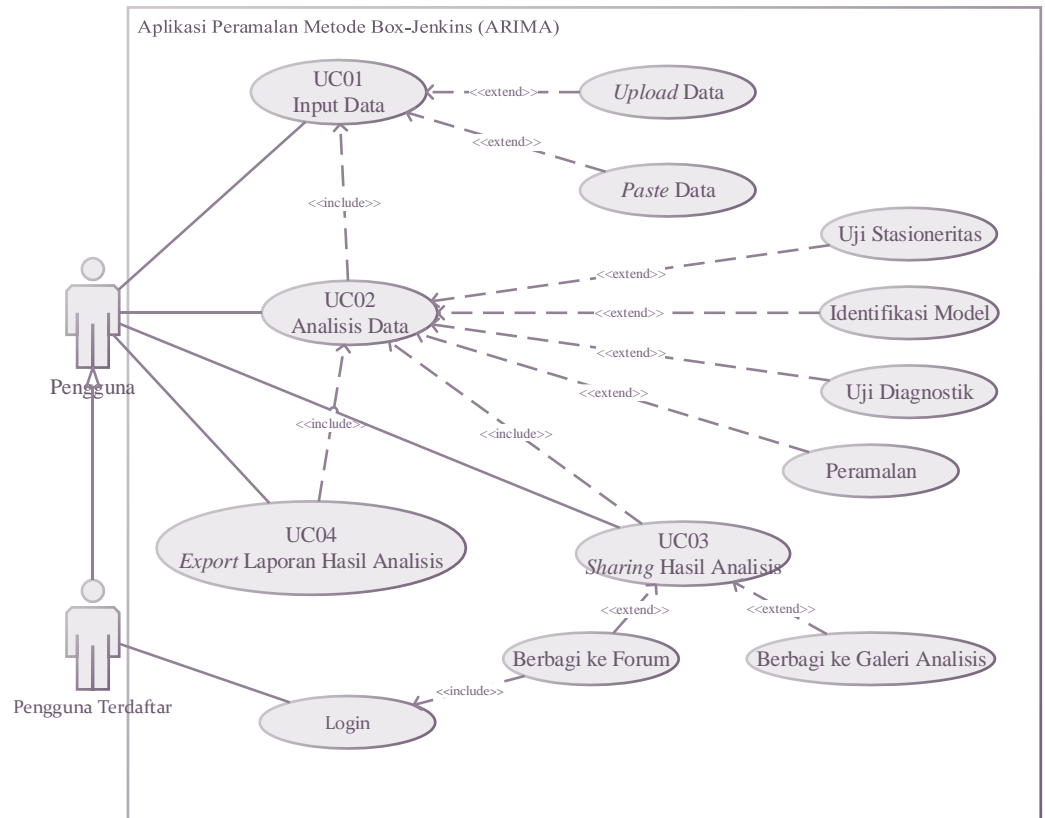
## **Rancangan Aplikasi**

Dalam pemodelan rancangan proses ini diperlukan suatu model yang digunakan untuk memperlihatkan alur dari sistem. Pada perancangannya peneliti menggunakan *Use case diagram* dan *Activity diagram*.

### ***Use Case Diagram***

*Use case diagram* menunjukkan interaksi antar pengguna (*user*) dengan aplikasi. Pengguna digambarkan sebagai sebuah *actor* yang mengakses fasilitas yang disediakan aplikasi dalam bentuk *use case*.

*Use case diagram* untuk aplikasi Peramalan Metode Box-Jenkins (ARIMA) yang dirancang dapat digambarkan pada gambar 7.



Gambar 7. Use case diagram aplikasi peramalan metode Box-Jenkins (ARIMA)

Tabel 7. Deskripsi *use case input data*

<b>Nama Use Case</b>	Input Data	
<b>ID use case</b>	UC01	
<b>Pelaku utama</b>	Pengguna	
<b>Pelaku partisipan lain</b>	-	
<b>Deskripsi</b>	Menjelaskan tentang kegiatan pengguna dalam melakukan input data.	
<b>Kondisi awal</b>	-	
<b>Pemicu</b>	-	
<b>Kejadian event</b>	<b>Kegiatan pelaku</b>	<b>Respon sistem</b>
	<p><b>Cara 1:</b></p> <p><b>Langkah 1.</b> Pengguna mengakses menu “Load data:” kemudian “Choose Files” pada <i>sidebar</i> dan memilih tipe <i>file</i> pada <i>checkbox</i>.</p> <p><b>Langkah 3.</b> Pengguna menentukan lokasi direktori <i>file</i>, dan memilih <i>file</i> tersebut kemudian menekan tombol “Open”.</p>	<p><b>Langkah 2.</b> Aplikasi menampilkan jendela untuk memilih <i>file</i> yang akan di <i>upload</i>.</p> <p><b>Langkah 4.</b> Aplikasi menampilkan data pada tabel beserta deskripsinya.</p>
	<p><b>Cara 2:</b></p> <p><b>Langkah 1.</b> Pengguna menyalin data dari sumber lain, kemudian mengakses menu “Load data:” lalu memilih <i>checkbox</i> “<i>clipboard</i>” dan menekan tombol “Paste data” pada <i>sidebar</i>.</p>	<p><b>Langkah 2.</b> Aplikasi menampilkan data yang disalin pengguna pada tabel beserta deskripsinya.</p>
<b>Kesimpulan</b>	<i>Use case</i> ini menyimpulkan kegiatan pengguna dalam memasukkan data yang akan digunakan untuk analisis.	
<b>Kondisi akhir</b>	Pengguna dapat melihat data yang mereka masukkan.	
<b>Masalah</b>	Jika koneksi Internet terputus maka proses <i>input data</i> tidak dapat dilakukan.	

Tabel 8. Deskripsi *use case* analisis data

<b>Nama Use Case</b>	Analisis Data	
<b>ID use case</b>	UC02	
<b>Pelaku utama</b>	Pengguna	
<b>Pelaku partisipasi lain</b>	-	
<b>Deskripsi</b>	<i>Use case</i> ini mendeskripsikan pengguna memilih pilihan analisis, memilih data dan variabel serta parameter untuk melakukan analisis terhadap data dan pengguna melihat <i>output</i> dari hasil analisis.	
<b>Kondisi awal</b>	Pengguna harus meng- <i>input</i> data terlebih dahulu.	
<b>Pemicu</b>	<i>Use case</i> ini diinisiasi ketika pengguna ingin melakukan analisis terhadap data yang telah di- <i>input</i> .	
<b>Kejadian event</b>	<b>Kegiatan pelaku</b>	<b>Respon sistem</b>
	<b>Langkah 1 :</b> Pengguna menentukan data yang akan dianalisis dari data-data yang di- <i>input</i> melalui menu “Datasets:”	<b>Langkah 2.</b> Aplikasi menampilkan data yang dipilih pengguna.
	<b>Langkah 3.</b> Pengguna memilih menu “Forecasting” kemudian menu “ARIMA”.	<b>Langkah 4.</b> Aplikasi menampilkan halaman yang menyajikan menu pemilihan variabel dan parameter yang diperlukan untuk analisis sesuai dengan tahapan-tahapan analisis yang dipilih pengguna.
	<b>Langkah 5.</b> Pengguna men- <i>submit</i> pilihan.	<b>Langkah 6.</b> Aplikasi menampilkan halaman yang menyajikan <i>output</i> analisis.
<b>Kesimpulan</b>	<i>Use case</i> ini menyimpulkan kegiatan pengguna untuk melakukan analisis ARIMA terhadap data dan melihat <i>output</i> -nya.	
<b>Kondisi akhir</b>	Pengguna mengetahui hasil analisis ARIMA terhadap data.	
<b>Masalah</b>	Jika koneksi Internet terputus maka proses analisis data tidak dapat dilakukan.	

Tabel 9. Deskripsi *use case sharing* hasil analisis

<b>Nama Use Case</b>	Sharing Hasil Analisis	
<b>ID use case</b>	UC03	
<b>Pelaku utama</b>	Pengguna	
<b>Pelaku partisipan lain</b>	-	
<b>Deskripsi</b>	Pengguna data dapat membagi hasil analisisnya kepada pengguna lain melalui media galeri analisis atau membuat <i>thread</i> baru pada forum.	
<b>Kondisi awal</b>	Pengguna harus melakukan analisis terlebih dahulu, untuk <i>share</i> ke forum harus login terlebih dahulu.	
<b>Pemicu</b>	<i>Use case</i> ini diinisiasi ketika pengguna menekan tombol <i>share</i> pada hasil analisis yang telah dilakukan.	
<b>Kejadian event</b>	<b>Kegiatan pelaku</b>	<b>Respon sistem</b>
	<b>Cara 1 :</b> <b>Langkah 1 :</b> Pengguna menekan tombol “share”.  <b>Langkah 3.</b> Pengguna memilih hasil analisis yang akan di- <i>share</i> dan mengisi <i>form</i> kemudian menekan tombol “ok”.	<b>Langkah 2.</b> Aplikasi menampilkan <i>form dialog</i> untuk memberikan deskripsi kepada hasil analisis yang akan di- <i>share</i> .  <b>Langkah 4.</b> Aplikasi menampilkan hasil <i>share</i> pengguna pada galeri analisis.
	<b>Cara 2 :</b> <b>Langkah 1.</b> Pengguna melakukan login dengan memasukkan <i>username</i> dan <i>password</i> .  <b>Langkah 3.</b> Pengguna membuat <i>thread</i> baru, dengan mengisi teks dan gambar dari hasil analisis yang telah dilakukan.	<b>Langkah 2.</b> Aplikasi menampilkan halaman forum untuk pengguna terdaftar.  <b>Langkah 4.</b> Aplikasi menampilkan <i>thread</i> baru pada forum berisi hasil analisis yang dapat dilihat oleh pengguna lain.
<b>Kesimpulan</b>	<i>Use case</i> ini menyimpulkan kegiatan pengguna dalam berbagi hasil analisis yang telah dilakukan.	
<b>Kondisi akhir</b>	Hasil analisis tersampaikan pada pengguna lain.	
<b>Masalah</b>	Jika koneksi Internet terputus maka proses <i>sharing</i> tidak dapat dilakukan.	

Tabel 10. Deskripsi *use case export* laporan hasil analisis

<b>Nama Use Case</b>	<i>Export</i> Laporan Hasil Analisis	
<b>ID use case</b>	UC04	
<b>Pelaku utama</b>	Pengguna	
<b>Pelaku partisipan lain</b>	-	
<b>Deskripsi</b>	Pengguna data dapat menggunakan fitur untuk membuat laporan dari hasil analisisnya sebagai dokumentasi. Laporan yang dibuat dapat disimpan dalam berbagai format.	
<b>Kondisi awal</b>	Pengguna harus melakukan analisis terlebih dahulu	
<b>Pemicu</b>	<i>Use case</i> ini diinisiasi ketika pengguna menekan tombol <i>Export</i> laporan pada hasil analisis yang telah dilakukan.	
<b>Kejadian event</b>	<b>Kegiatan pelaku</b>	<b>Respon sistem</b>
	<b>Langkah 1 :</b> Pengguna memilih format laporan pada <i>checkbox</i> yang tersedia kemudian menekan tombol “Export”.	<b>Langkah 2.</b> Aplikasi menampilkan jendela <i>download</i> laporan kemudian <i>download</i> laporan ke komputer pengguna.
<b>Kesimpulan</b>	<i>Use case</i> ini menyimpulkan kegiatan pengguna dalam membuat laporan dari hasil analisis yang telah dibuat.	
<b>Kondisi akhir</b>	Laporan hasil analisis terbentuk dan berhasil di- <i>download</i> oleh pengguna.	
<b>Masalah</b>	Jika koneksi Internet terputus maka proses <i>download</i> laporan tidak dapat dilakukan.	

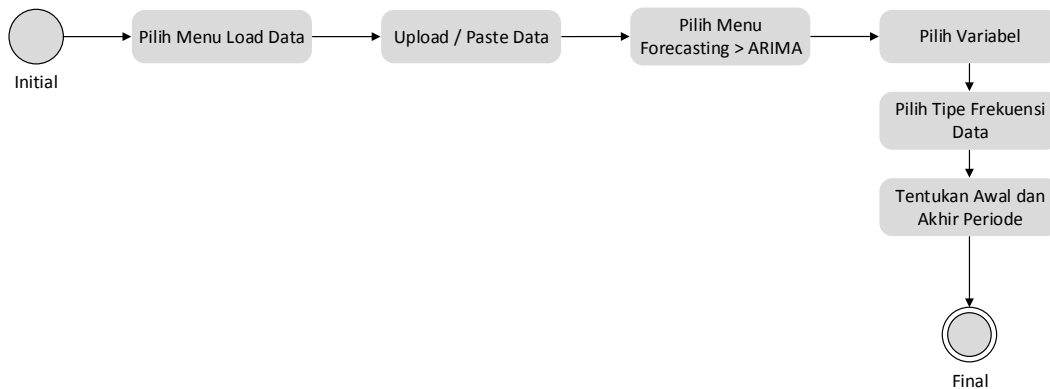
Sedangkan *use case diagram* untuk aplikasi forum dapat dilihat pada lampiran 1.

### ***Activity Diagram***

*Activity Diagram* menggambarkan alur logika prosedural aplikasi. Penggambaran *activity diagram* berdasarkan pada *diagram use case*. Berikut ini *activity diagram* untuk masing-masing *use case* :

### Activity Diagram Input Data

*Activity diagram* ini menggambarkan alur prosedural proses *input* data baru. Dimulai dengan memilih menu yang telah disediakan, meng-*upload* atau mem-*paste* data ,menentukan frekuensi data, dan menentukan awal dan akhir periode dan seterusnya. *Activity diagram* input data dapat dilihat pada gambar 8 berikut ini:

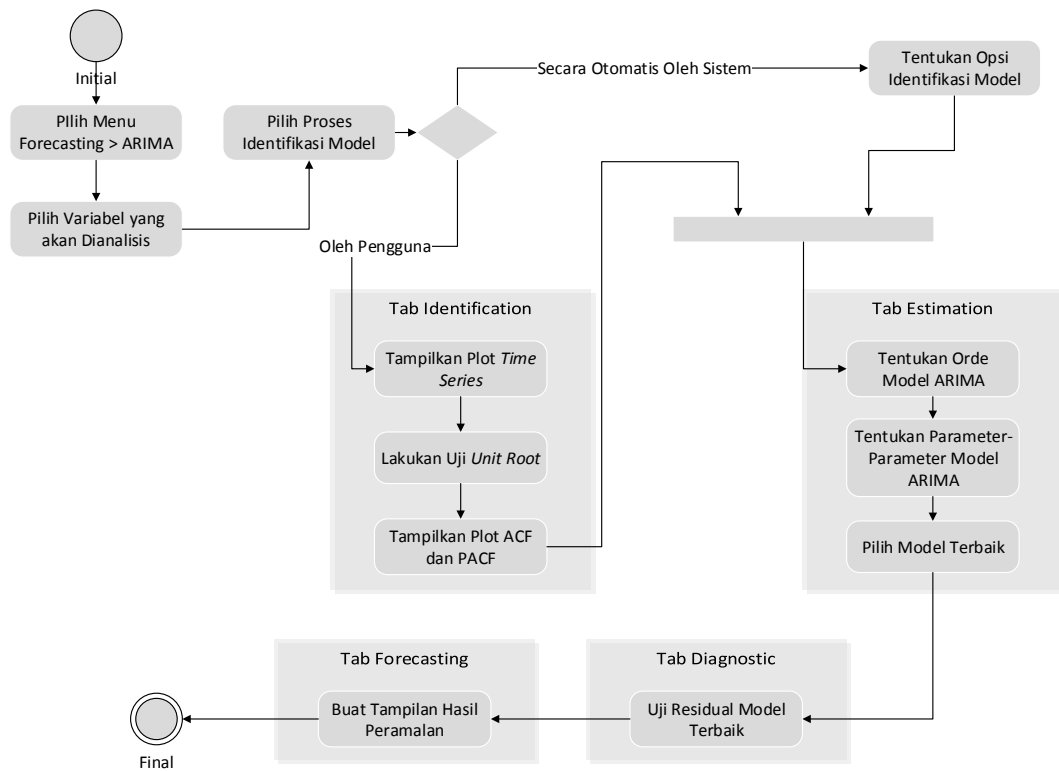


Gambar 8. *Activity diagram* input data

### Activity Diagram Analisis ARIMA

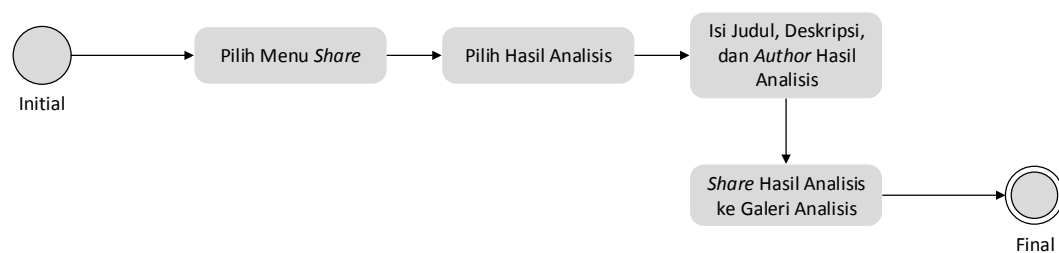
*Activity diagram* analisis ARIMA menggambarkan alur prosedural untuk melakukan analisis ARIMA terhadap variabel yang dipilih. Untuk melakukan analisis ARIMA pengguna bisa memilih menu “Forecasting” kemudian klik menu *dropdown* “ARIMA”. Aplikasi akan menampilkan halaman analisis ARIMA. Pada *sidebar* yang ada pada halaman pengguna dapat memilih variabel mana yang akan dianalisis. Jika pengguna ingin melakukan identifikasi model ARIMA secara manual maka pengguna dapat masuk ke *tab identification*, pada tab ini pengguna bisa melihat plot *time series* dari data, melakukan uji *unit root* dan melihat plot ACF dan PACF. Estimasi dapat dilakukan pada *tab estimation*, pada tab ini pengguna dapat memilih model terbaik yang dipilih oleh aplikasi atau memasukkan model

hasil identifikasi sendiri. Uji diagnostik dari model terbaik dapat dilihat pada *tab diagnostic*. Selanjutnya aplikasi akan membuat tampilan hasil peramalan pada tab *Forecast*. *Activity diagram* analisis ARIMA dapat dilihat pada gambar berikut:



Gambar 9. *Activity diagram* analisis ARIMA

### ***Activity Diagram Sharing Hasil Analisis***

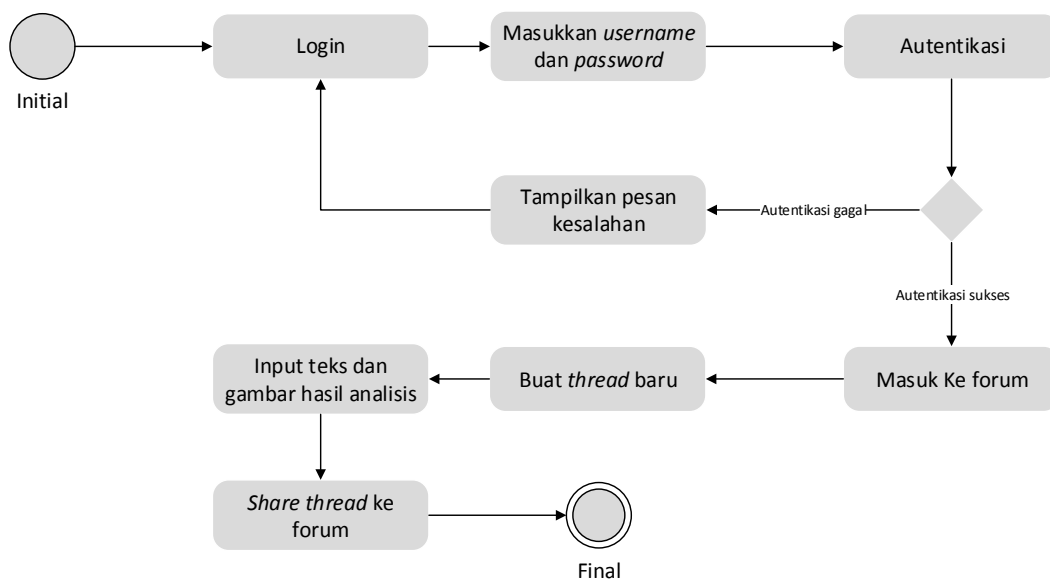


Gambar 10. *Activity diagram* sharing hasil analisis ke galeri analisis



*Activity diagram* diatas menjelaskan alur aktivitas yang harus dilakukan pengguna untuk *sharing* hasil analisis yang telah dilakukan ke galeri analisis. Langkah pertama adalah pengguna memilih menu *share*, kemudian akan muncul *form dialog* untuk memilih hasil analisis beserta *form* berisi *field* judul, deskripsi dan *author* dari hasil analisis. Pengguna diharuskan mengisi *field-field* yang disediakan pada *form* sebelum bisa melakukan *sharing*. Setelah semua informasi yang diperlukan telah lengkap maka pengguna dapat melakukan *sharing* dan hasilnya akan ditampilkan pada menu galeri analisis.

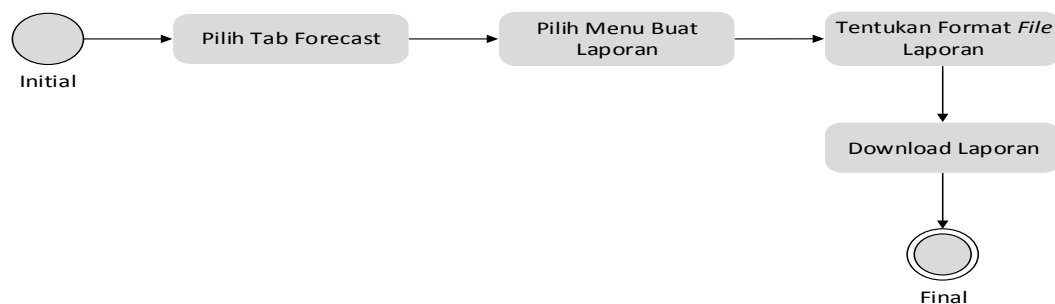
Sedangkan untuk *sharing* hasil analisis ke forum, pengguna harus login ke dalam forum terlebih dahulu. Setelah login pengguna dapat membuat thread baru berisikan hasil analisis yang telah dilakukan. *Thread* ini dapat berisikan teks, gambar maupun plot dari hasil analisis. *Thread* ini nantinya dapat dibaca oleh pengguna yang telah terdaftar maupun yang belum. *Activity diagram sharing* hasil analisis ke forum digambarkan pada gambar 11 :



Gambar 11. *Activity diagram sharing* hasil analisis ke forum

### Activity Diagram Laporan Hasil Analisis

Setelah pengguna melakukan analisis ARIMA, hasil analisis dapat dibuat laporannya ke dalam format PDF, Word, dan HTML. Untuk Membuat laporan pengguna harus melakukan analisis terlebih dahulu, kemudian pada *tab Forecast* aka ada pilihan untuk membuat laporan hasil analisis. Laporan ini kemudian dapat di *download* oleh pengguna. *Activity diagram* Laporan Hasil Analisis dapat dilihat pada gambar berikut ini:



Gambar 12. *Activity diagram* laporan hasil Analisis

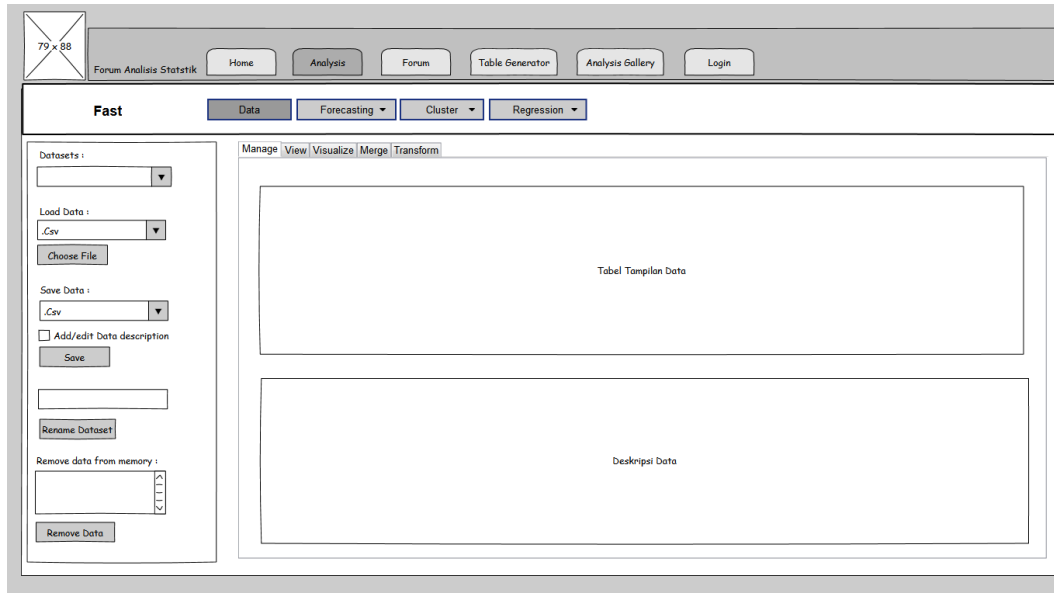
### Rancangan Antarmuka

Sebelum melakukan implementasi terhadap aplikasi usulan, terlebih dahulu dilakukan perancangan antarmuka aplikasi. Rancangan antarmuka dibuat untuk memudahkan pengguna berinteraksi dengan sistem. Rancangan antarmuka ini dibuat dengan menggunakan software *Pencil 2.0.5*. Beberapa diantaranya adalah :

#### Rancangan Halaman Input Data

Rancangan antarmuka ini merupakan tampilan awal halaman untuk melakukan *input* data dan mengatur data. Pengguna diberikan pilihan untuk memilih format data yang akan di *upload*. Pengguna dapat memilih data-data yang

telah di *upload* melalui pilihan datasets. Pada desain antarmuka ini pengguna juga terdapat pilihan-pilihan bagi pengguna untuk men-*download* data, menambah deskripsi data, mengubah nama data, dan menghapus data dari datasets. Desain antarmukanya ditunjukkan pada gambar 13.



Gambar 13. Rancangan antarmuka *input* data

## Rancangan Antarmuka Analisis ARIMA

Antarmuka analisis ARIMA adalah antarmuka yang ditampilkan oleh aplikasi saat pengguna memilih menu “Forecasting” kemudian “ARIMA”. Pada halaman ini pengguna diberikan beberapa *tab* untuk mealakukan analisis ARIMA, seperti *tab* plot *time series* data, uji *unit-root*, plot ACF dan PACF, Estimasi Model, uji diagnostik dan *tab* hasil peramalan.

### 1. Rancangan antarmuka spesifikasi data

Pada rancangan antarmuka ini pengguna diharuskan menentukan spesifikasi dari data yang akan dianalisis. Pemilihan variabel dilakukan dengan memilih

variabel yang terdapat pada *dropdown dependent variable*. Pada panel sebelah kiri juga terdapat pilihan untuk mengatur frekuensi , periode awal, dan periode akhir dari data.

Gambar 14. Rancangan antarmuka spesifikasi data

## 2. Rancangan antarmuka identifikasi data

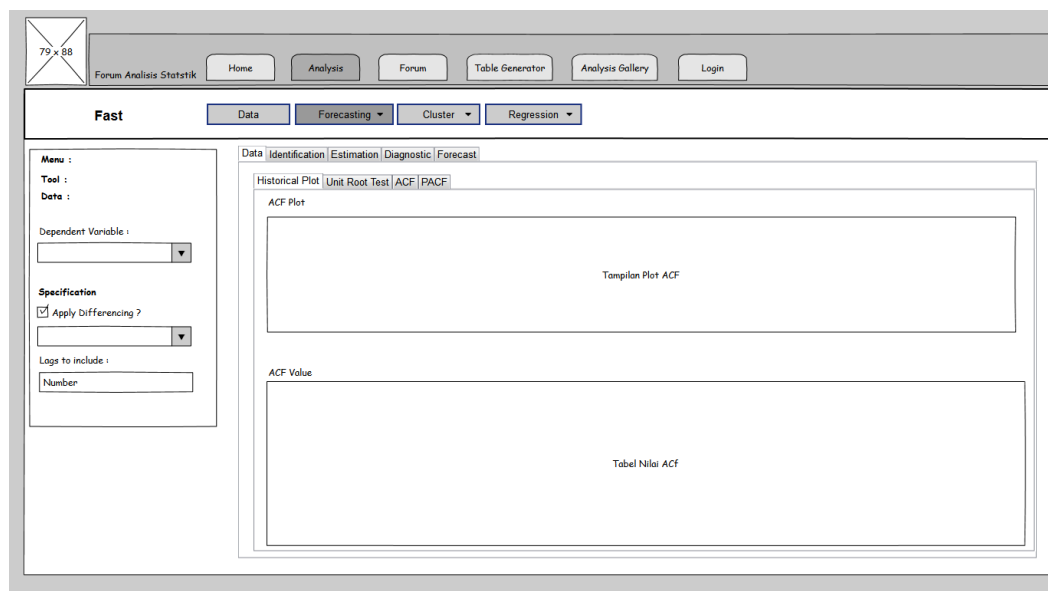
Halaman identifikasi data terdiri dari beberapa *tab*, yaitu *tab historical plot*, *unit-root test*, *acf*, dan *pacf*. Pada *tab historical plot* pengguna dapat melihat *plot time series* dari data dan juga *plot time series* setelah dilakukan *differencing*.

Gambar 15. Rancangan antarmuka *tab historical plot*

Untuk melengkapi deteksi grafik, pada *tab unit-root test* terdapat fasilitas untuk melakukan uji unit-root, pada panel sebelah kanan terdapat pilihan uji unit-root yang akan dipakai. Pada gambar 16 ditunjukkan rancangan antarmuka *tab unit-root test*.

Gambar 16. Rancangan antarmuka *tab unit-root test*

Tab acf dan pacf menampilkan korelogram, pada panel sebelah kiri terdapat pilihan untuk mengatur jumlah lag yang akan ditampilkan pada korelogram dan pilihan untuk proses *differencing*.



Gambar 17. Rancangan antarmuka *tab* acf dan pacf

### 3. Rancangan antarmuka estimasi model ARIMA

Halaman ini ditampilkan pada saat pengguna memilih *tab estimation*. Panel sebelah kiri berisi pilihan-pilihan untuk melakukan estimasi, dan panel sebelah kanan menunjukkan *output*-nya. Pengguna dapat memilih apakah ingin memilih model secara manual atau dipilih oleh sistem secara otomatis, pada tampilan *output* akan ditampilkan beberapa model yang dianggap sebagai model terbaik beserta nilai-nilai parameternya.

Gambar 18. Rancangan antarmuka *tab* estimasi model ARIMA

#### 4. Rancangan antarmuka uji diagnostik

Antarmuka ini merupakan tampilan untuk melakukan uji dianostik dari residual model terbaik yang terpilih pada tahap estimasi. Pengguna diberikan pilihan untuk memilih jenis uji yang akan dilakukan. Pada panel output akan ditampilkan kesimpulan dari hasil uji diagnostik residual secara otomatis oleh aplikasi. Pada gambar 19 ditunjukkan rancangan antarmuka uji diagnostik.

Gambar 19. Rancangan antarmuka uji diagnostik

## 5. Rancangan antarmuka hasil peramalan

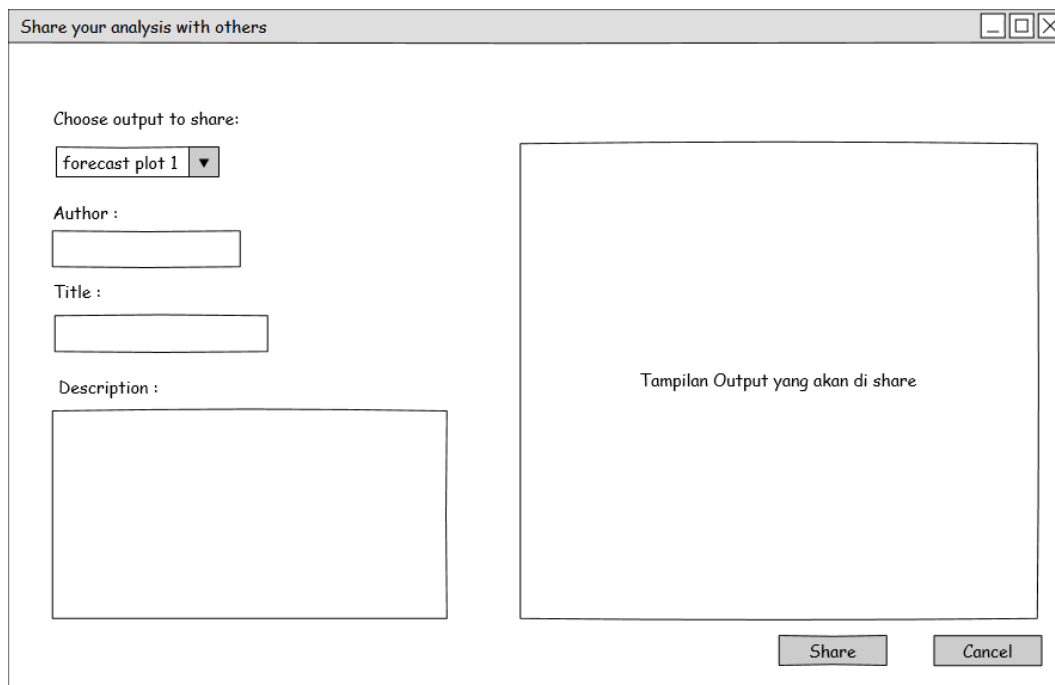
Rancangan antarmuka ini merupakan tampilan dari hasil peramalan. Pada panel output disebelah kanan akan ditampilkan plot hasil peramalan dan nilai hasil peramalan. Desain antarmukanya adalah sebagai berikut :

Gambar 20. Rancangan antarmuka hasil peramalan



## Rancangan Antarmuka *Share* Hasil Analisis

Untuk rancangan antarmuka *share* hasil analisis ini ditujukan untuk berbagi hasil analisis diantara pengguna. Pada bagian sebelah kiri terdapat form yang berisi beberapa pilihan, diantaranya pilihan untuk memilih output yang akan di-*share*, field author, judul dan deskripsi dari *output*.



Share your analysis with others

Choose output to share:

forecast plot 1 ▼

Author :

Title :

Description :

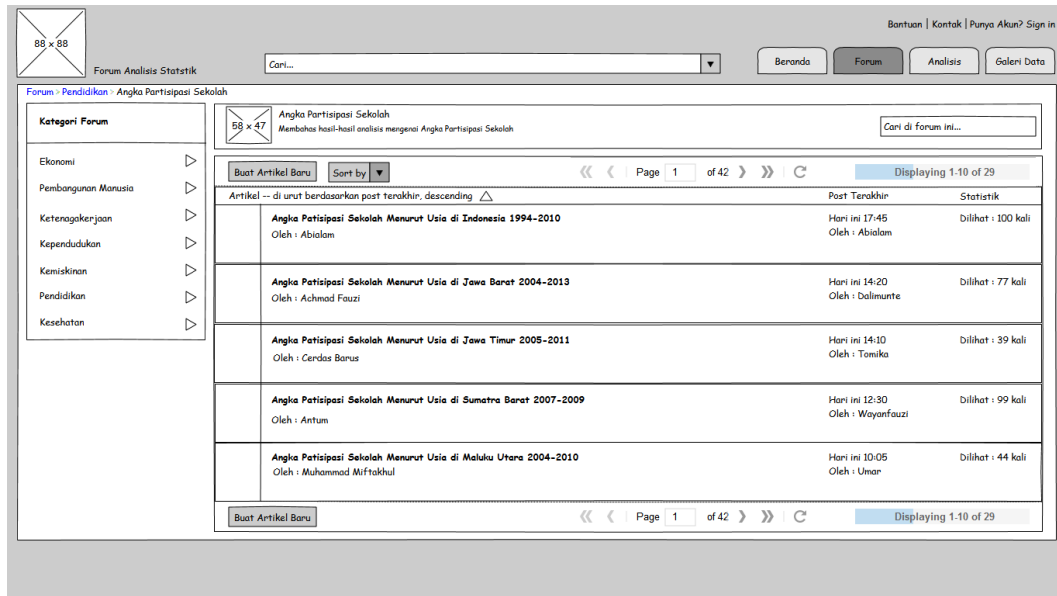
Tampilan Output yang akan di share

Share Cancel

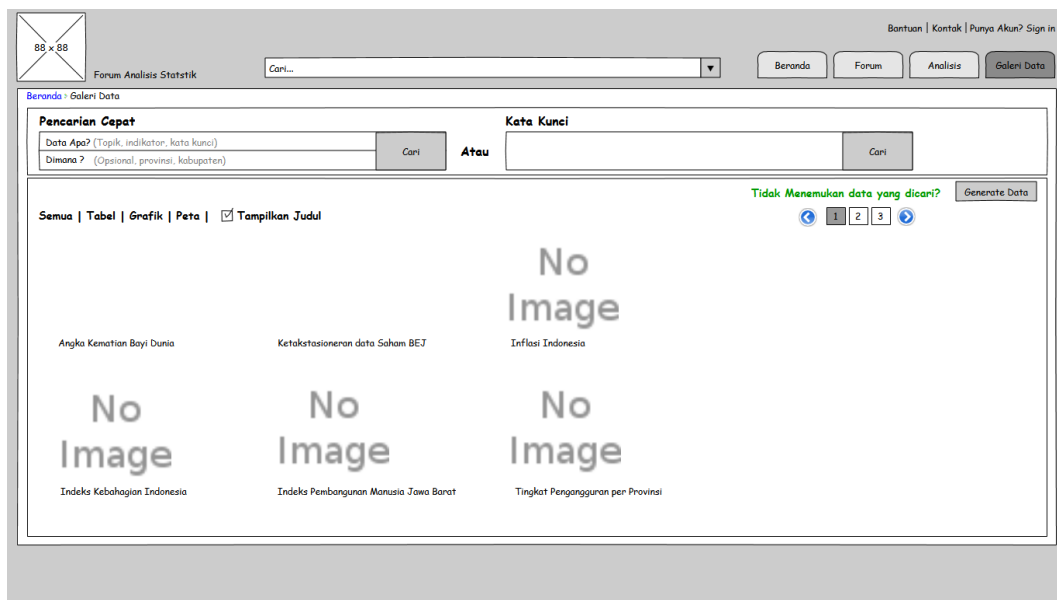
Gambar 21. Rancangan antarmuka *share* hasil analisis

## Rancangan Antarmuka Aplikasi Forum

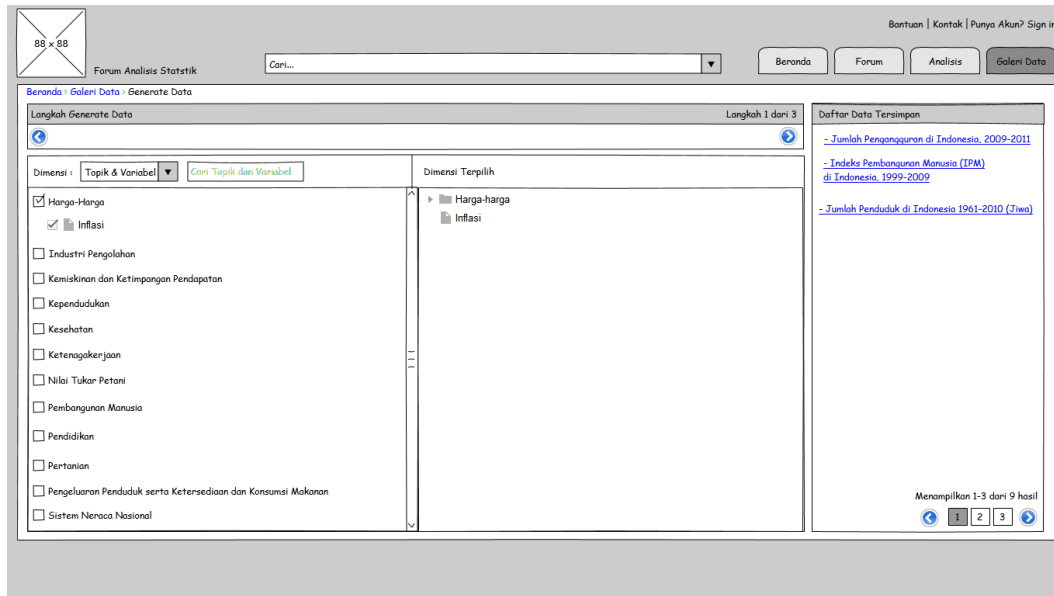
Rancangan antarmuka forum ditujukan bagi pengguna untuk memudahkan pengguna untuk saling berbagi pengetahuan. Pada gambar 22 ditunjukkan rancangan halaman yang menampilkan daftar *thread-thread* yang telah dibuat pengguna. Gambar 23 menunjukkan rancangan halaman hasil analisis yang telah di-*share* oleh pengguna. Kemudian gambar 24 menunjukkan rancangan halaman untuk memilih dan mengunduh data dari *table generator*.



Gambar 22. Rancangan antarmuka aplikasi forum



Gambar 23. Rancangan antarmuka halaman galeri analisis



Gambar 24. Rancangan antarmuka halaman *table-generator*

## 4.3 Implementasi

### Perangkat Sistem

Pengembangan aplikasi ini dilakukan di laptop dengan spesifikasi sebagai berikut :

1. *Processor* Intel® core™ i5-3317U CPU @ 1.70GHz (4 CPUs), ~1.7GHz
2. RAM 4 GB
3. *Harddisk* 120 GB
4. *Display* 1600 x 900 pixels

Sedangkan untuk perangkat lunak yang digunakan yaitu :

1. Microsoft windows 7 Home Premium 64-bit sebagai *platform operating system* dalam pengembangan aplikasi.
2. Ubuntu Server 14.04 LTS 64 bit sebagai *platform operating system* dari *application server*.
3. R 3.1.0 sebagai bahasa pemrograman untuk komputasi statistik.

4. PHP 5.3.2 (Windows) sebagai bahasa pemrograman untuk aplikasi forum.
5. RStudio 0.98 sebagai IDE untuk pengembangan aplikasi analisis.
6. Notepad ++ sebagai editor untuk pemrograman PHP.
7. Microsoft Office Visio 2013 sebagai alat bantu perancangan sistem.
8. Yii Framework sebagai *framework* PHP untuk aplikasi forum.
9. Shiny 0.10.1 sebagai *web application framework* aplikasi analisis.
10. Apache 2.2.27 (Windows) sebagai webserver.
11. MySQL 5.6 (Windows) sebagai database server.
12. Shiny Server 1.2.1 (Ubuntu) sebagai *application server*.
13. Putty 0.63 sebagai *ssh client*.

## **Implementasi Aplikasi**

### **1. Implementasi Program**

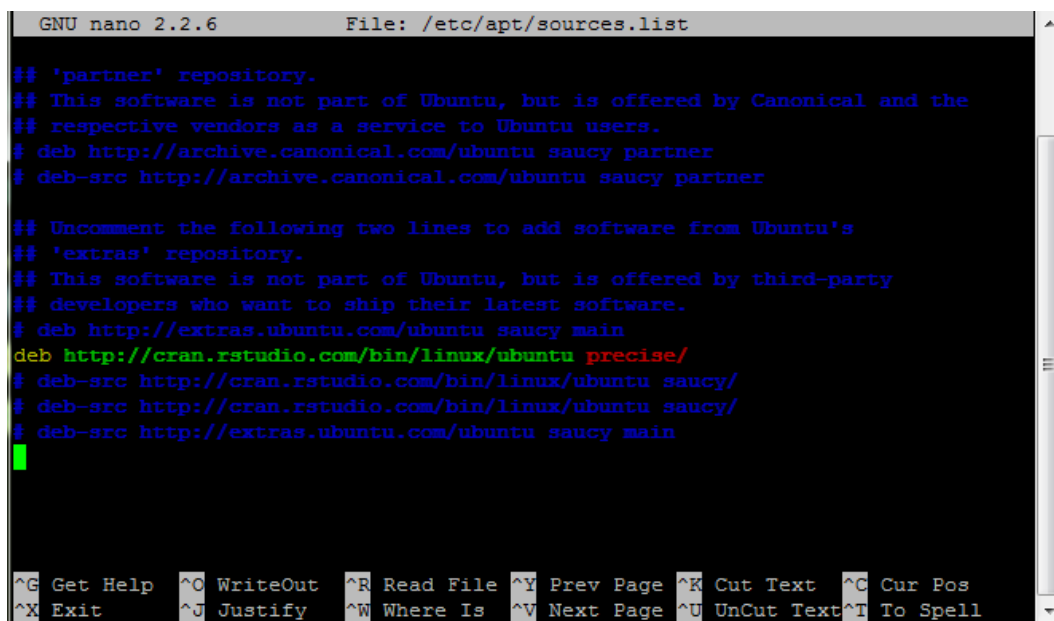
Implementasi program merupakan tahap penerapan rancangan aplikasi kedalam bahasa pemrograman. Aplikasi ini menggunakan bahasa R dalam pembuatannya. Untuk mempermudah pembuatan program maka digunakan IDE RStudio 0.98.

Aplikasi peramalan menggunakan metode Box-Jenkins (ARIMA) diimplementasikan menggunakan bahasa pemrograman R sebagai komputasi statistik dan *Shiny Framework* sebagai *framework* untuk pengembangan antarmuka aplikasi.

Sebagai *platform operating system* dari *application server*, digunakan Ubuntu Server 14.04 LTS 64 bit. Server ini diinstall di *virtual private server* yang diberikan oleh Subdirektorat Jaringan dan Komunikasi BPS.

Komunikasi dengan *virtual server* dilakukan melalui jalur *secure shell* (ssh), oleh karena itu dibutuhkan *ssh client*, dalam hal ini digunakan *putty* 0.63. Dari *console putty* dapat dilakukan pengaturan *server* dari *remote host*.

R diinstall dari repositori sebagai *shared library* pada dengan menambahkan CRAN *repository* ke sistem. CRAN *repository* ditambah dengan cara mengedit *file* di direktori */etc/apt/sources.list* pada sistem.



```
GNU nano 2.2.6 File: /etc/apt/sources.list

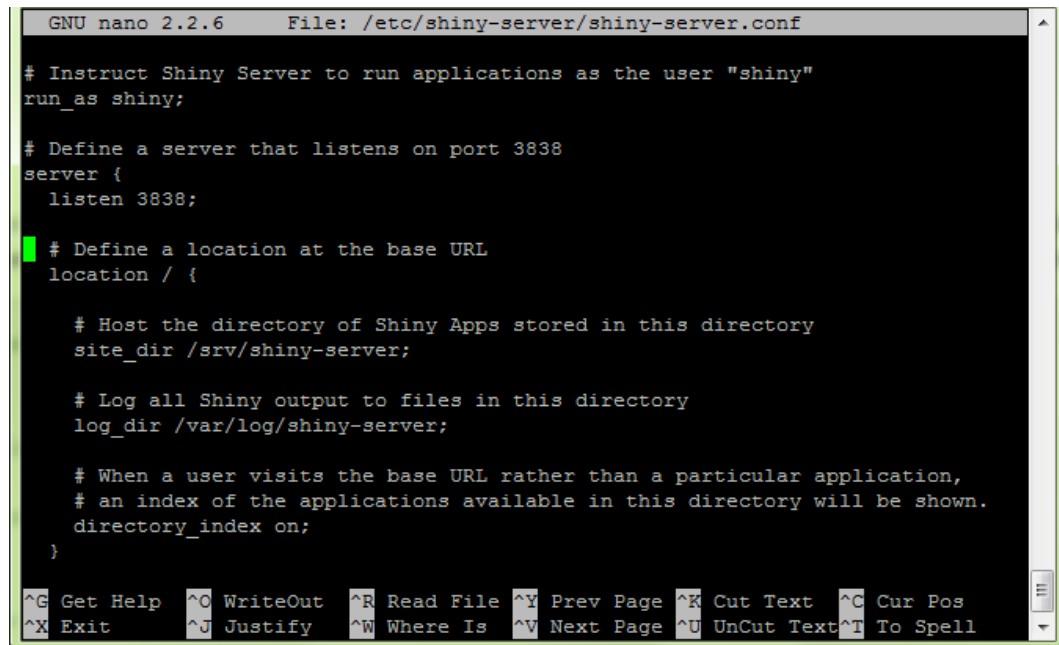
## 'partner' repository.
## This software is not part of Ubuntu, but is offered by Canonical and the
## respective vendors as a service to Ubuntu users.
# deb http://archive.canonical.com/ubuntu saucy partner
# deb-src http://archive.canonical.com/ubuntu saucy partner

## Uncomment the following two lines to add software from Ubuntu's
## 'extras' repository.
## This software is not part of Ubuntu, but is offered by third-party
## developers who want to ship their latest software.
# deb http://extras.ubuntu.com/ubuntu saucy main
deb http://cran.rstudio.com/bin/linux/ubuntu precise/
# deb-src http://cran.rstudio.com/bin/linux/ubuntu saucy/
# deb-src http://cran.rstudio.com/bin/linux/ubuntu saucy/
# deb-src http://extras.ubuntu.com/ubuntu saucy main

^G Get Help ^O WriteOut ^R Read File ^Y Prev Page ^K Cut Text ^C Cur Pos
^X Exit ^J Justify ^W Where Is ^V Next Page ^U UnCut Text ^T To Spell
```

Gambar 25. Screenshot file */etc/apt/souces.list*

Setelah R terinstall, langkah selanjutnya adalah menginstall Shiny Server sebagai *application server* untuk menjalankan Shiny Framework. Gambar 25 menunjukkan file konfigurasi Shiny Server setelah ter-*install*.



```
GNU nano 2.2.6 File: /etc/shiny-server/shiny-server.conf

# Instruct Shiny Server to run applications as the user "shiny"
run_as shiny;

# Define a server that listens on port 3838
server {
  listen 3838;

  # Define a location at the base URL
  location / {

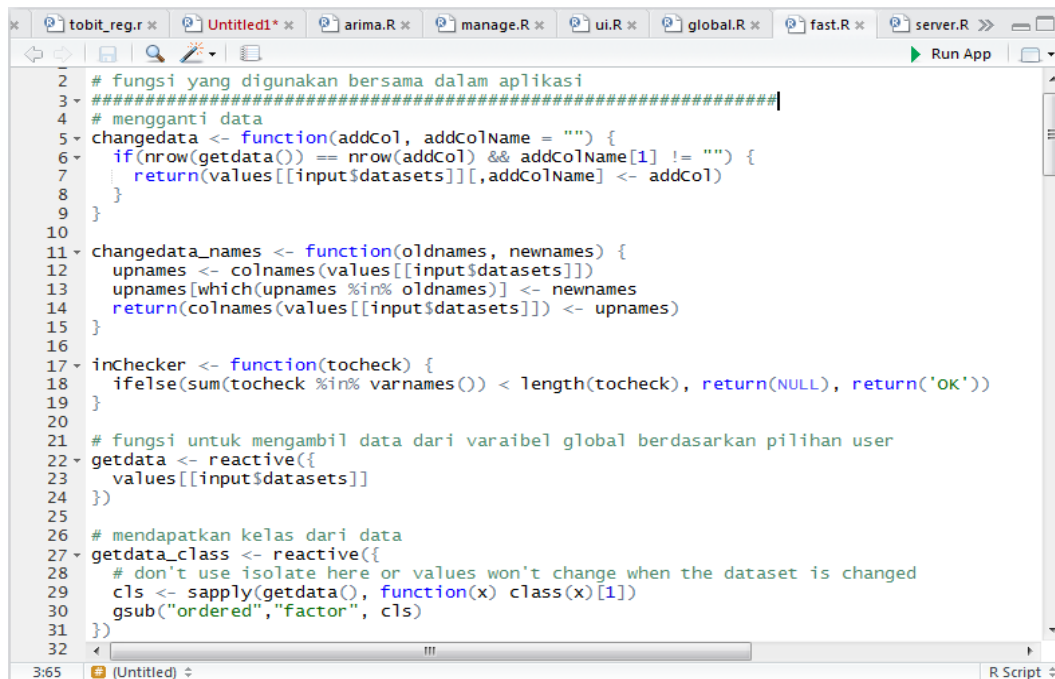
    # Host the directory of Shiny Apps stored in this directory
    site_dir /srv/shiny-server;

    # Log all Shiny output to files in this directory
    log_dir /var/log/shiny-server;

    # When a user visits the base URL rather than a particular application,
    # an index of the applications available in this directory will be shown.
    directory_index on;
  }
}
```

Gambar 26. Screenshot file konfigurasi Shiny Server

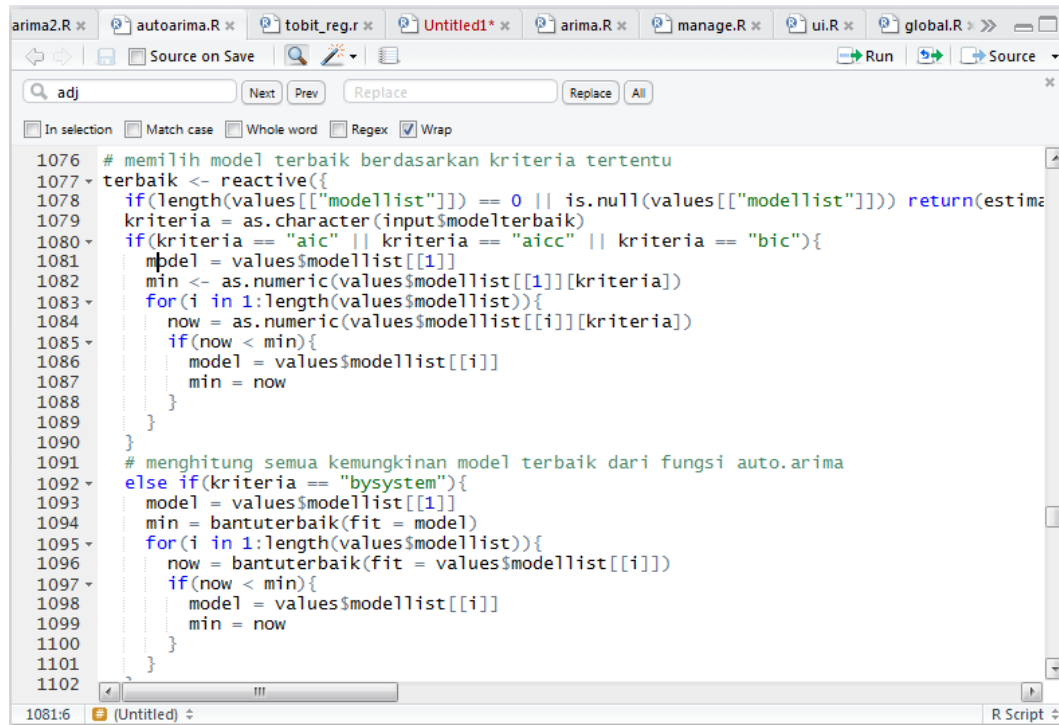
Aplikasi yang dibangun diberi nama FAST. Aplikasi ini merupakan sistem yang *extendable*. *Interface* program cukup membaca *file* yang terletak pada suatu *folder* yang berisi *file* berekstensi .R, kemudian mengenali struktur yang ada pada *file* tersebut. Oleh karena itu aplikasi ini mudah untuk dikembangkan lebih jauh lagi untuk menambah berbagai macam metode analisis, dengan syarat mengikuti *guideline* dari *framework* aplikasi ini. Gambar 26 menunjukkan potongan *code* untuk *interface* dari aplikasi.



Gambar 27. Implementasi *global function* pada aplikasi

Untuk melakukan peramalan dengan metode Box-Jenkins (ARIMA), digunakan *file* *auto.arima* yang ada dalam folder kumpulan R tersebut. Di dalam *file* tersebut sudah dibangun berbagai macam *method* untuk melakukan peramalan menggunakan metode Box-Jenkins (ARIMA). Contohnya adalah pada *method* terbaik pada gambar yang berfungsi untuk mencari model ARIMA terbaik berdasarkan kriteria yang ditentukan oleh pengguna. Implementasi *code* lengkap *file* *auto.arima* beserta *method-method* didalamnya dapat dilihat pada lampiran 2.

Untuk pengembangan forum digunakan Yii Framework sebagai *framework* PHP. Aplikasi forum ini dijalankan di *server* yang berbeda dengan aplikasi analisis, yaitu Windows Server. Pada *server* ini digunakan PHP 5.3.2 dan MySQL 5.6. Aplikasi forum ini meng-embed aplikasi analisis melalui *iframe*.



Gambar 28. Implementasi program *method* Model Terbaik

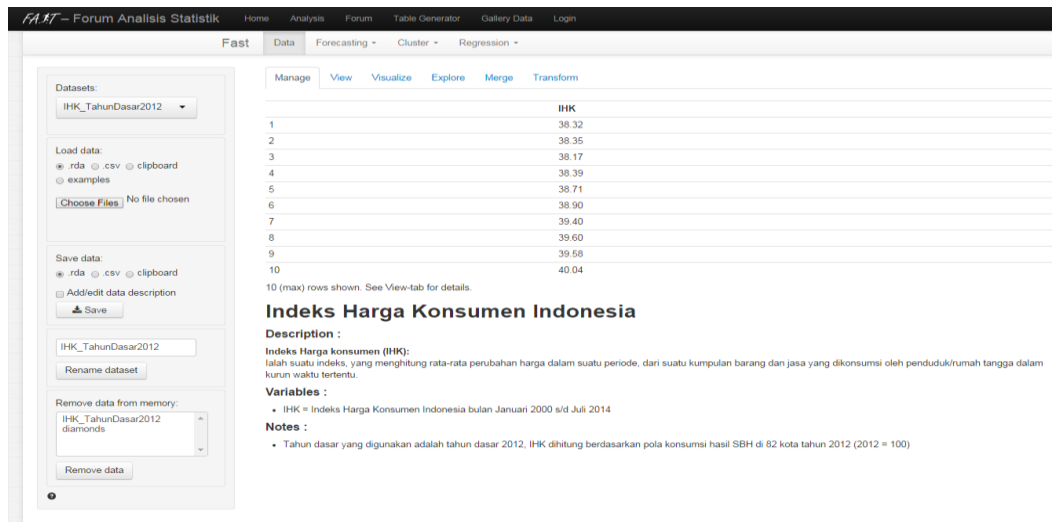
## 2. Implementasi antarmuka

Implementasi dilakukan berdasarkan rancangan antarmuka yang telah dispesifikasikan sebelumnya. Implementasi antarmuka dilakukan dengan menggunakan bantuan IDE RStudio 0.98 dan *Chrome* sebagai *browser* untuk *preview* tampilan aplikasi.

### Implementasi antarmuka halaman input data

Halaman input data merupakan halaman yang pertama kali muncul setelah pengguna memilih *tab analysis*.

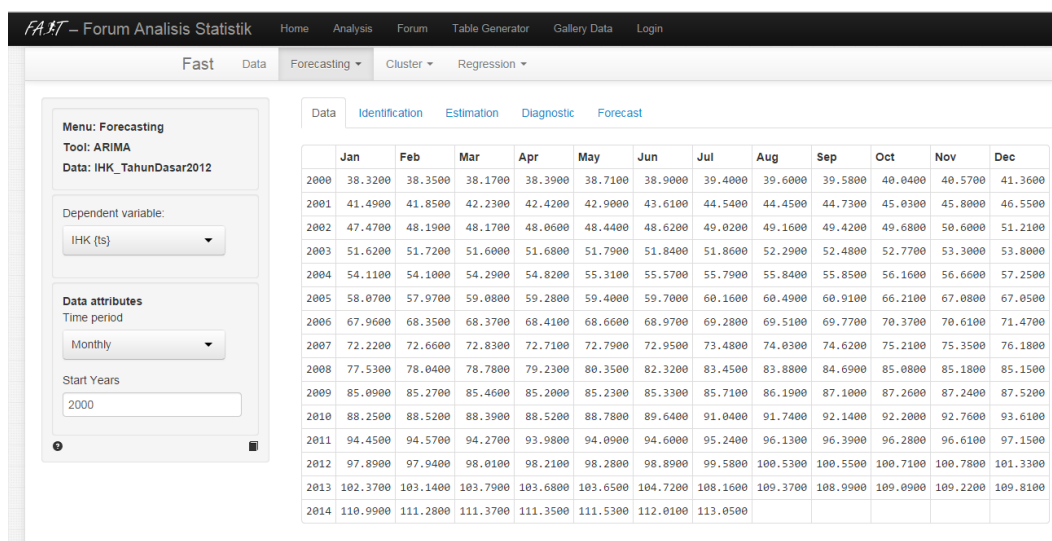




Gambar 29. Implementasi antarmuka halaman *input* data

## Implementasi antarmuka halaman spesifikasi data

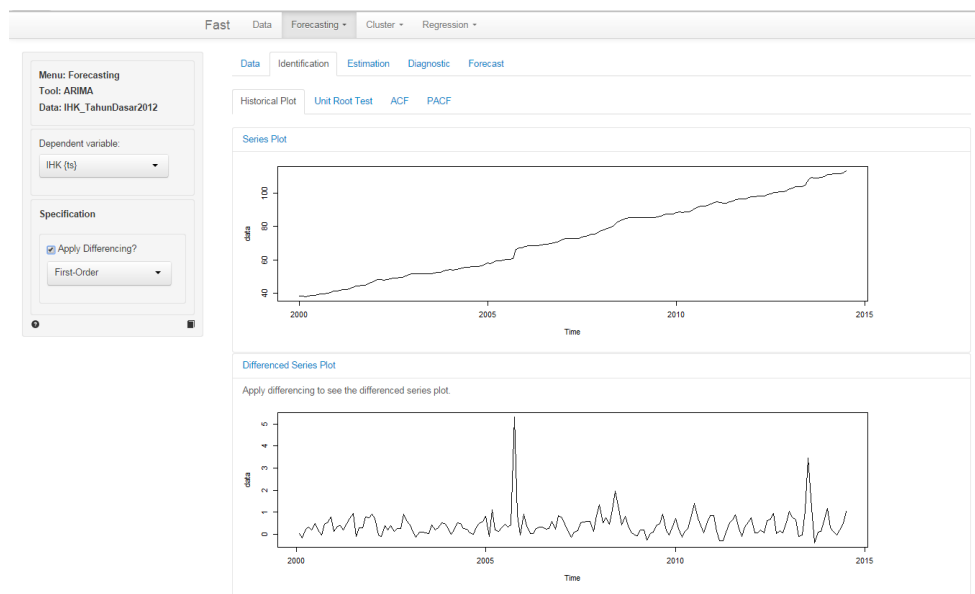
Halaman ini merupakan halaman yang pertama kali muncul ketika pengguna memilih *menu Forecasting* kemudian memilih *dropdown ARIMA*. Pada sidebar panel disebelah kiri terdapat beberapa pilihan, yang terdiri dari pemilihan periode data, tahun mulai dan pemilihan variabel.



Gambar 30. Implementasi antarmuka spesifikasi data

## Implementasi antarmuka analisis ARIMA

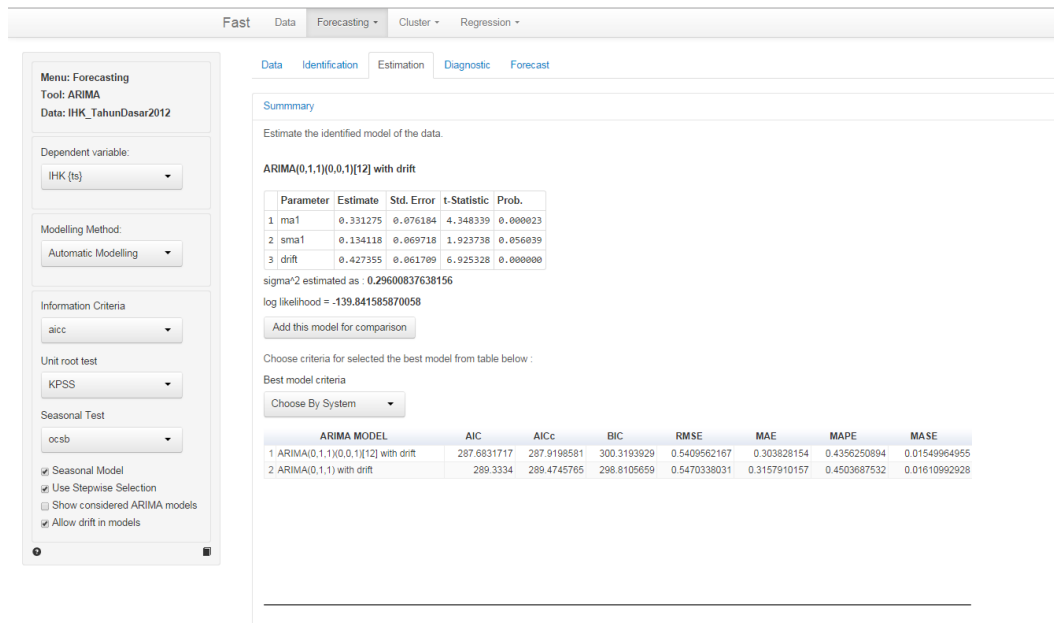
Terdapat beberapa *tab* setelah *tab* spesifikasi data, yaitu *tab identification*, *tab estimation*, *tab diagnostic*, dan *tab forecast*. Implementasi antarmuka analisis ARIMA secara lengkap terdapat pada lampiran 3.



Gambar 31. Implementasi antarmuka *tab historical plot*



Gambar 32. Implementasi antarmuka *tab acf*



Gambar 33. Implementasi antarmuka *tab estimation*

## Implementasi antarmuka Forum

Implementasi antarmuka forum dapat dilihat selengkapnya pada lampiran

4.

## 4.4 Uji Coba dan Evaluasi

### Perbandingan *Output* Analisis ARIMA pada Aplikasi dengan *Output* yang

### Dihasilkan Aplikasi SPSS

Untuk melakukan pengujian apakah *output* yang dihasilkan aplikasi telah valid, maka dilakukan simulasi peramalan terhadap beberapa data dan *output* yang dihasilkan dibandingkan dengan aplikasi yang sudah teruji kevalidannya. Dalam penelitian ini digunakan 3 data, yaitu:

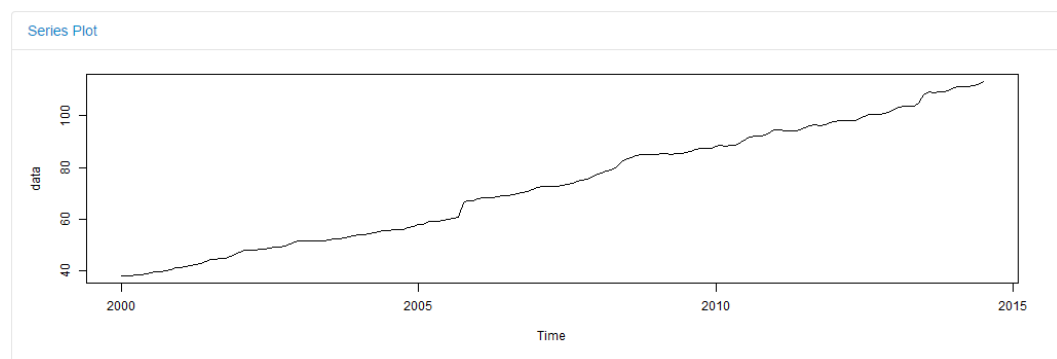
1. Data Indeks Harga Konsumen Indonesia bulan Januari 2000 s/d Juli 2014.

2. Data dari buku *Forecasting Methods and Applications 3<sup>rd</sup> Edition*, yaitu data mengenai penjualan bulanan kertas antara tahun 1963 dan 1972.
3. Data bangkitan dengan pola musiman 12 bulan yang dibangkitkan menggunakan *software R*.

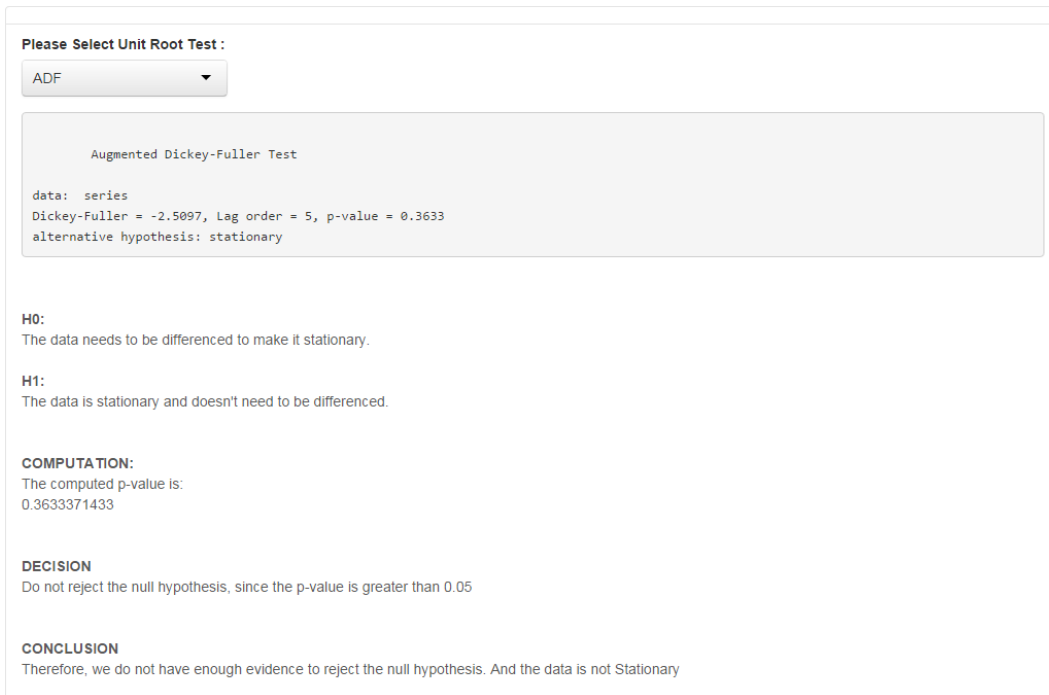
Sedangkan sebagai aplikasi pembandingan digunakan aplikasi SPSS.

### Simulasi Data Indeks Harga Konsumen (IHK)

Identifikasi model ARIMA dari data IHK akan dapat dilakukan jika data telah menunjukkan pola yang stasioner. Tahap awal dari identifikasi ini dilakukan melalui *time series plot* seperti pada grafik dibawah. Berdasarkan *time series plot* tersebut dilihat bahwa data IHK belum menunjukkan pola yang stasioner dalam hal rata-rata. Hal ini didukung oleh hasil uji *unit root* yang menunjukkan bahwa data tidak stasioner. Untuk itu perlu dilakukan proses *differencing* agar data menjadi stasioner dalam rata-rata, pertama kali dilakukan proses *differencing* orde pertama lalu dilakukan analisis ulang pada data.

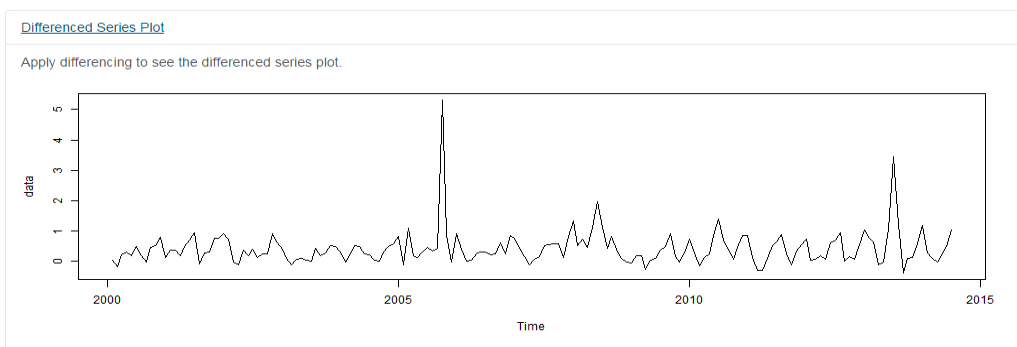


Gambar 34. *Time series plot* data IHK



Gambar 35. Uji *unit root* data IHK level

Gambar 36 dibawah menunjukkan *time series plot* setelah dilakukan *differencing* orde pertama. Terlihat bahwa data tidak menunjukkan pola tren lagi namun hal ini perlu didukung dengan melakukan uji *unit root* lagi. Hasil uji *unit root* pada gambar 37 menunjukkan bahwa data telah stasioner maka identifikasi model sudah dapat dilakukan.



Gambar 36. *Time series plot* data IHK *difference* orde pertama

Please Select Unit Root Test :

ADF

Augmented Dickey-Fuller Test

```
data: differencedseries
Dickey-Fuller = -4.889, Lag order = 5, p-value = 0.01
alternative hypothesis: stationary
```

**H0:**  
The data needs to be differenced to make it stationary.

**H1:**  
The data is stationary and doesn't need to be differenced.

**COMPUTATION:**  
The computed p-value is:  
0.01

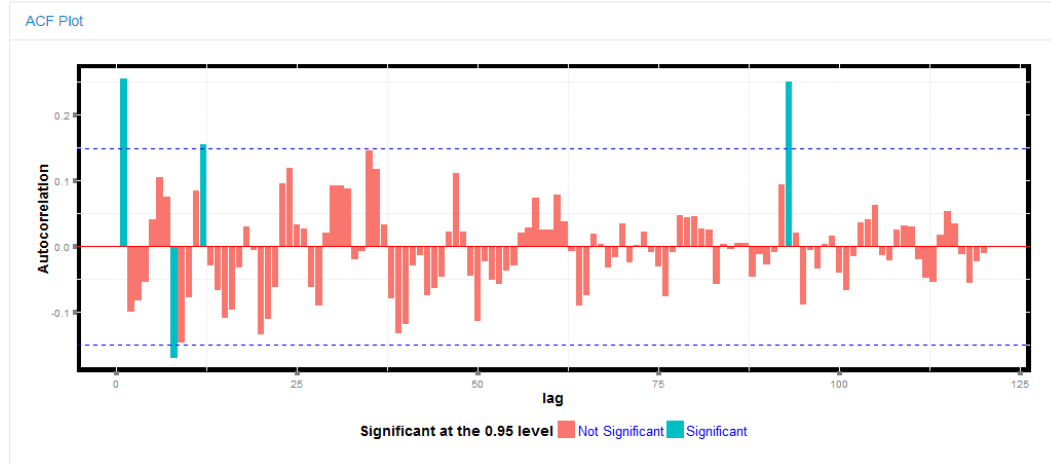
**DECISION**  
Reject the null hypothesis, since the p-value is less than 0.05

**CONCLUSION**  
Therefore, we reject the null hypothesis. And the data is Stationary

Gambar 37. Uji *unit root* data IHK *difference* orde pertama

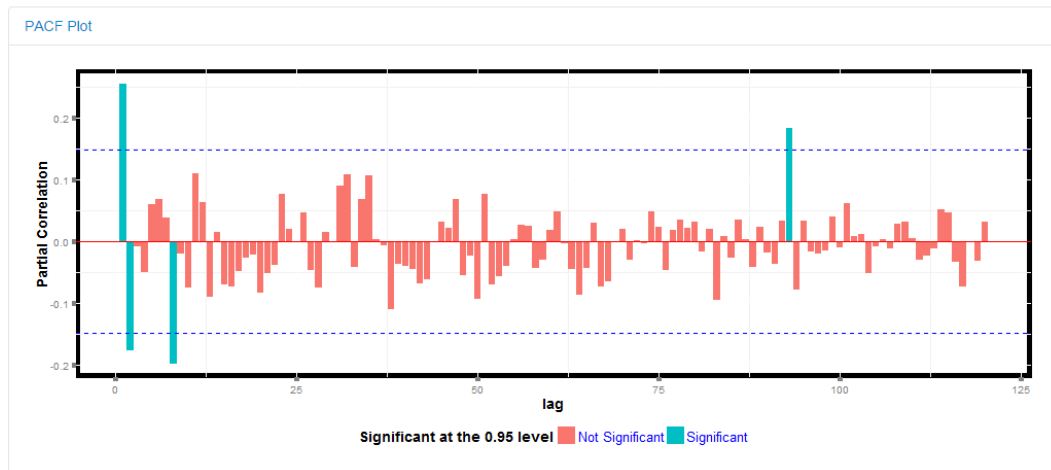
Berdasarkan plot ACF (gambar 38) dan plot PACF (grafik 39) terlihat data menunjukkan pola yang stasioner pada *lag* non musiman (seirama dengan hasil uji *unit root*) dan *lag* musiman juga menunjukkan pola yang turun dengan cepat. Sementara itu, plot ACF pada *lag* 1 (non musiman) dan *lag* 12 (musiman) keluar batas dan plot PACF pada *lag* 1 (non musiman) juga keluar batas. Oleh karena itu, dugaan model ARIMA sementara adalah ARIMA (1,1,1)(0,0,1)<sup>12</sup>. Selanjutnya hasil identifikasi *manual* ini dibandingkan dengan hasil identifikasi oleh aplikasi.

Sample : 175  
Included observations : 174



Gambar 38. Plot ACF data IHK *difference* orde pertama

Sample : 175  
Included observations : 174



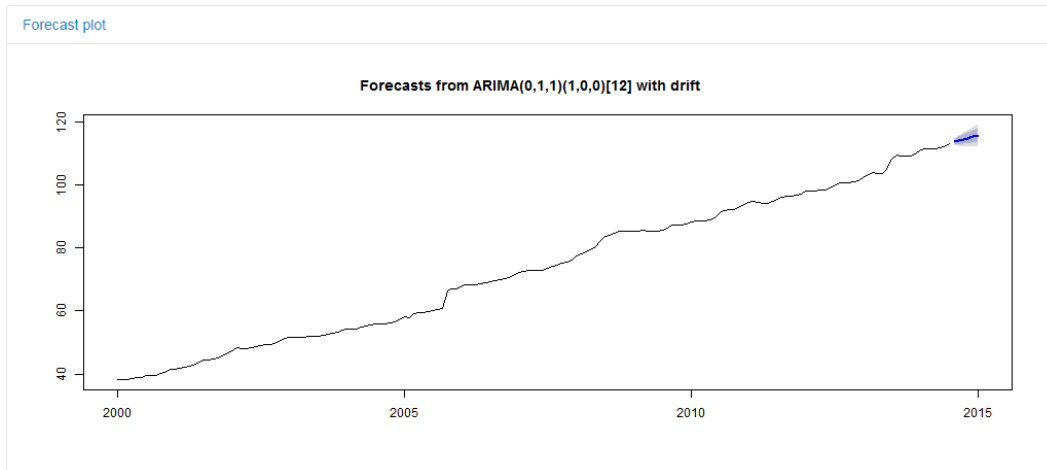
Gambar 39. Plot PACF data IHK *difference* orde pertama

Tabel 11. Dugaan Model ARIMA Indeks Harga Konsumen

No	Dugaan Model ARIMA	AIC	AICc	BIC	MAE	Signifikasi Paramater
1.	(0,1,1) <i>with drift</i> (oleh Aplikasi)	289.33	289.47	298.81	0.3158	Ya
2.	(0,1,1)(0,0,1) <sup>12</sup> <i>with drift</i> (oleh Aplikasi)	287.68	287.92	300.32	0.3038	Ya
3.	(1,1,1)(0,0,1) <sup>12</sup> <i>with drift</i> (manual)	288.99	289.35	304.78	0.3050	Tidak
4.	(1,1,1)(1,0,0) <sup>12</sup> <i>with drift</i> (SPSS)	287.09	287.33	299.73	0.3009	Ya

Tabel 11. Menunjukkan bahwa dugaan model 3 (diduga secara manual) tidak memenuhi uji signfikansi parameter. Sedangkan aplikasi menduga dua model yaitu model 1 dan model 2, SPSS menduga model 4. Dilihat dari nilai AIC, AICc dan MAE, model 4 (oleh SPSS) memiliki nilai yang paling kecil. Aplikasi juga memilih model ini sebagai model terbaik. Oleh karena itu model ini akan digunakan untuk peramalan data IHK. Hasil peramalan digambarkan pada gambar 40.





Gambar 40. Plot peramalan data IHK bulan Agustus 2014 s/d Januari 2015

Forecast Value

	Point Forecast	Lo 80	Hi 80	Lo 95	Hi 95
Aug 2014	113.649	112.953	114.345	112.584	114.713
Sep 2014	113.951	112.793	115.109	112.180	115.722
Oct 2014	114.328	112.845	115.810	112.061	116.595
Nov 2014	114.709	112.961	116.456	112.036	117.381
Dec 2014	115.161	113.184	117.138	112.137	118.185
Jan 2015	115.704	113.521	117.888	112.366	119.043

Gambar 41. Nilai peramalan data IHK bulan Agustus 2014 s/d Januari 2015

Pada gambar diatas, nilai *point forecast* menunjukkan nilai peramalan yang dihasilkan oleh aplikasi. Nilai lo 80 dan hi 80 menunjukkan selang nilai peramalan, lo 80 merupakan batas bawah dan hi 80 merupakan batas atas, dengan tingkat kepercayaan 80 persen. Sedangkan nilai lo 95 dan hi 95 menunjukkan selang nilai peramalan pada tingkat kepercayaan 95 persen. Selang ini telah ditetapkan oleh aplikasi dan tidak bisa diganti sesuai keinginan pengguna.

*Output* yang dihasilkan menggunakan SPSS dari ARIMA (0,1,1)(1,0,0)<sup>12</sup>

untuk data IHK yaitu sebagai berikut :

ARIMA Model Parameters				Estimate	SE	t	Sig.
IHK-Model_1	IHK	No Transformation	Constant	.427	.064	6.649	.000
			Difference	1			
			MA Lag 1	-.330	.072	-4.550	.000
			AR, Seasonal Lag 1	.154	.077	2.002	.047

Gambar 42. *Output* nilai parameter dari model terbaik data IHK menggunakan SPSS

Model Description			
			Model Type
Model ID	IHK	Model_1	ARIMA(0,1,1)(1,0,0)

Gambar 43. Deskripsi model terbaik data IHK menggunakan SPSS

Sedangkan *output* yang dihasilkan oleh aplikasi adalah sebagai berikut :

	Parameter	Estimate	Std. Error	t-Statistic	Prob.
1	ma1	0.329780	0.076161	4.330067	0.000013
2	sar1	0.154494	0.074412	2.076203	0.019681
3	drift	0.427063	0.063880	6.685433	0.000000

```

Series: series
ARIMA(0,1,1)(1,0,0)[12] with drift

Coefficients:
      ma1    sar1  drift
      0.330  0.154  0.427
s.e.  0.076  0.074  0.064

sigma^2 estimated as 0.295:  log likelihood=-139.55
AIC=287.09  AICc=287.33  BIC=299.73

```

Gambar 44. *Output* nilai parameter dari model terbaik data IHK menggunakan aplikasi

### Simulasi Data dari Buku *Forecasting Methods and Applications 3<sup>rd</sup> Edition*

Setelah dilakukan proses identifikasi, maka dugaan model ARIMA untuk data penjualan bulanan kertas (terlampir pada lampiran 5) adalah sebagai berikut :

Tabel 12. Dugaan Model ARIMA Penjualan bulanan kertas

No	Dugaan Model ARIMA	AIC	AICc	BIC	MAE	Signifikasi Paramater
1.	$(0,0,0)(0,1,1)^{12}$ <i>with drift</i> (oleh Aplikasi dan SPSS)	1003.76	1003.99	1011.80	30.3823	Ya
2.	$(0,1,1)(0,1,1)^{12}$ <i>with drift</i> (tertulis di <i>textbook</i> )	1119.83	1120.06	1127.85	29.58212	Ya

Tabel diatas menunjukkan aplikasi dan SPSS menduga model 1 sebagai model terbaik, sedangkan model 2 merupakan model terbaik yang tertulis di *textbook*. Dilihat dari nilai AIC, AICc dan BIC, model 1 (oleh SPSS) memiliki nilai lebih kecil dari model. Oleh karena itu, model 1 merupakan model ARIMA yang terbaik untuk data penjualan bulanan kertas.

*Output* yang dihasilkan menggunakan SPSS dari ARIMA  $(0,0,0)(0,1,1)^{12}$  yaitu sebagai berikut pada gambar 45 :

ARIMA Model Parameters				Estimate	SE	t	Sig.
Industry_Sales-Model_1	Industry_Sales	No Transformation	Constant	33.662	1.822	18.477	.000
			Seasonal Difference	1			
			MA, Seasonal Lag 1	.662	.103	6.456	.000

Gambar 45. *Output* nilai parameter dari model terbaik data penjualan bulanan kertas menggunakan SPSS

Sedangkan *output* yang dihasilkan oleh aplikasi adalah sebagai berikut :

#### ARIMA(0,0,0)(0,1,1)[12] with drift

	Parameter	Estimate	Std. Error	t-Statistic	Prob.
1	sma1	-0.661786	0.101106	-6.545451	0.000000
2	drift	2.804999	0.160408	17.486680	0.000000

```
Series: series
ARIMA(0,0,0)(0,1,1)[12] with drift

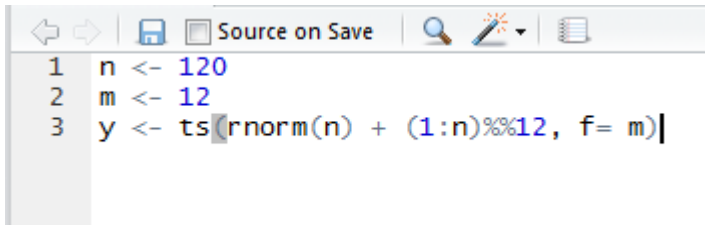
Coefficients:
      sma1  drift
      -0.662  2.805
s.e.    0.101  0.160

sigma^2 estimated as 2017:  log likelihood=-498.88
AIC=1003.76  AICc=1003.99  BIC=1011.8
```

Gambar 46. *Output* nilai parameter dari model terbaik data penjualan bulanan kertas menggunakan aplikasi

### Simulasi Data Bangkitan

Data dibangkitkan dengan *software R* secara random dan diberi pola musiman 12 bulan, data dibuat sebanyak 120 observasi. *Script R* untuk men-*generate* data dapat dilihat pada gambar 47,



```

1 n <- 120
2 m <- 12
3 y <- ts(rnorm(n) + (1:n)%12, f= m)

```

Gambar 47. Script R untuk men-*generate* data bangkitan

Setelah dilakukan proses identifikasi, maka dugaan model ARIMA untuk data bangkitan (terlampir dalam lampiran 5) adalah sebagai berikut :

Tabel 13. Dugaan Model ARIMA data bangkitan

No	Dugaan Model ARIMA	AIC	AICc	BIC	MAE	Signifikasi Paramater
1.	$(0,0,0)(2,1,0)^{12}$ <i>with drift</i> (oleh Aplikasi)	315.59	315.98	326.32	0.8376	Tidak (Parameter <i>drift</i> tidak signifikan)
2.	$(0,0,0)(0,1,0)^{12}$ <i>with drift</i> (oleh SPSS)	347.30	347.42	352.67	1.0891	Tidak (Parameter <i>drift</i> tidak signifikan)

Dari tabel 13 Aplikasi memilih model 1 sebagai model terbaik dan SPSS memilih model 2. Kedua model ini mengandung parameter yang signifikan. Model 1 tidak signifikan pada parameter *drift*-nya sedangkan parameter lainnya signifikan. Model 2 juga tidak signifikan pada parameter *drift*-nya, dan *drift* merupakan satu-satunya parameter pada model 2. Nilai AIC, AICc, BIC, dan MAE dari model 1 lebih kecil daripada model 2. Sehingga model ARIMA dari data bangkitan yaitu ARIMA  $(0,0,0)(2,1,0)^{12}$ .

*Output* yang dihasilkan menggunakan SPSS dari ARIMA (0,0,0)(0,1,0)<sup>12</sup>

yaitu sebagai berikut :

Model Description			
			Model Type
Model ID	Generated	Model_1	ARIMA(0,0,0)(0,1,0)

ARIMA Model Parameters				Estimate	SE	t	Sig.
Generated-Model_1	Generated	No Transformation	Constant	.010	.140	.072	.942
			Seasonal Difference	1			

Gambar 48. *Output* nilai parameter dari model terbaik data bangkitan menggunakan SPSS

Sedangkan *output* yang dihasilkan oleh aplikasi adalah sebagai berikut :

**ARIMA(0,0,0)(2,1,0)[12] with drift**

	Parameter	Estimate	Std. Error	t-Statistic	Prob.
1	sar1	-0.636340	0.101367	-6.277585	0.000000
2	sar2	-0.512174	0.098804	-5.183755	0.000000
3	drift	-0.003224	0.005007	-0.643858	0.260464

```
Series: series
ARIMA(0,0,0)(2,1,0)[12] with drift

Coefficients:
      sar1      sar2      drift
      -0.636  -0.512  -0.003
s.e.    0.101    0.099    0.005

sigma^2 estimated as 1.48:  log likelihood=-153.79
AIC=315.59  AICc=315.98  BIC=326.32
```

Gambar 49. *Output* nilai parameter dari model terbaik bangkitan menggunakan aplikasi

## Uji Coba

Uji coba dilakukan untuk mengetahui adanya kelemahan dan kekurangan dari aplikasi yang dikembangkan. Uji coba yang dilakukan pada pengembangan aplikasi ini adalah uji coba dengan pendekatan *black box* dan uji *usability*.

### Uji Coba dengan Pendekatan *Black Box*

Uji coba dengan pendekatan *black box* dilakukan untuk mengetahui apakah fungsionalitas aplikasi berjalan sebagaimana mestinya. Dalam uji coba ini pengguna memberikan *input* pada suatu fungsi tertentu untuk melihat respon dari fungsi tersebut. Uji coba ini dilakukan oleh 5 *tester* yang terdiri dari mahasiswa STIS tingkat IV jurusan statistik peminatan ekonomi, dengan mencoba aplikasi kemudian menjawab beberapa pertanyaan pada kuesioner yang disediakan. Kuesioner pada pendekatan ini dapat dilihat pada tabel 14.

Tabel 14. Kuesioner uji coba dengan pendekatan *Black Box*

BLACKBOX TESTING			
Uji coba dilakukan pada tanggal : .../.../..... Jam : ..... Petunjuk : Isikan tanda check (√) pada kolom <b>Ya</b> atau <b>Tidak</b>			
No	Test Case	Ya	Tidak
<b>1. Input Data</b>			
1	Setelah pengguna menekan tombol “choose file“ dan memilih data maka halaman <i>data</i> akan berubah, dan menampilkan informasi dari data yang bersangkutan.		
2	Jika pengguna memilih pilihan “clipboard” kemudian meng-copy data yang akan dimasukkan, lalu menekan tombol “paste data” maka halaman <i>data</i> akan berubah, dan menampilkan informasi dari data yang bersangkutan.		
<b>2. Analisis Data</b>			
3	Pada <i>tab data</i> , ketika pengguna memilih variabel pada “dropdown list dependent variable”, maka aplikasi akan menampilkan variabel tersebut di tabel.		
4	Pada <i>tab historical plot</i> , ketika pengguna menekan <i>checkbox</i> “apply differencing” maka dibawah <i>time series plot</i> akan muncul <i>differenced series plot</i> .		
5	Pada <i>tab unit root test</i> , aplikasi akan menampilkan kesimpulan apakah data stasioner atau tidak secara otomatis.		
6	Pada <i>tab ACF</i> dan <i>PACF</i> , ditampilkan plot ACF atau PACF dan akan berubah sesuai dengan pilihan-pilihan yang terdapat pada panel sebelah kiri.		
7	Pada <i>tab estimation</i> , ketika pengguna menekan tombol “add this model for comparison”. maka tabel dibawahnya akan bertambah isinya. (Jika model yang dimasukkan belum ada di dalam tabel)		
8	Pada <i>tab estimation</i> , aplikasi dapat menentukan model secara otomatis dan ketika pengguna mengganti pilihan-pilihan pada panel sebelah kiri, aplikasi akan menampilkan <i>loading</i> dan melakukan perhitungan ulang sesuai dengan pilihan yang diberikan.		
9	Pada <i>tab diagnostic</i> , ditampilkan plot residual, acf dan pacf dari model terbaik beserta kesimpulan dari uji secara otomatis.		
10	Pada <i>tab forecast</i> , ditampilkan plot peramalan beserta nilainya dan jika pilihan panjang periode peramalan diubah maka plot dan nilai peramalan otomatis berubah.		
11	Ketika pengguna menekan tombol “download” pada <i>panel generate your report</i> disebelah kiri, maka aplikasi akan mendownload laporan analisis sesuai dengan format yang dipilih pengguna.		
<b>3. Sharing Hasil Analisis</b>			
13	Ketika pengguna menekan tombol <i>share</i> hasil analisis, muncul <i>modal form</i> untuk melakukan <i>share</i> hasil analisis dan hasil <i>share</i> pengguna akan muncul dihalaman <i>analysis gallery</i> .		
14	Pengguna dapat membuat <i>thread</i> baru pada forum mengenai hasil analisisnya.		



Tabel 15. Tabel hasil uji pendekatan *Black Box*

No urut Test Case	Banyaknya hasil “Ya”	Banyaknya hasil “Tidak”
(1)	(2)	(3)
1	5	0
2	5	0
3	5	0
4	5	0
5	5	0
6	5	0
7	5	0
8	5	0
9	5	0
10	5	0
11	5	0
12	5	0
13	5	0
14	5	0

Dari hasil tersebut dapat dilihat bahwa aplikasi dapat memberikan hasil respon sebagaimana mestinya sesuai dengan input dari pengguna.

### Uji kepuasan pengguna

Untuk melihat kepuasan pengguna, dilakukan pengujian dengan menggunakan kuesioner *System Usability Scale* (SUS) kepada mahasiswa STIS tingkat IV jurusan statistik peminatan ekonomi sebanyak 5 orang. Kuesioner SUS dapat dilihat pada tabel 16.

Tabel 16. Kuesioner Uji Coba dengan *System Usability Scale* (SUS)

<b>KUESIONER UJI COBA (SYSTEM USABILITY SCALE)</b>						
<b>Uji coba dilakukan pada tanggal: _____ jam: _ : _ .</b>						
<b>Petunjuk pengisian : Berikan tanda check (V) pada kolom penilaian</b>						
<b>No.</b>	<b>Pertanyaan</b>	<b>Penilaian</b>				
		<b>Sangat Tidak Setuju</b>	<b>Tidak Setuju</b>	<b>Cukup Setuju</b>	<b>Setuju</b>	<b>Sangat Setuju</b>
1	Saya rasa saya akan sering menggunakan aplikasi ini					
2	Saya merasa aplikasi ini memiliki kerumitan yang tidak perlu.					
3	Saya rasa aplikasi ini mudah digunakan					
4	Saya rasa saya membutuhkan orang teknis untuk dapat menggunakan aplikasi ini					
5	Saya menemukan berbagai fungsi dalam aplikasi ini terintegrasi dengan baik					
6	Saya pikir terdapat inkonsistensi dalam aplikasi ini					
7	Saya membayangkan bahwa kebanyakan orang akan belajar untuk menggunakan aplikasi ini dengan cepat					
8	Saya menemukan fungsi aplikasi yang sangat rumit untuk digunakan.					
9	Saya merasa percaya diri menggunakan aplikasi ini					
10	Saya perlu belajar banyak hal sebelum saya dapat menjalankan aplikasi ini					

Penghitungan nilai kepuasan pengguna dengan SUS adalah :

1. Skor untuk pertanyaan nomor ganjil adalah posisi skala dikurangi 1, sedangkan untuk nomor genar skornya adalah 5 dikurangi posisi skala.
2. Kemudian mengalikan jumlah skor dari poin satu dengan 2,5 sehingga *range* nilai dari SUS adalah 0 sampai 100.

Berikut ini adalah hasil uji kepuasan pengguna:

Tabel 17. Hasil Skor Uji Kepuasan Pengguna

No Responden	Total Skor
1	77.5
2	62.5
3	75
4	67.5
5	72.5
Rata-rata	71

Skor akhir dari SUS ini adalah 71, artinya aplikasi yang diuji termasuk dalam kategori *Good*. Hal ini menunjukkan tingkat kepuasan pengguna ketika memakai aplikasi cukup baik. Bila dirinci perbutir pertanyaan, maka dapat dijabarkan beberapa hal sebagai berikut :

1. Rata-rata pengguna beranggapan aplikasi tidak rumit untuk digunakan, hal ini didukung dengan skor pada pertanyaan 2 dan 8 yang nilainya cukup tinggi,.
2. Rata-rata pengguna beranggapan aplikasi mudah untuk digunakan, didukung dengan skor pertanyaan 3 yang cukup tinggi. Hal ini berkaitan dengan kemudahan dalam melakukan analisis.

3. Aplikasi memiliki *learnability* yang cukup baik, ditunjukkan dengan skor pertanyaan 7 yang cukup tinggi. Sehingga orang akan belajar menggunakan aplikasi ini dengan cepat.
4. Meskipun aplikasi tidak rumit dan mudah digunakan, nilai pertanyaan 4 dan 10 tidak terlalu tinggi. Hal ini berarti meskipun aplikasi mudah digunakan, pengguna harus diberi bantuan teknis dan petunjuk penggunaan saat pertama kali menggunakan aplikasi.
5. Aplikasi telah terintegrasi dengan baik dan tidak banyak ditemukan inkonsistensi. Hal ini didukung dengan skor pertanyaan 5 dan 6 yang cukup tinggi.

### **Evaluasi**

Berdasarkan hasil uji coba yang telah dilaksanakan, didapat evaluasi mengenai kelebihan dan kekurangan aplikasi, yaitu:

#### **Kelebihan :**

1. Dapat menganalisis data dari jarak jauh tanpa perlu melakukan instalasi *program*.
2. Dapat mengidentifikasi model ARIMA secara otomatis sehingga memudahkan pengguna.
3. Memiliki *learnability* yang cukup baik sehingga dapat dipelajari dengan cepat.

**Kekurangan :**

1. Pengguna membutuhkan bantuan teknis dan pengenalan aplikasi saat pertama kali menggunakan aplikasi.
2. Kelancaran penggunaan aplikasi sangat bergantung pada kestabilan koneksi *internet* pengguna.

## BAB V

### KESIMPULAN DAN SARAN

#### 5.1 Kesimpulan

Dari penelitian ini dapat diambil kesimpulan sebagai berikut:

1. Berdasarkan hasil pengujian kepuasan pengguna dengan menggunakan kuesioner SUS, ditunjukkan tingkat kepuasan pengguna sebesar 71. Sehingga dapat disimpulkan bahwa aplikasi dapat memudahkan pengguna dalam melakukan peramalan menggunakan metode Box-Jenkins (ARIMA).
2. Berdasarkan hasil simulasi 3 data yang telah dilakukan, aplikasi yang dibangun menghasilkan *output* yang *valid* setelah dibandingkan dengan aplikasi SPSS. Hasil uji coba *black box* juga menunjukkan fungsi-fungsi utama aplikasi telah berjalan dengan baik. Sehingga dapat disimpulkan bahwa aplikasi yang dibangun dapat melakukan peramalan menggunakan metode Box-Jenkins (ARIMA) secara otomatis dan dapat diakses melalui *web*.
3. Forum yang dibangun dapat digunakan sebagai sarana pertukaran pengetahuan mengenai alat analisis dan penggunaan aplikasi yang telah dikembangkan.

## 5.2 Saran

Aplikasi peramalan menggunakan metode Box-Jenkins (ARIMA) yang dibangun masih memiliki beberapa kekurangan. Berdasarkan hasil uji coba dan simulasi menggunakan 3 jenis data, dapat diambil beberapa hal yang dapat dijadikan saran untuk perbaikan aplikasi ini kedepannya, yaitu sebagai berikut :

1. Menambahkan fungsi untuk uji stasioneritas varians.
2. Menambahkan statistik  $R^2$  pada tahap pemilihan model.
3. Aplikasi dapat menganalisis data BPS secara langsung tanpa perlu di *download* terlebih dahulu, sebagai alternatif jika data yang akan di *download* berukuran cukup besar.

## DAFTAR PUSTAKA

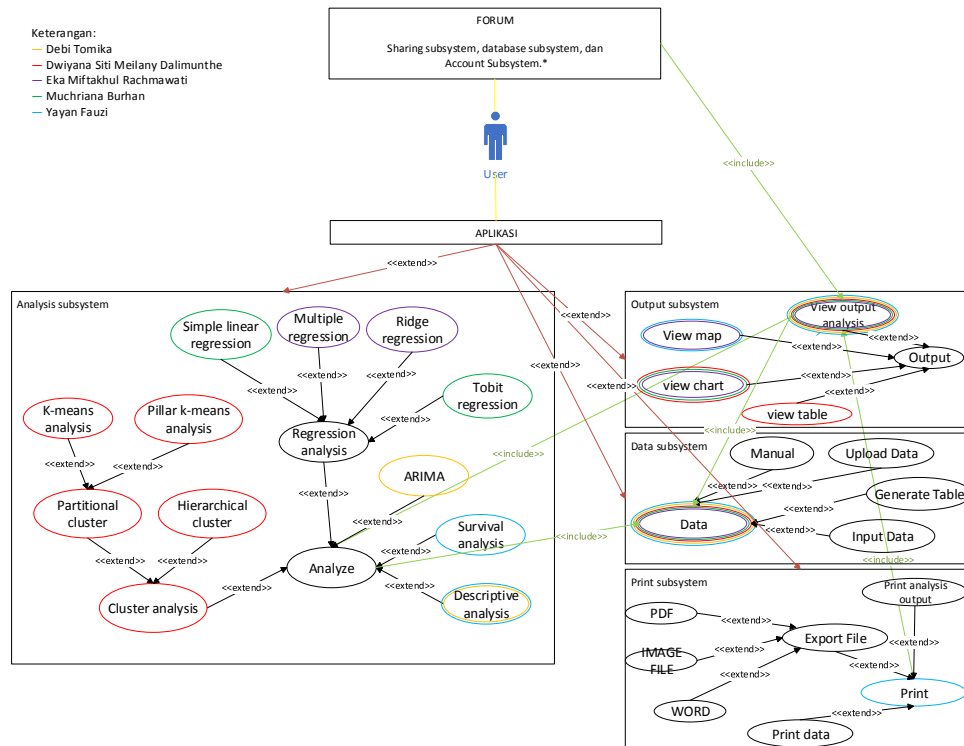
- Bertoilini, et.al. (2005). An Empirical Evaluation of Automated Black-Box Testing Techniques for Crashing GUIs. *IEEE*, 21-30.
- Box, G.E.P. & G.M. Jenkins. (1970). *Time series analysis : Forecasting and control*. San Fransisco : Holden-Day.
- Brockwell, P.J. & Davis, R.A. (2002). *Introduction to Time series and Foreacasting*. New York : Springer.
- Brooke, John. (2013). *SUS: A Retrospective*. Journal of Usability Studies Vol. 8, Issue 2, pp. 29-40.
- Delurgio, S.A. (1998). *Forecasting Principles an Applications*. . New York: McGraw-Hill.
- Fristiana, Ayuningtyas H. (2013). *Sistem Otomatisasi Pelayanan Pengolahan Data Statistik BPS Dengan Remote Access [Skripsi]*. Jakarta: Sekolah Tinggi Ilmu Statistik.
- Gujarati, Damodar. (2004). *Basic Econometric 4<sup>th</sup> Edition*. New York: McGraw-Hill.
- Gomez, V. (1998). Automatic Model Identification on the Precense of Missing Observations an Outliers. *Working Paper*.
- Hannan , EJ & Rissanen, J . (1982). Recursive Estimation of Mixed Autoregressive-Moving Average Order. *Biometrika*, 69(1), 81-94.
- Hanke, John E & Arthur G Reitsch,. (1998). *Business Forecasting*. New Jersey: Prentice-Hall, Inc.
- Hydman, RJ & Khandakar Y. (2008). Automatic Time Series Forecasting : The forecast Package for R. *Journal of Statistical Software* Vol. 27, Issue 3.
- Juanda, Bambang dan Junaidi. (2012). *Ekonometrika Deret Waktu*. Bogor : IPB Press.
- Jeffrey, Jarret.(1990). *Bussines Forecasting Methods, 2<sup>nd</sup> Edition*. Basil Blackwell.
- Makridakis, Spyros, et. all. (1993). *Metode dan Aplikasi Peramalan*. Jakarta : Erlangga.
- Makridakis, Spyros, et. all. (1998). *Forecasting Methods and Applications 3<sup>rd</sup> Edition*. New York : Wiley.
- Montgomery, et al. (2008). *Introduction to Time Series Analysis and Forecasting*. New Jersey: John Wiley & Son.



- Mulyana. (2004). *Buku Ajar: Analisis Deret Waktu*. Semarang: Universitas Semarang.
- Nachrowi, Nachrowi & Usman, Hardius. (2006). *Pendekatan Populer dan Praktis Ekonometrika Untuk Analisis Ekonomi dan Keuangan*. Jakarta : Lembaga Penerbit Fakultas Ekonomi Universitas Indonesia.
- Nielsen, J. (1994). Enhancing the explanatory power of usability heuristics. *Proc.ACM CHI'94 Conf.* (Boston, MA, April 24-28), 152-158.
- Nuventasari, Eka. (2009). *Analisis Intervensi Multi Input Fungsi Step dan Pulse untuk Peramalan Kunjungan Wisatawan ke Indonesia* [Tesis]. Surabaya: Institut Teknologi Sepuluh Nopember.
- Tripena, Agustini. (2011). Peramalan Indeks Harga Konsumen dan Inflasi Indoensia dengan Metode ARIMA Box-Jenkins. *Magistra*, Vol. 23, No. 75.
- Rosadi, Dedi. (2009). Pemanfaatan Software Open Source R dalam pemodelan ARIMA. *Seminar Nasional Matematika dan Pendidikan Matematika* 2009.
- Sekolah Tinggi Ilmu Statistik. 2014. *Pedoman Penyusunan Skripsi Jurusan Komputasi Statistik*. Jakarta: Sekolah Tinggi Ilmu Statistik.
- Shumway, Robert H. & Stoffer, David.S. (2011). *Time Series Analysis and Its Application with R examples 3<sup>rd</sup> Edition* . New York : Springer.
- M. O'Donovan, Thomas. (1983). *Short Term Forecasting : An introduction to the Box-Jenkins Approach*. Jon Wiler & Son.
- Wei, Williams WS. (2006). *Time Series Analysis: Univariate and Bivariate Methods 2<sup>nd</sup> Edition*. Boston: Pearson Education.
- Winesett, Jeffery. (2010). *Agile Web Application Development with Yii 1.1. And PHP 5*. Birmingham : Pack Publishing.
- Zhai, Yhuseng. (2005). *Time Series Forecasting Competition Among Three Sophisticated Paradigms* [Tesis]. North Carolina : University Of North Carolina.
- <https://www.otexts.org/fpp/> diakses 20 Agustus 2014.
- <http://www.pcmag.com/encyclopedia/term/57794/internet-forum> diakses 20 Juli 2014).
- <http://www.r-project.org/> diakses 20 Juli 2014

## LAMPIRAN

### Lampiran 1: *Use case diagram* aplikasi forum analisis statistik



## Lampiran 2. Implementasi Kode Program

### 1. Implementasi kode program untuk mencari model terbaik

```
# membantu menghitung out of sample sebagai kriteria model terbaik dari sistem
bantuterbaik <- function(fit = NULL){

  n <- length(getdata_ts())
  frekuensi <- frequency(getdata_ts())
  k <- n-frekuensi # minimum data length for fitting a model
  mae1 <- matrix(NA,n-k,12)
  st <- tsp(getdata_ts())[1]+(k-2)/12

  # cross validation

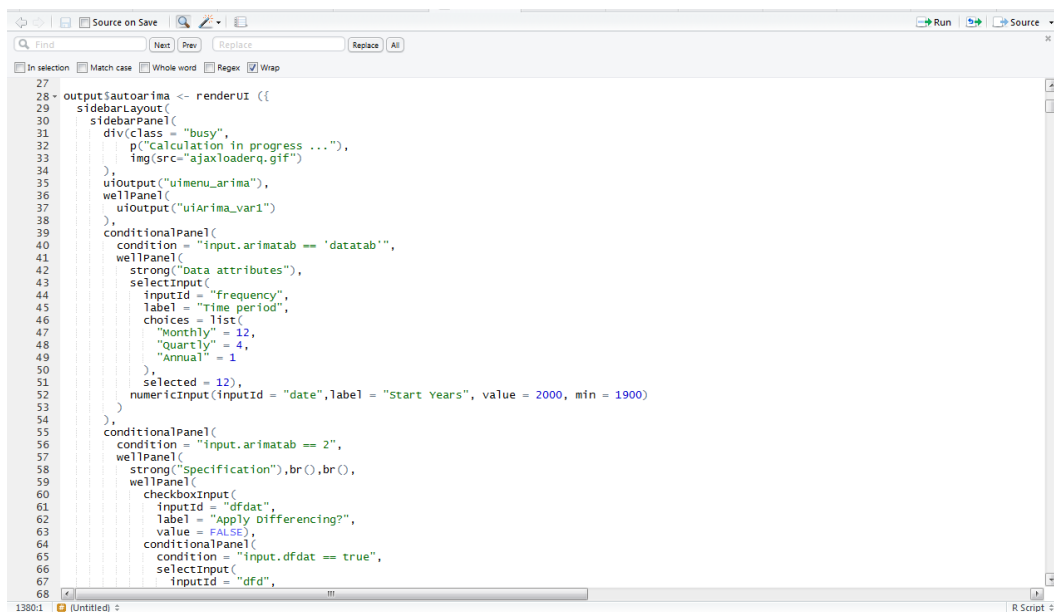
  for(i in 1:(n-k))
  {
    xshort <- window(getdata_ts(), end=st + i/12)
    xnext <- window(getdata_ts(), start=st + (i+1)/12, end=st + (i+12)/12)

    fit1 <- create.arma(fit, xshort)
    fcast1 <- forecast(fit1, h=frekuensi)

    mae1[i,1:length(xnext)] <- abs(fcast1[['mean']]-xnext)
  }

  return(mean(mae1, na.rm = T))
}
```

### 2. Implementasi kode program antarmuka aplikasi



### 3. Implementasi kode program mencari orde *seasonal differences*

```
# Number of seasonal differences
nsdiffs <- function(x, m=frequency(x), test=c("ocsb", "ch"), max.D=1)
{
  if(is.constant(x))
    return(0)

  test <- match.arg(test)
  if(m==1)
    stop("Non seasonal data")
  else if(m < 1)
  {
    warning("I can't handle data with frequency less than 1. Seasonality will be ignored.")
    return(0)
  }

  D <- 0
  if(test=="ch")
    dodiff <- CHtest(x,m)
  else
    dodiff <- OCSBtest(x,m)

  while(dodiff==1 & D < max.D)
  {
    D <- D + 1
    x <- diff(x, lag=m)
    if(is.constant(x))
      return(D)
    if(test=="ch")
      dodiff <- CHtest(x,m)
    else
      dodiff <- OCSBtest(x,m)
  }
  return(D)
}
```

### 4. Implementasi kode program mencari orde *differencing*

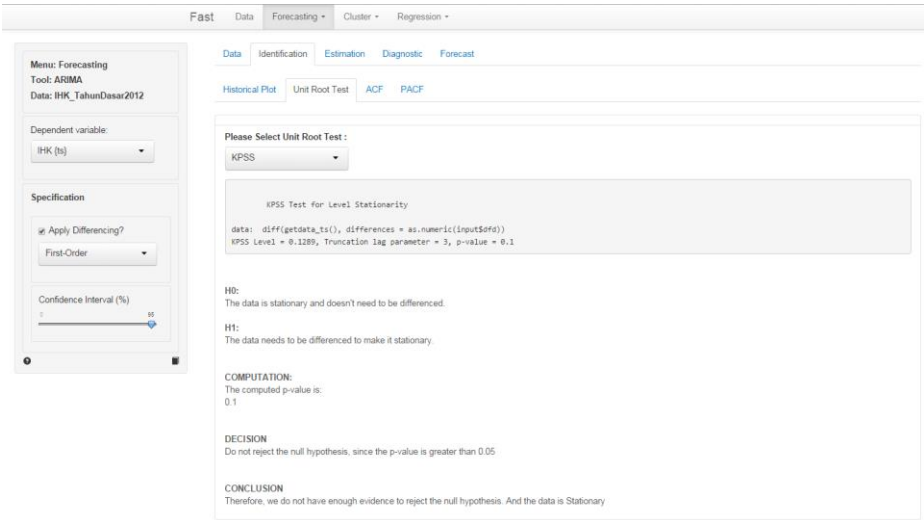
```
ndiffs <- function(x,alpha=0.05,test=c("kpss","adf","pp"), max.d=2)
{
  test <- match.arg(test)
  x <- c(na.omit(c(x)))
  d <- 0

  if(is.constant(x))
    return(d)

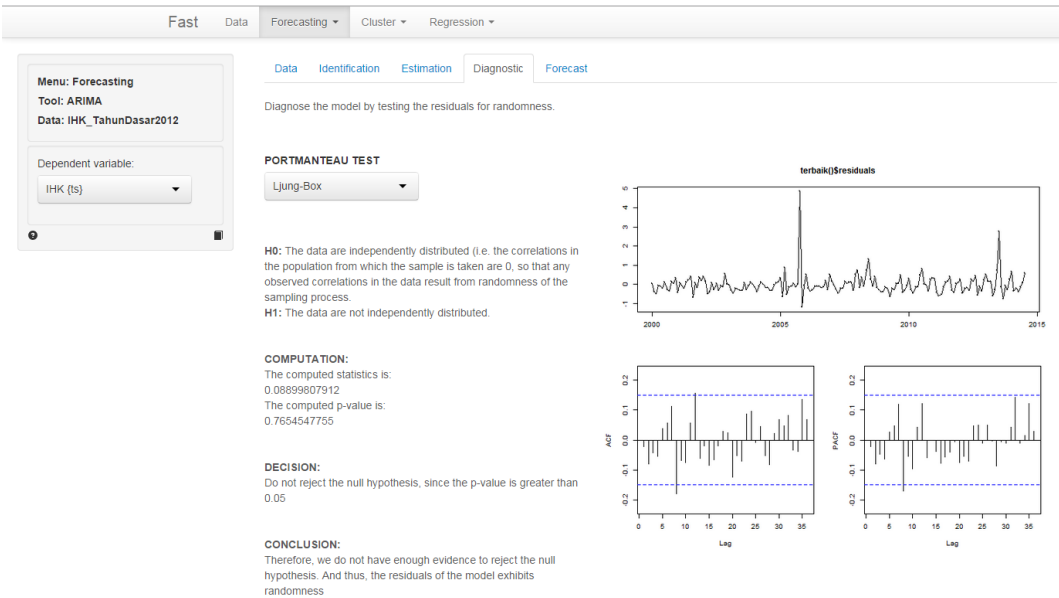
  if(test=="kpss")
    suppresswarnings(dodiff <- tseries::kpss.test(x)$p.value < alpha)
  else if(test=="adf")
    suppresswarnings(dodiff <- tseries::adf.test(x)$p.value > alpha)
  else if(test=="pp")
    suppresswarnings(dodiff <- tseries::pp.test(x)$p.value > alpha)
  else
    stop("This shouldn't happen")
  if(is.na(dodiff))
  {
    return(d)
  }
  while(dodiff & d < max.d)
  {
    d <- d+1
    x <- diff(x)
    if(is.constant(x))
      return(d)
    if(test=="kpss")
      suppresswarnings(dodiff <- tseries::kpss.test(x)$p.value < alpha)
    else if(test=="adf")
      suppresswarnings(dodiff <- tseries::adf.test(x)$p.value > alpha)
    else if(test=="pp")
      suppresswarnings(dodiff <- tseries::pp.test(x)$p.value > alpha)
    else
      stop("This shouldn't happen")
    if(is.na(dodiff))
      return(d-1)
  }
  return(d)
}
```

Lampiran 3. Implementasi antarmuka

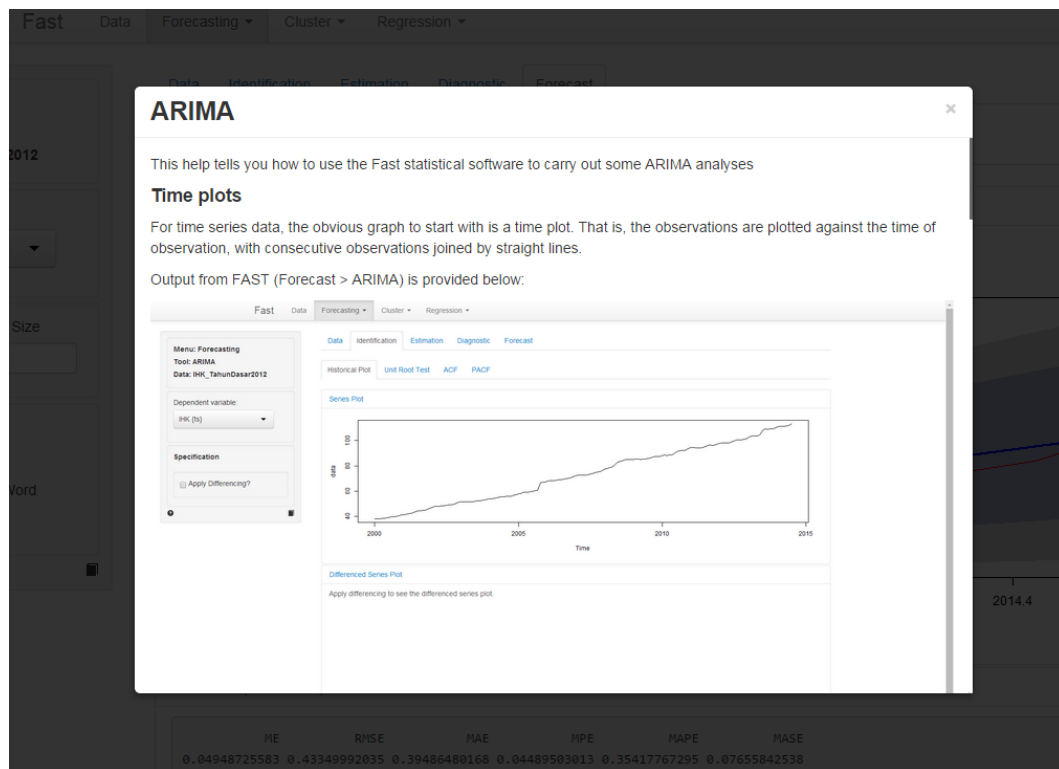
1. Implementasi antarmuka *tab unit root test*



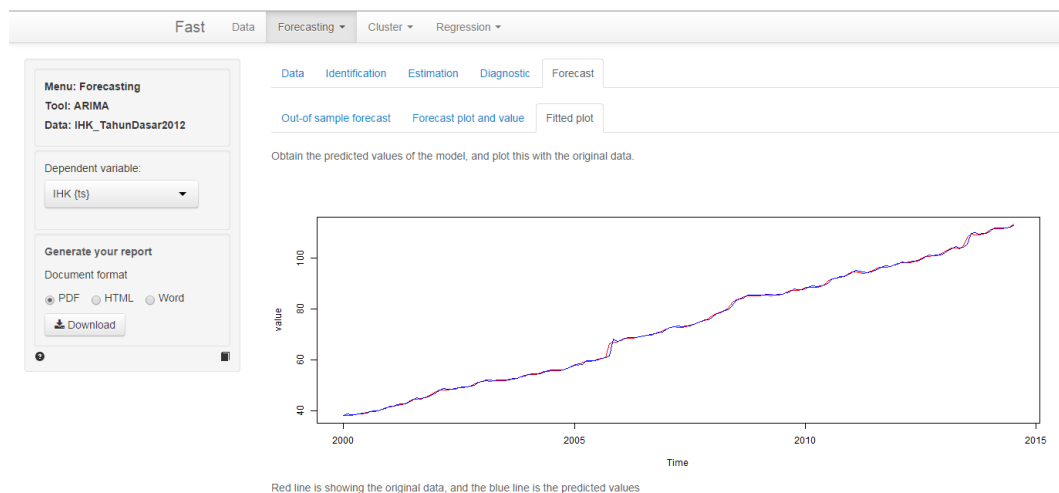
2. Implementasi antarmuka *tab diagnostic*



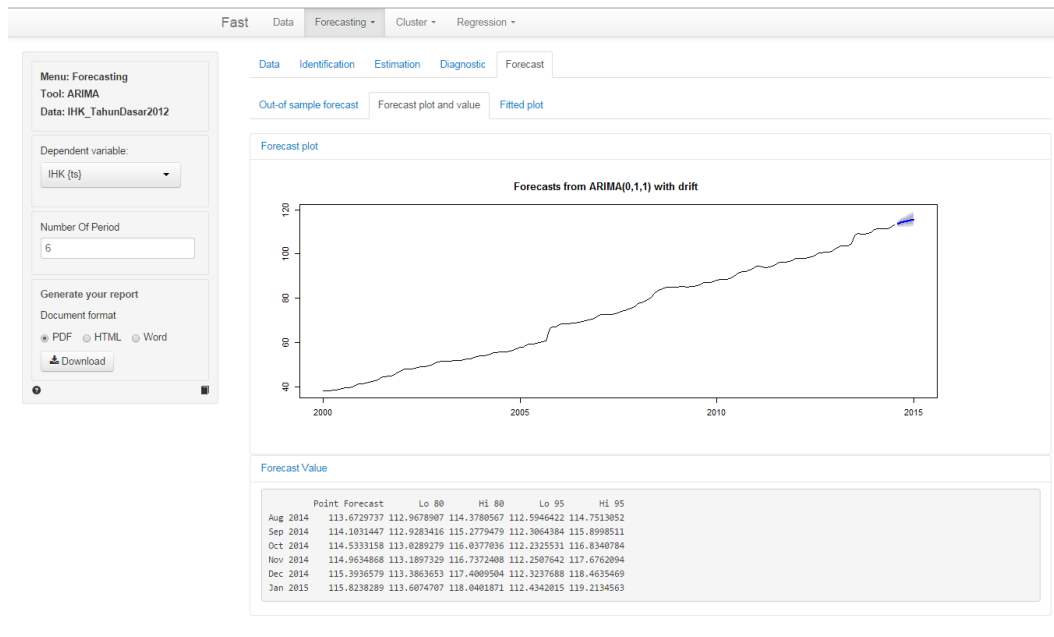
### 3. Implementasi antarmuka halaman *help*



### 4. Implementasi antarmuka *tab fitted plot*

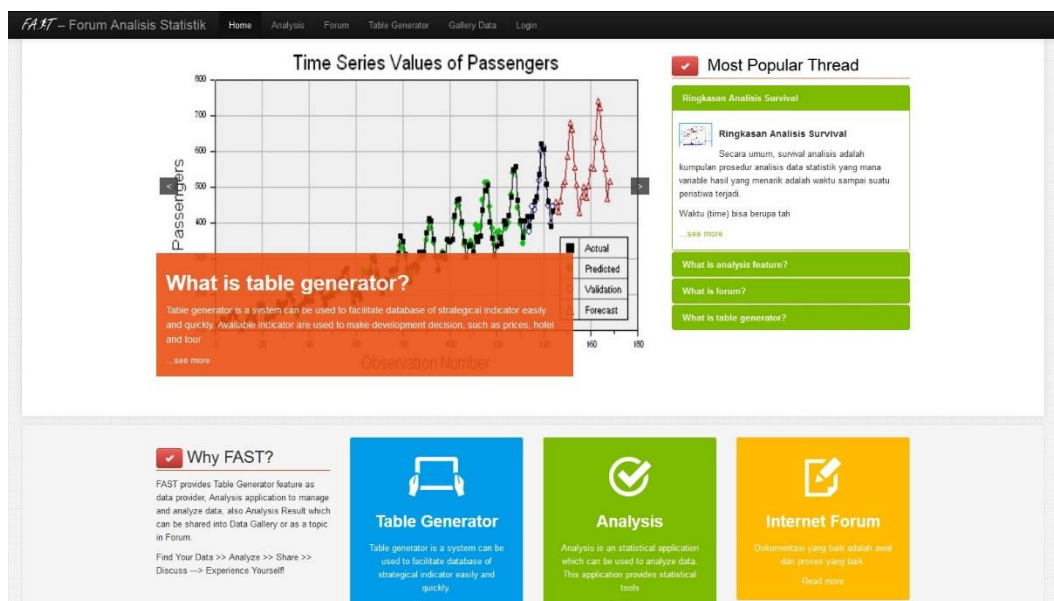


## 5. Implementasi antarmuka *tab* hasil peramalan



## Lampiran 4. Implementasi antarmuka aplikasi forum analisis statistik

### 1. Tampilan antarmuka halaman *home* forum



## 2. Tampilan antarmuka halaman daftar *thread* forum

FAST – Forum Analisis Statistik Home Analysis Forum Table Generator Gallery Data Login

Forum

Select forum

Statistical Analysis			
ARIMA Autoregressive integrated moving average	1 posts	1 topics	August 23, 2014 5:25 PM yymtz »
Descriptive Analysis Analysis Descriptif	0 posts	0 topics	No posts
K-Means Analysis	0 posts	0 topics	No posts
Pillar K-Means Analysis	0 posts	0 topics	No posts
Regression Analysis Analysis Regresi	0 posts	0 topics	No posts
Survival Analysis Analysis survival	7 posts	1 topics	August 24, 2014 11:45 AM yymtz »
Statistical Software			
R R programming and usage, R news, R tips and tutorials, etc.	0 posts	0 topics	No posts
SAS SAS usage and programming, SAS/Inet, SAS/Stat, proc sql, SAS macro, etc.	0 posts	0 topics	No posts
SPSS SPSS usage and programming, SPSS syntax, SPSS output, etc.	0 posts	0 topics	No posts
Stata Stata usage and programming, Stata help, etc.	0 posts	0 topics	No posts
Other Software MATLAB, JMP, Statistica, AMOS, Minitab, Systat, etc.	0 posts	0 topics	No posts
Other Topics			
FAQ Common questions in statistics and probability.	3 posts	3 topics	August 24, 2014 12:41 PM admin »

2 guest(s) and 0 active member(s) (in the past 15 minutes)  
(0 anonymous member(s))

**Board Statistics**  
Total topics: 8  
Total posts: 15

## 3. Tampilan antarmuka *thread* (topik)

FAST – Forum Analisis Statistik Home Analysis Forum Table Generator Gallery Data Login

Forum Members

You have gone full screen. [Exit full screen \(F11\)](#)

Forum » ARIMA » Peramalan data IHK

Select forum

**Peramalan data IHK**

Displaying 1-1 of 1 result

dbtmk  
2014  
WISD  
Newbie  
Posts: 4  
Joined: 4/8/14

Peramalan data IHK  
» dbtmk » September 10, 2014 6:35:51 PM CEST » [0](#)

Identifikasi model ARIMA dari data IHK akan dapat dilakukan jika data telah menunjukkan pola yang stasioner. Tahap awal dari identifikasi ini dilakukan melalui time series plot seperti pada grafik dibawah. Berdasarkan time series plot tersebut dilihat bahwa data IHK belum menunjukkan pola yang stasioner dalam hal rata-rata. Hal ini didukung oleh hasil uji unit root yang menunjukkan bahwa data tidak stasioner. Untuk itu perlu dilakukan proses differencing orde pertama lalu dilakukan analisis ulang pada data.

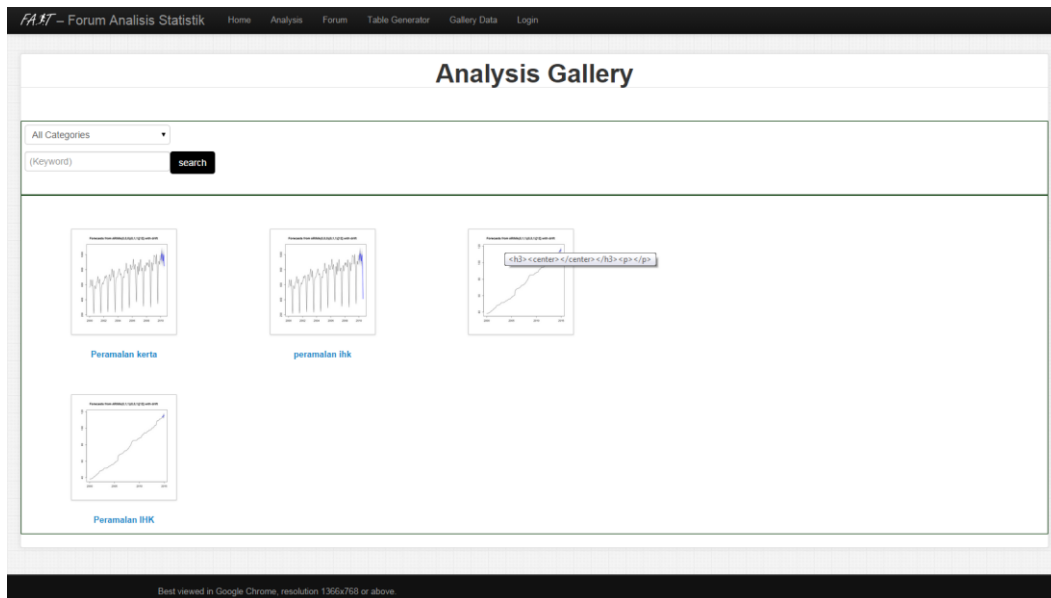
Sample : 175  
Included observations : 174

PACF Plot

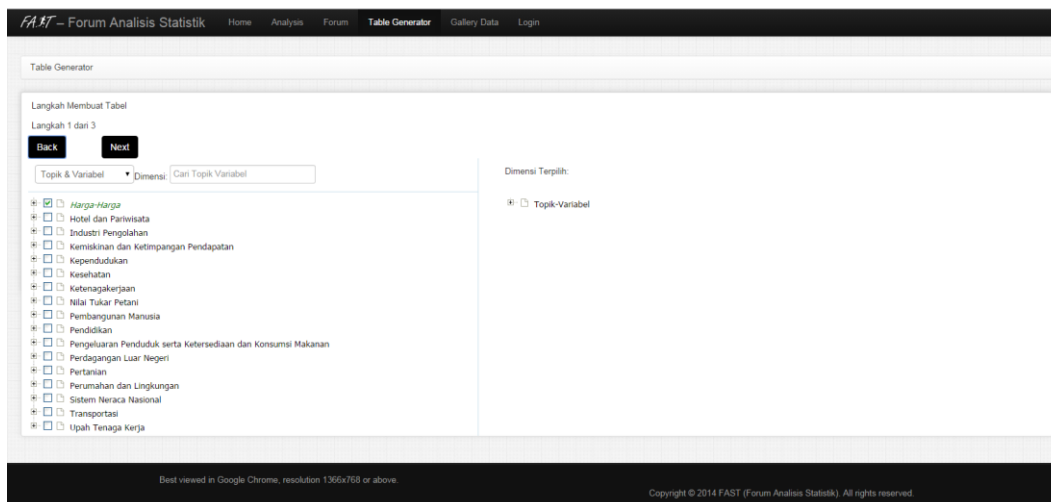
Gambar xx. Time series plot data IHK



#### 4. Tampilan antarmuka halaman *analysis gallery*



#### 5. Tampilan antarmuka halaman *table generator*



## Lampiran 5. Data yang digunakan dalam proses simulasi

### 1. Data Indeks Harga Konsumen bulan Januari 2000 s/d Juli 2014

	Jan	Feb	Mar	Apr	May	Jun	Jul	Aug	Sep	Oct	Nov	Dec
2000	38.3200	38.3500	38.1700	38.3900	38.7100	38.9000	39.4000	39.6000	39.5800	40.0400	40.5700	41.3600
2001	41.4900	41.8500	42.2300	42.4200	42.9000	43.6100	44.5400	44.4500	44.7300	45.0300	45.8000	46.5500
2002	47.4700	48.1900	48.1700	48.0600	48.4400	48.6200	49.0200	49.1600	49.4200	49.6800	50.6000	51.2100
2003	51.6200	51.7200	51.6000	51.6800	51.7900	51.8400	51.8600	52.2900	52.4800	52.7700	53.3000	53.8000
2004	54.1100	54.1000	54.2900	54.8200	55.3100	55.5700	55.7900	55.8400	55.8500	56.1600	56.6600	57.2500
2005	58.0700	57.9700	59.0800	59.2800	59.4000	59.7000	60.1600	60.4900	60.9100	66.2100	67.0800	67.0500
2006	67.9600	68.3500	68.3700	68.4100	68.6600	68.9700	69.2800	69.5100	69.7700	70.3700	70.6100	71.4700
2007	72.2200	72.6600	72.8300	72.7100	72.7900	72.9500	73.4800	74.0300	74.6200	75.2100	75.3500	76.1800
2008	77.5300	78.0400	78.7800	79.2300	80.3500	82.3200	83.4500	83.8800	84.6900	85.0800	85.1800	85.1500
2009	85.0900	85.2700	85.4600	85.2000	85.2300	85.3300	85.7100	86.1900	87.1000	87.2600	87.2400	87.5200
2010	88.2500	88.5200	88.3900	88.5200	88.7800	89.6400	91.0400	91.7400	92.1400	92.2000	92.7600	93.6100
2011	94.4500	94.5700	94.2700	93.9800	94.0900	94.6000	95.2400	96.1300	96.3900	96.2800	96.6100	97.1500
2012	97.8900	97.9400	98.0100	98.2100	98.2800	98.8900	99.5800	100.5300	100.5500	100.7100	100.7800	101.3300
2013	102.3700	103.1400	103.7900	103.6800	103.6500	104.7200	108.1600	109.3700	108.9900	109.0900	109.2200	109.8100
2014	110.9900	111.2800	111.3700	111.3500	111.5300	112.0100	113.0500					

### 2. Data bangkitan sebanyak 120 observasi

	Jan	Feb	Mar	Apr	May	Jun	Jul	Aug	Sep	Oct	Nov	Dec
2000	-0.7619	2.5634	2.6619	4.2346	4.9344	6.8400	8.3472	8.8402	10.0823	9.8780	9.1408	1.1524
2001	2.6271	0.5177	2.3844	6.3869	5.4234	7.8889	6.1523	7.9348	9.8528	11.6218	9.9000	-0.5186
2002	1.7514	1.6021	4.4910	4.8633	5.6129	6.0374	5.7399	9.8263	7.4311	9.1639	11.1633	-0.0040
2003	1.6882	2.7733	3.4930	3.4853	4.0652	3.9267	6.1649	8.5672	9.8446	9.5736	9.6762	-0.2370
2004	0.1885	1.2797	3.5743	3.6536	4.7182	6.6100	6.4320	7.0198	9.1457	9.7507	10.3809	-0.7795
2005	-0.5017	2.9233	1.6197	5.2387	6.3872	7.3349	6.9726	9.4266	7.8486	9.8701	9.2503	1.0930
2006	0.3786	1.3306	1.8914	3.2486	4.8358	5.4595	7.6812	8.8610	8.7034	10.3382	9.6890	-0.1555
2007	-1.0293	2.5039	2.5602	3.6885	4.1841	6.4744	6.1243	6.2045	9.9350	10.6906	11.2225	-1.7448
2008	0.5075	1.7792	4.0044	1.9188	5.4020	6.9924	7.2045	6.4434	9.2876	9.0917	9.1847	0.4788
2009	0.7081	1.9468	2.3105	6.3869	6.0366	5.6238	7.2659	8.7967	10.2640	8.1272	11.5826	-0.0432

3. Penjualan kertas (ribu francs Prancis). Januari 1963 s/d Desember 1972

Period	Observation	Period	Observation	Period	Observation
1	562.674	41	701.108	81	742.000
2	599.000	42	790.079	82	847.152
3	668.516	43	594.621	83	731.675
4	597.798	44	230.716	84	898.527
5	579.889	45	617.189	85	778.139
6	668.233	46	691.389	86	856.075
7	499.232	47	701.067	87	938.833
8	215.187	48	705.777	88	813.023
9	555.813	49	747.636	89	783.417
10	586.935	50	773.392	90	828.110
11	546.136	51	813.788	91	657.311
12	571.111	52	766.713	92	310.032
13	634.712	53	728.875	93	780.000
14	639.283	54	749.197	94	860.000
15	712.182	55	680.954	95	780.000
16	621.557	56	241.424	96	807.993
17	621.000	57	680.234	97	895.217
18	675.989	58	708.326	98	856.075
19	501.322	59	694.238	99	893.268
20	220.286	60	772.071	100	875.000
21	560.727	61	795.337	101	835.088
22	602.530	62	788.421	102	934.595
23	626.379	63	889.968	103	832.500
24	605.508	64	797.393	104	300.000
25	646.783	65	751.000	105	791.443
26	658.442	66	821.255	106	900.000
27	712.906	67	691.605	107	781.729
28	687.714	68	290.655	108	880.000
29	723.916	69	727.147	109	875.024
30	707.183	70	868.355	110	992.968
31	629.000	71	812.390	111	976.804
32	237.530	72	799.556	112	968.697
33	613.296	73	843.038	113	871.675
34	730.444	74	847.000	114	1006.852
35	734.925	75	941.952	115	832.037
36	651.812	76	804.309	116	345.587
37	676.155	77	840.307	117	849.528
38	748.183	78	871.528	118	913.871
39	810.681	79	656.330	119	868.746
40	729.363	80	370.508	120	993.733

**Table 7-4:** *Industry sales for printing and writing paper (in thousands of French francs). January 1963–December 1972.*

Sumber : *Forecasting Methods and Applications 3<sup>rd</sup> Edition*, hal. 351

## **RIWAYAT HIDUP**

Penulis dilahirkan di Cerenti, Kuantan Singingi, Riau pada tanggal 5 Desember 1992 dari pasangan Marlis dan Yurna, S.Pd.. Penulis merupakan anak kedelapan dari sembilan bersaudara.

Pada tahun 1998 penulis masuk pendidikan dasar di SD Negeri 1 Cerenti dan lulus pada tahun 2004. Kemudian melanjutkan di SMP Negeri 1 Cerenti dan lulus tahun 2007. Tahun 2010 penulis menyelesaikan pendidikan dari SMA Negeri Plus Provinsi Riau dan pada tahun yang sama penulis berkesempatan untuk melanjutkan studinya di Sekolah Tinggi Ilmu Statistik yang pada tahun 2011 penulis mengambil jurusan Komputasi Statistik.