

ISBN : 978-979-097-142-4



PROSIDING
SEMINAR NASIONAL STATISTIKA
UNIVERSITAS DIPONEGORO
2011



TEMA :

**Peran dan Implementasi Statistika Dalam Analisis Finansial
dan Pengambilan Keputusan Bisnis**

Semarang, 21 Mei 2011

**Penyelenggara:
Program Studi Statistika FMIPA UNDIP**

**Program Studi Statistika
Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam
Universitas Diponegoro
2011**

PROSIDING
SEMINAR NASIONAL STATISTIKA
UNIVERSITAS DIPONEGORO
2011

Makalah dalam prosiding ini telah dipresentasikan pada
Seminar Nasional Statistika Universitas Diponegoro
tanggal 21 Mei 2011 di Gedung Prof. Soedharto, SH
Tembalang Semarang

Tim Penyunting Makalah:

Prof. Drs. Mustafid, M.Eng, Ph.D

Dra. Dwi Ispriyanti, M.Si

Erman Deni, SE, MM

Drs. Sudargo, M.Si

Tim Editor:

Dra. Tatik Widiharih, M.Si

Dra. Suparti, M.Si

Drs. Tarno, M.Si

Drs. Rukun Santoso, M.Si

Drs. Sudarno, M.Si

**Program Studi Statistika
Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam
Universitas Diponegoro
2011**

KATA PENGANTAR

Puji syukur kami panjatkan ke hadirat Allah SWT yang telah melimpahkan rahmat dan karuniaNya sehingga Seminar Nasional Statistika Universitas Diponegoro 2011 dengan tema: **Peran dan Implementasi Statistika dalam Analisis Finansial dan Pengambilan Keputusan Bisnis** dapat terselenggara dengan lancar pada hari Sabtu, 21 Mei 2011 di Gedung Prof. Soedarto, SH Kampus Universitas Diponegoro Tembalang Semarang Jawa Tengah. Seminar ini merupakan kegiatan dalam rangkaian memperingati sewindu berdirinya Program Studi Statistika Jurusan Matematika Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam dengan tujuan memperkenalkan Progam Studi Statistika FMIPA UNDIP, sebagai ajang pertemuan para peneliti dan pemerhati perkembangan statistika serta mengetahui perkembangan ilmunya pada saat ini. Pada kegiatan ini diharapkan dapat menyumbangkan penemuan-penemuan baru baik kajian secara teori maupun terapannya, khususnya tentang *Analisis Finansial dan Pengambilan Keputusan Bisnis* yang berguna bagi masyarakat. Oleh karena itu pada kesempatan ini kami mengundang para narasumber yang kompeten, yaitu:

- Bapak Prof. Drs. H. Nur Iriawan, MI.Kom, Ph.D (Guru Besar Statistika ITS)
- Bapak Edi Masrianto, M.Si (Group Head Global Market BRI)

Para narasumber ini diharapkan dapat memberikan pencerahan sesuai dengan tema seminar.

Seminar ini dihadiri kurang lebih 200 peserta, yang terdiri dari para dosen, peneliti, praktisi dan mahasiswa dari berbagai daerah di penjuru Indonesia. Dalam seminar nasional statistika ini terpilih 73 makalah yang dibuat 4 kelompok yaitu Statistika (25 makalah), Statistika Komputasi (14 makalah), Statistika Ekonomi (18 makalah), Matematika dan Pendidikan Matematika (16 makalah), juga tambahan 2 makalah utama dari Pembicara Utama.

Terselenggaranya seminar nasional berkat kerjasama dan bantuan dari berbagai pihak. Oleh karena itu pada kesempatan ini kami menyampaikan terima kasih kepada:

1. Rektor Universitas Diponegoro
2. Dekan FMIPA UNDIP
3. Ketua Jurusan Matematika FMIPA UNDIP
4. Ketua Program Studi Statistika FMIPA UNDIP

5. Pembicara Utama
6. Penyunting dan Editor Artikel
7. Panitia Sewindu Statistika
8. Peserta Seminar Nasional

Akhir kata semoga prosiding seminar ini dapat bermanfaat dan dapat memenuhi harapan dari peserta seperti yang diharapkan panitia. Tiada gading yang tak retak, seandainya ada kesalahan atau kekurangan dari pelaksanaannya, kami mohon maaf yang sebesar-besarnya. Terima kasih atas partisipasinya dan selamat berseminar, semoga sukses.

Semarang, 21 Mei 2011

Panitia

DAFTAR ISI

	Halaman
Halaman Judul	i
Kata Pengantar	iii
Daftar Isi	v
Makalah Utama	
1. Pemodelan <i>Mixture of Mixture</i> Dalam Pemilihan Portofolio	001
<i>Nur Iriawan</i>	
2. Model Statistika sebagai Alat Analisis Finansial	017
<i>Edi Masrianto</i>	
A. STATISTIKA	
A-01 Analisis Produk dan <i>Assesor</i> dari Data Penyortiran Menggunakan <i>Hybrid Distatis</i>	025
<i>Irlandia Ginanjar</i>	
A-02 Estimasi Parameter Bootstrap pada Proses AR(1)	038
<i>Bambang Suprihatin</i>	
A-03 Perbedaan Pandangan Skala Likert sebagai Skala Ordinal atau Skala Interval	051
<i>Suliyanto</i>	

A-04	Perbandingan Kinerja Diagram Kontrol Multivariat untuk Variabilitas Berdasarkan Matriks Kovariansi Matriks Korelasi	061
	<i>Dwi Yuli Rakhmawati, Muhammad Mashuri</i>	
A-05	Interval Konfidensi Spline Kuadrat dengan Pendekatan <i>Pivotal Quantity</i>	072
	<i>Rowan Daflix Syaranamual dan I Nyoman Budi antara</i>	
A-06	Penentuan Model Regresi Spline Terbaik	092
	<i>Agustini Tripena</i>	
A-07	Pemodelan Ketahanan Pangan Rumah Tangga di Indonesia dengan Pendekatan <i>Seemingly Unrelated Regression</i> Tahun 2007	103
	<i>Muh.Samad Rumalean dan Setiawan</i>	
A-08	Pemodelan Tingkat Kerawanan Demam Berdarah Dengue dengan Pendekatan <i>Geographically Weighted Ordinal Logistic Regression</i>	114
	<i>Marisa Rifada dan Purhadi</i>	
A-09	Analisis Regresi Poisson untuk Menduga Hubungan Kelimpahan Makrobenthos dengan Parameter Perairan (Studi Kasus di Sungai Banjir Kanal Barat Semarang)	127
	<i>Dwi Haryo Ismunarti, Ria Azizah TN dan Rochdi Wasono</i>	
A-10	Pemilihan Peragam Spasial Menggunakan Model Linear Campuran	141
	<i>Mohammad Masjkur</i>	
A-11	Pengelompokan Zat Gizi Makanan Menggunakan Analisis Diskriminan	151
	<i>H.A. Parhusip dan Jantini T. Natangku</i>	

A-12	<i>Structural Equation Model (SEM)</i> dengan Model Struktural Regresi Spasial	162
	<i>Tisti Ilda Prihandini dan Sony Sunaryo</i>	
A-13	Pendugaan Data Tidak Lengkap Curah Hujan di Kabupaten Indramayu dengan Kriging dan Rata-rata Bergerak (<i>Moving Average</i>) (Berdasarkan Data Tahun 1980-2000)	171
	<i>Dewi Retno Sari Saputro, Ahmad Ansori Mattjik, Rizadi Boer, Aji Hamim Wigena, Anik Djuraidah</i>	
A-14	Uji Hipotesis dalam Regresi Nonparametrik Spline	184
	<i>Stefanus Notan Tupen dan I Nyoman Budiantara</i>	
A-15	Pengelompokan Pasien Penyakit Demam Berdarah Dengue (DBD) Menggunakan <i>Latent Class Cluster Analysis</i>	200
	<i>Anna Chadidjah, Dadan Darmawan M. dan Yusep Superman</i>	
A-16	Model Regresi Data Tahan Hidup Tersensor Tipe III Berdistribusi Eksponensial	219
	<i>Winda Faati Kartika dan Triastuti Wuryandari</i>	
A-17	Varian X-11 dari Metode Dekomposisi Census II pada Peramalan	232
	<i>Dewi Wulandari, Yuciana Wilandari dan Budi Warsito</i>	
A-18	Metode <i>Autoregressive Fuzzy Time Series</i> untuk Peramalan	244
	<i>Abd Rozak dan Irhamah</i>	
A-19	Pemodelan Runtun Waktu Finansial dengan Volatilitas Type GARCH Menggunakan Wavelet	261
	<i>Tarno dan Suparti</i>	

A-20	Pemodelan Regresi untuk Rancangan Percobaan Dua Faktor	274
	<i>Dwi Ispriyanti</i>	
A-21	Sistem Antrian dengan Prioritas Pelayanan	291
	<i>Durratun Ni'amah dan Sugito</i>	
A-22	Optimalisasi Produk dengan Menggunakan Metode Perancangan Toleransi Taguchi	304
	<i>Patricia Wahyu dan Triastuti Wuryandari</i>	
A-23	Regresi Kuantil (Studi Kasus Pada Data Suhu Harian)	317
	<i>Rita Rahmawati, Widiarti dan Pepi Novianti</i>	
A-24	Analisis <i>Geographically Weighted Regression</i> (GWR) dengan Pembobot Kernel Gaussian untuk Data Kemiskinan	325
	<i>Rita Rahmawati dan Anik Djuraidah</i>	
A-25	Optimal Design untuk Regresi Linear dan Kuadrat	332
	<i>Tatik Widiharih</i>	
 B. STATISTIKA KOMPUTASI		
B-01	Aplikasi Pendekatan Probabilistik dalam Analisis Kestabilan Lereng Tunggal Menggunakan Metode Kesetimbangan Batas	341
	<i>Masagus Ahmad Azizi, Suseno Kramadibrata, Irwandy Arif, Ridho K. Wattimena</i>	
B-02	Pengoptimalan Software S-Plus dalam Analisa Regresi Guna Estimasi Model Regresi untuk Data dengan Kesalahan Pengukuran	360
	<i>Hartatik</i>	

B-03	Pengaruh Kesalahan Pengukuran pada Model Regresi Nonparametrik dengan Menggunakan Konsep Bayesian	383
	<i>Hartatik</i>	
B-04	Pengaruh Persepsi Kualitas Layanan Kesehatan terhadap Kepuasan Pasien Rawat Inap di RSUD Dr. Soeselo Kabupaten Tegal	401
	<i>A. Nina Rosana Chytrasari dan Trijaka Kartana</i>	
B-05	<i>Mixed Geographically Weighted Regression</i> pada Pemodelan Persentase Rumah Tangga Miskin di Kabupaten Mojokerto Tahun 2008	413
	<i>Hasbi Yasin dan Purhadi</i>	
B-06	Uji Signifikansi Regresi Non Parametrik pada Model Rancangan Acak	429
	<i>Atikah Lailawati dan Suparti</i>	
B-07	Estimasi Proporsi Siswa SMP di Kota Semarang yang Berbuat Curang pada Saat Pelaksanaan UN Tahun 2011 Menggunakan Model Respon Acak (MORESA)	441
	<i>Moch. Abdul Mukid dan Nedia Guswina</i>	
B-08	Analisis Konjoin Full-Profile untuk Mengetahui Feature Telepon Selular yang Ideal Dipasarkan di Kecamatan Banyumanik Semarang	452
	<i>Ayu Anastasia Adhi dan Diah Safitri</i>	
B-09	Beberapa Metode Optimasi pada Model Wavelet Neural Network pada Data Time Series	462
	<i>Budi Warsito</i>	

B-10	Penentuan Kebijakan Kredit Perumahan di Lembaga Keuangan Menggunakan <i>Decision Tree Learning</i>	476
	<i>Nuridin Bahtiar</i>	
B-11	Kajian Fungsi $nls()$ dan $fSRR()$ terhadap Model Michaelis-Menten pada Regresi Non Linier	488
	<i>Sudarno</i>	
B-12	Pemulusan Sebaran Data Menggunakan Penaksir Nadaraya-Watson dan Linier Lokal untuk Kernel Normal	497
	<i>Sudarno</i>	
B-13	Perbandingan <i>Discrete Wavelet Transform</i> dan <i>Undecimated Wavelet Transform</i> pada Reduksi Gangguan Data	508
	<i>Rukun Santoso</i>	
B-14	Pemodelan Kurva Imbal Hasil dan Komputasinya dengan Paket <i>Software RcmdrPlugin.Econometrics</i>	514
	<i>Dedi Rosadi</i>	
 C. STATISTIKA EKONOMI		
C-01	Pengaruh Sikap, Norma Subjektif, Kontrol Perilaku yang Dipersepsikan dan <i>Sunset Policy</i> terhadap Kepatuhan Wajib Pajak dengan Niat sebagai Variabel <i>Intervening</i>	524
	<i>Widi Dwi Ernawati dan Bambang Purnomosidhi</i>	
C-02	Valuasi Harga Obligasi dengan Suku Bunga Stokastik	552
	<i>Yunita Wulan Sari, Dedi Rosadi dan Rifan Kurnia</i>	

C-03	Analisis Model Risiko Investasi Saham Syariah menggunakan <i>Value at Risk (VaR)</i> dengan pendekatan <i>Generalized Autoregressive Conditional Heteroskedastic (GARCH)</i>	560
	<i>Mohammad Farhan Qudratullah</i>	
C-04	Keputusan Investasi Bisnis dalam Kondisi Ketidakpastian: Implementasi Model <i>Hurwicz Criterion</i> pada kasus Perusahaan PT Proni Makasar	573
	<i>Muhammad Yunus Amar</i>	
C-05	Efisiensi Belanja Publik Pendidikan: Pendekatan <i>Stochastic Frontier Analysis</i>	582
	<i>Erwin Saraswati</i>	
C-06	Model Ekonometrik untuk Analisis Kepuasan Nasabah PT BPR Kartasura Saribumi Cabang Masaran di Sragen	595
	<i>Kim Budiwinarto dan Juni Trisnowati</i>	
C-07	Pengaruh Keanekaragaman Produk dan Harga Jual terhadap Kemampuan Pengusaha Tas di Ciampea Kabupaten Bogor	606
	<i>Ikaputera Waspada</i>	
C-08	Penerapan “Analisa Keputusan Dalam Risiko” dalam Pengambilan Keputusan Investasi Saham Jangka Pendek untuk Mendapatkan <i>Capital Gain</i> atau Kerugian yang Optimum	629
	<i>Leopoldus Ricky Sasongko, Lilik Linawati dan Bambang Susanto</i>	
C-09	Pemodelan Harga Aset dengan JUMP (Suatu Pendekatan Berdasarkan Informasi)	637
	<i>Mutijah, Suryo Guritno dan Gunardi</i>	

- C-10 Meninjau Kembali Bentuk *Yiel Curve*: Pengaruh Votalitas Suku Bunga 647
Muslim, Dedi Rosadi, Gunardi dan Abdurrahman
- C-11 Pendekatan *Small Area Estimation* untuk Menduga Pengeluaran Perkapita Rumah Tangga Tiap Desa dengan *Empirical Best Linear Unbiased Prediction* 655
(Studi Kasus: Kabupaten Jember Provinsi Jawa Timur)
Darani Matualage, Asep Saefuddin dan Aji Hamim Wigena
- C-12 Analisis *Swing Consumer* pada Permintaan Pertamina Pasca Penurunan Harga BBM Non Subsidi dengan Model Intervensi 669
Divo D. Silalahi dan Tarno
- C-13 Pendekatan Laten Variabel dalam Penanganan Atenuasi: Sebuah Model Harga Hedonis Rumah di Daerah Perkotaan Indonesia 681
Yusep Suparman
- C-14 Mengukur Risiko *Disability Normal Cost* Memepertimbangkan *Forein Exchange Rate* 690
Gatot Riwi Setyanto
- C-15 Menentukan Buffer Stock Obat pada Yayasan Penderita Penyalahgunaan Obat Terlarang 698
Bernik Maskun
- C-16 Estimasi Risiko Kerugian Asuransi Melalui *Generalized Pareto Distribution* 710
Lienda Noviyanti

- C-17 Penentuan *Catastrophe Loss Index* Sebagai Pengukur Risiko Aktuaria 718

Achmad Zanbar Soleh

- C-18 *Credit Spreads* Obligasi Korporasi dengan Model Merton 726

Di Asih I Maruddani, Dedi Rosadi dan Gunardi

D. MATEMATIKA DAN PENDIDIKAN MATEMATIKA

- D-01 Penerapan Pendekatan Pembelajaran Matematika Realistik untuk Meningkatkan Kualitas Proses dan Prestasi Belajar Siswa di Sekolah Dasar 738

Triyono

- D-02 Pengujian Hipotesis tentang Parameter Populasi Berdistribusi Eksponensial dengan Metode Bayesian Objektif 754

Adi Setiawan

- D-03 Pengukuran Kualitas Pengajaran Dosen Berdasarkan Kuesioner Mahasiswa dengan Menggunakan *Hotelling* 763

Adi Setiawan dan Hanna Arini Parhusip

- D-04 Metode Delta: Suatu Tinjauan Ulang 770

Bambang Susanto

- D-05 Estimasi Parameter Copula Archimedean dan Aplikasinya pada Klimatologi 779

Irwan Syahrir

D-06	Pengaruh Lama Studi dan Besarnya Kontribusi Nilai Mata Kuliah TPB terhadap IPK Lulusan <i>Nuri Wahyuningsih dan Laksmi Prita Wardhani</i>	792
D-07	Hubungan Kecerdasan Matematika dengan Kecerdasan Bahasa dan Kecerdasan Seni <i>Muhammad Aminudin</i>	808
D-08	Implementasi Model Pembelajaran <i>Role Playing</i> Didasari Analisis SWOT pada Materi Peluang Kelas XI <i>Ibnu Sina</i>	820
D-09	Sistem Pengenalan Wajah pada Subruang Orthogonal dengan Menggunakan <i>Fisherfaces</i> Terdekomposisi QR <i>Purbandini</i>	837
D-10	Profil Konsentrasi Ozon Vertikal dari Hasil Observasi Tahun 2010 SPD LAPAN Watukosek <i>Lalu Husnan Wijaya</i>	853
D-11	Perancangan Otomasi <i>Sliding Roof</i> Teleskop Matahari Menggunakan Sensor Kelembaban RSII-80 Visala <i>Lalu Husnan Wijaya</i>	864
D-12	Perancangan Operasional Amplifier (Op-Amp) Sistem Proporsional untuk Penyelesaian Rangkaian Elektronik yang Memiliki Sifat Persamaan Matematika <i>Toni Subiakto dan Lalu Husnan Wijaya</i>	872
D-13	Aplikasi Model Dinamik pada Penularan Epidemik HIV/AIDS <i>Sutimin dan Imamudin</i>	882

- D-14 Kestabilan Model Dinamik Fermentasi Alkohol secara Kontinu 894
Widowati, Nurhayati dan Lailatussyarifah
- D-15 Aplikasi Transformasi Laplace Pada Persamaan Transport dan Distribusi Amoniak 906
Ipung Setiawan dan Widowati
- D-16 Efektifitas Pembelajaran Kooperatif Tipe Jigsaw Berbasis Media Presentasi terhadap Hasil Belajar Mata Kuliah Statistika di STAIN Pekalongan 921
Nalim

METODE *AUTOREGRESSIVE FUZZY TIME SERIES* UNTUK PERAMALAN

Abd Rozak¹, Irhamah²

¹Mahasiswa Jurusan Statistika FMIPA-ITS

²Dosen Jurusan Statistika FMIPA-ITS

Abstrak

Aktifitas peramalan memegang peranan penting dalam kehidupan, suatu kejadian yang belum diketahui dapat diprediksi dengan menggunakan data-data historis dari kejadian tersebut. Aplikasi logika fuzzy cukup berkembang luas pada berbagai bidang, termasuk pada data *time series* yang disebut *fuzzy time series* merupakan konsep baru yang dapat digunakan untuk meramalkan masalah. Pada penelitian ini mencoba menggabungkan keunggulan dari regresi fuzzy dan metode AR. Keuntungan dari menggunakan metode ini adalah dihasilkan interval (*upper bound* dan *lower bound*) pada hasil ramalan, sehingga dapat digunakan dalam pengambilan keputusan baik pada kemungkinan yang terbaik atau terburuk. Sebagai aplikasi, penelitian ini menggunakan data permintaan *arc tube* daya listik rendah di PT. Panasonic Lighting Indonesia tahun 2000 sampai tahun 2005.

Kata Kunci : *Fuzzy Time Series, Autoregressive, Regresi Fuzzy, Arc tube.*

1. Pendahuluan

Peramalan memegang peranan yang penting dalam kehidupan, suatu kejadian yang belum diketahui dapat diprediksi dengan menggunakan data-data historis dari kejadian tersebut. Analisis *time series* sering digunakan dalam melakukan peramalan terhadap data-data historis, sebagai contoh dalam mengamati kecepatan angin, tekanan darah dalam tubuh dan transaksi bursa saham baik domestik maupun internasional, kebutuhan listrik, dan lain sebagainya.

Sejak diperkenalkannya logika fuzzy oleh Zadeh (1965), aplikasi logika fuzzy cukup berkembang luas pada berbagai bidang, termasuk pada data *time series*.

Kontribusi baru diperkenalkan dalam masalah peramalan *time series*, dimana mampu memberi penjelasan pada data yang disajikan dalam nilai-nilai lingusitik (Song & Chissom, 1993). Regresi fuzzy dengan tujuan untuk mengatasi adanya *error* dalam permodelan (Tanaka, 1987). Hal ini dikarenakan jika dalam peramalan konvensional perbedaan antara nilai yang diamati dan nilai yang diestimasi dianggap sebagai suatu kesalahan pengamatan atau *error*, tetapi yang demikian dalam regresi fuzzy dianggap sebagai kerancuan (*ambiguity*) yang ada dalam sistem (Astuti, 2007). Akan tetapi dalam model ini terdapat kelemahan, yaitu jika terdapat nilai data yang ekstrim akan mengakibatkan model interval peramalan sangat luas, tentu saja jika interval ramalan sangat luas akan mengakibatkan ketidakpercayaan pada hasil ramalan yang ada. Watada (1992) menggunakan konsep regresi fuzzy pada data *time series*, atau dikenal dengan analisis *fuzzy time series*, tetapi di dalamnya tidak mengikutkan konsep Box-Jenkins (Box & Jenkins, 1976). Kemudian metode *Fuzzy ARIMA* pada peramalan perdagangan pasar asing (Tseng dkk, 2001) dimana mencoba menggabungkan keunggulan dari regresi fuzzy dan metode ARIMA untuk model peramalan yang berupa interval yang lebih baik, dalam arti mengikuti pola data yang diramalkan. Sebagai aplikasi, penelitian ini menggunakan data permintaan *arc tube* daya listik rendah di PT. Panasonic Lighting Indonesia tahun 2000 sampai tahun 2005.

2. Kajian Pustaka

2.1. Analisis *Time Series*

Time series merupakan kumpulan observasi yang berurutan menurut waktu. Beberapa objek pembelajaran *time series* termasuk pemahaman dan deskripsi model, peramalan nilai di masa mendatang, dan sistem kontrol optimal. Sedangkan metodologi statistika yang ada untuk menganalisa data *time series* disebut Analisis *time series* (Wei,1990).

Data *time series* dapat diolah dengan menggunakan metode ARIMA Box-Jenkins apabila data tersebut memenuhi syarat stasioneritas, baik dalam mean maupun varians. Stasioner dalam mean dapat diketahui dengan melihat plot dari data *time series* Z_t terhadap t (waktu), Jika diperoleh plot data yang berfluktuasi sejajar dengan sumbu t

(waktu) maka dapat dikatakan bahwa data *time series* Z_t stasioner dalam mean. Proses *differencing* dilakukan apabila data *time series* Z_t tidak stasioner, sedangkan Wei (1990) menjelaskan bahwa untuk mengatasi adanya ketidakstasioneritas dalam varians dapat dilakukan transformasi Box-Cox.

Autoregressive merupakan suatu proses yang berguna untuk medeskripsikan suatu kondisi dimana nilai pada masa sekarang dari suatu data *time series* Z_t tergantung dengan nilai-nilai pada waktu sebelumnya $Z_{t-1}, Z_{t-2}, \dots, Z_{t-k}$ dan satu *error* random. Proses *Autoregressive* orde ke- p disimbolkan oleh AR(p), dan ditulis dalam bentuk:

$$\dot{Z}_t = \phi_1 \dot{Z}_{t-1} + \phi_2 \dot{Z}_{t-2} + \dots + \phi_p \dot{Z}_{t-p} + a_t \quad (1)$$

atau $\phi_p(B) \dot{Z}_t = a_t$ dimana $\phi_p(B) = (1 - \phi_1 B - \dots - \phi_p B^p)$

Keterangan:

a_t = *error* pada waktu ke- t

p = orde dari proses *Autoregressive*

$\phi_1, \phi_2, \dots, \phi_p$ adalah koefisien proses AR(p)

2.2. Konsep Himpunan Fuzzy

Teori Fuzzy pertama kali diperkenalkan pada tahun 1965 oleh Prof. Lotfi A. Zadeh dari Universitas California di Barkeley, menjelaskan bahwa konsep tentang himpunan fuzzy (fuzzy set = himpunan kabur) yang menyatakan bahwa selain pendekatan probabilitas, ketidakpastian dapat didekati dengan menggunakan metode lain, dalam hal ini konsep himpunan fuzzy (Zadeh, 1965).

Jika X merupakan suatu himpunan dengan anggota-anggotanya dilambangkan dengan x , maka suatu himpunan fuzzy A dalam X didefinisikan dengan:

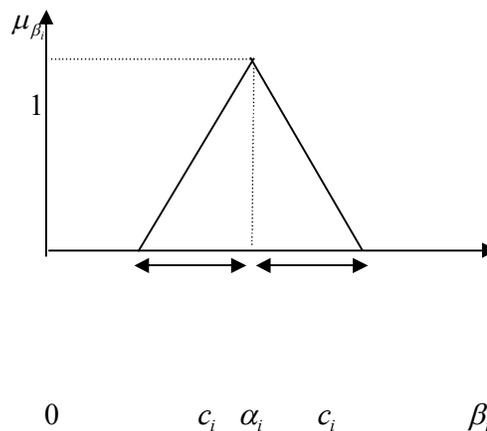
$$A = \{(x, \mu_A(x)) \mid x \in X\} \quad (2)$$

dimana $\mu_A(x)$ disebut fungsi keanggotaan dari himpunan fuzzy A , dimana fungsi keanggotaan memetakan tiap elemen dari X pada derajat keanggotaan x pada interval $[0,1]$. Nilai dari $\mu_A(x)$ menjelaskan derajat keanggotaan x dalam A , jika $\mu_A(x)$ mendekati 0 maka derajat keanggotaan x dalam A semakin rendah, sebaliknya juga jika $\mu_A(x)$ mendekati 1 maka derajat keanggotaan x dalam A semakin tinggi.

Fungsi keanggotaan dari himpunan fuzzy yang digunakan adalah fungsi keanggotaan segitiga, persamaan dari fungsi keanggotaan segitiga adalah:

$$\mu_{\beta_i}(\beta_i) = \begin{cases} 1 - \frac{|\alpha_i - \beta_i|}{c_i} & \alpha_i - c_i \leq \beta_i \leq \alpha_i + c_i \\ 0 & \text{yang lain} \end{cases} \quad (3)$$

Sedangkan untuk grafik fungsi keanggotaan segitiga adalah:



Gambar 1. Grafik Fungsi Keanggotaan Segitiga

2.3. Model Regresi Fuzzy

Konsep dasar regresi fuzzy yang diusulkan oleh Tanaka (1982) adalah nilai residual antara nilai estimasi dan nilai pengamatan tidak dihasilkan oleh pengukuran *error*, tetapi oleh parameter yang tidak tetap di dalam model, dan kemungkinan distribusi yang digunakan berhubungan dengan observasi yang sebenarnya.

Model umum dari regresi fuzzy ditulis sebagai berikut:

$$Y = \beta_1 X_1 + \beta_2 X_2 + \dots + \beta_n X_n = \sum_{i=1}^n \beta_i X_i = \mathbf{X}' \boldsymbol{\beta} \quad (4)$$

dimana \mathbf{X} adalah vektor dari variabel bebas, *subscript'* menyatakan operasi transposisi, n adalah banyaknya variabel dan β_i menyatakan himpunan *fuzzy* yang mempresentasikan parameter ke- i dari model.

β_i merupakan parameter fuzzy dari tipe L bilangan fuzzy $(\alpha_i, c_i)_L$ dengan distribusi kemungkinannya adalah:

$$\mu_{\beta_i}(\beta_i) = L\{(\alpha_i - \beta_i) / c_i\} \quad (5)$$

dimana L adalah tipe fungsi. Sedangkan parameter fuzzy dalam bentuk fungsi keanggotaan segitiga, yaitu:

$$\mu_{\beta_i}(\beta_i) = \begin{cases} 1 - \frac{|\alpha_i - \beta_i|}{c_i} & \alpha_i - c_i \leq \beta_i \leq \alpha_i + c_i \\ 0 & \text{yang lain} \end{cases} \quad (6)$$

dimana $\mu_{\beta_i}(\beta_i)$ adalah fungsi keanggotaan dari himpunan fuzzy yang disajikan oleh parameter β_i , α_i merupakan nilai tengah (*middle value*) dari bilangan fuzzy dan c_i merupakan persebaran (*spread*) dari nilai tengah bilangan fuzzy. Nilai *spread* menunjukkan kekaburan (*fuzziness*) dari suatu fungsi.

Lebih lanjut fungsi keanggotaan dari bilangan fuzzy $y_i = \mathbf{x}_i' \boldsymbol{\beta}$ dapat didefinisikan dengan menggunakan fungsi keanggotaan segitiga parameter β_i sebagai berikut:

$$\mu_i(y_i) = \begin{cases} 1 - \frac{|y_i - \mathbf{x}_i' \boldsymbol{\alpha}|}{\mathbf{c}' |\mathbf{x}_i|} & \text{untuk } \mathbf{x}_i \neq 0 \\ 1 & \text{untuk } \mathbf{x}_i = 0, y_i = 0 \\ 0 & \text{untuk } \mathbf{x}_i = 0, y_i \neq 0 \end{cases} \quad (7)$$

dengan α merupakan vektor parameter dari model dan c nilai penyebaran dari semua parameter, t adalah banyaknya observasi, $t = 1, 2, \dots, k$. sehingga persamaan (4) dapat ditulis menjadi :

$$\begin{aligned}
 Y &= (\alpha_1, c_1)X_1 + (\alpha_2, c_2)X_2 + \dots + (\alpha_n, c_n)\beta_n X_n \\
 &= \sum_{i=1}^n (\alpha_i, c_i)X_i = \mathbf{X}'(\alpha, c)
 \end{aligned}
 \tag{8}$$

Untuk meminimalkan tingkat kesamaran (*vagueness*), S , didefinisikan sebagai penjumlahan dari penyebaran parameter fuzzy dalam model.

$$\text{Minimize } S = \sum_{t=1}^k \mathbf{c}'|\mathbf{x}_t|
 \tag{9}$$

sehingga tiap observasi y_t diasosiasikan dengan nilai keanggotaan yang lebih besar dari h , dimana $h \in [0, 1]$. Sesuai dengan persamaan:

$$\mu_{y_t}(y_t) \geq h, \text{ untuk } t = 1, 2, \dots, k.
 \tag{10}$$

derajat nilai h ditentukan secara subyektif, nilai h menunjukkan tingkat kekaburan dari parameter fuzzy yang ada dalam model. Index t dalam persamaan (10) menunjukkan data *nonfuzzy* yang digunakan untuk membangun model, sedangkan untuk menentukan parameter dari regresi fuzzy telah dirumuskan oleh Tanaka dkk (1982) dengan mengkonversi persamaan tersebut dalam permasalahan *linear programming* sebagai berikut:

$$\text{Minimize } S = \sum_{t=1}^k \mathbf{c}'|\mathbf{x}_t| \text{ dengan batasan yang diperoleh dari substitusi persamaan}$$

(7) ke persamaan (10), diperoleh:

$$\begin{aligned}
 \mathbf{x}'\alpha + (1-h)\mathbf{c}'|\mathbf{x}_t| &\geq y_t, \quad t = 1, 2, \dots, k, \\
 \mathbf{x}'\alpha - (1-h)\mathbf{c}'|\mathbf{x}_t| &\leq y_t, \quad t = 1, 2, \dots, k, \\
 c &\geq 0
 \end{aligned}
 \tag{11}$$

$$\text{dimana } \mathbf{c}'|\mathbf{x}_t| = \sum_{i=1}^n c_i |x_{ti}|$$

dengan $\mathbf{a}' = (\alpha_1, \alpha_2, \dots, \alpha_n)$ dan $\mathbf{c}' = (c_1, c_2, \dots, c_n)$ adalah vektor dari variabel yang belum diketahui dan S menunjukkan total dari tingkat kesamaran (*vagueness*).

Jika data masukan non fuzzy berupa data time series W_t , lebih lanjut fungsi keanggotaan dari bilangan fuzzy ditulis $W_t = W_{t-i}'\beta$ dapat didefinisikan dengan menggunakan fungsi keanggotaan segitiga parameter β_i sebagai berikut:

$$\mu_{W_t}(W_t) = \begin{cases} 1 - \frac{|W_t - \mathbf{W}_{t-i}'\mathbf{a}|}{\mathbf{c}'|\mathbf{W}_{t-i}|} & \text{untuk } \mathbf{W}_{t-i} \neq 0 \\ 1 & \text{untuk } \mathbf{W}_{t-i} = 0, \mathbf{W}_{t-i} = 0 \\ 0 & \text{untuk } \mathbf{W}_{t-i} = 0, \mathbf{W}_{t-i} \neq 0 \end{cases} \quad (12)$$

atau

$$\mu_{W_t}(W_t) = \begin{cases} 1 - \frac{|W_t - \sum_{i=1}^p \alpha_i W_{t-i} + a_t|}{\sum_{i=1}^p c_i W_{t-i} + a_t} & a_t \neq 0, W_t \neq 0 \\ 0 & \text{yang lain} \end{cases} \quad (13)$$

$$t = 1, 2, 3, \dots, k$$

$$i = 1, 2, 3, \dots, p$$

Sehingga tingkat kesamaran (*vagueness*) didefinisikan sebagai penjumlahan dari penyebaran masing-masing parameter fuzzy ($\mathbf{c}'|\mathbf{W}_{t-i}|$) sesuai dengan persamaan (9) adalah :

$$S = \sum_{t=1}^k \mathbf{c}'|\mathbf{W}_{t-i}| \quad (14)$$

karena $\mathbf{c}'|\mathbf{W}_{t-i}| = \sum_{i=1}^p c_i |W_{t-i}|$, sehingga persamaan (14) dapat ditulis:

$$S = \sum_{i=1}^p \sum_{t=1}^k c_i |W_{t-i}| \quad (15)$$

untuk memasukan konsep Box-Jenkins, dilakukan pembobotan nilai PACF ($|\varphi_{ii}|$) pada $c_i |W_{t-i}|$, akibatnya persamaan (15) dapat ditulis menjadi:

$$S = \sum_{i=1}^p \sum_{t=1}^k c_i |\varphi_{ii}| |W_{t-i}| \quad (16)$$

sedangkan untuk fungsi batasannya nilai W_t dan W_{t-1} disubstitusikan pada persamaan (11), yaitu:

$$\begin{aligned} W'_{t-1} \alpha + (1-h)c' |W_{t-1}| &\geq W_{t-1}, \quad t = 1, 2, \dots, k, \\ W'_{t-1} \alpha - (1-h)c' |W_{t-1}| &\leq W_t, \quad t = 1, 2, \dots, k, \\ c &\geq 0 \end{aligned}$$

atau

$$\begin{aligned} \sum_{i=1}^p \alpha_i W_{t-i} + a_t - (1-h) \left(\sum_{i=1}^p c_i |W_{t-1}| \right) &\geq W_t, \quad t = 1, 2, 3, \dots, k, \\ \sum_{i=1}^p \alpha_i W_{t-i} + a_t + (1-h) \left(\sum_{i=1}^p c_i |W_{t-1}| \right) &\leq W_t, \quad t = 1, 2, 3, \dots, k, \\ c_i &\geq 0, \quad i = 1, 2, 3, \dots, p \end{aligned} \quad (17)$$

Dari persamaan di atas digunakan untuk menentukan parameter dari model regresi fuzzy, seperti yang telah dirumuskan oleh Tanaka dkk (1982) dengan mengkonversi persamaan tersebut dalam permasalahan *linear programming* dengan tujuan untuk meminimalkan tingkat kesamaran, dan ditulis sebagai berikut:

$$\text{Minimize } S = \sum_{i=1}^p \sum_{t=1}^k c_i |\varphi_{ii}| |W_{t-i}|$$

untuk :

$$\begin{aligned} \sum_{i=1}^p \alpha_i W_{t-i} + a_t - (1-h) \left(\sum_{i=1}^p c_i |W_{t-1}| \right) &\geq W_t, \quad t = 1, 2, 3, \dots, k, \\ \sum_{i=1}^p \alpha_i W_{t-i} + a_t + (1-h) \left(\sum_{i=1}^p c_i |W_{t-1}| \right) &\leq W_t, \quad t = 1, 2, 3, \dots, k, \\ c_i &\geq 0, \quad i = 1, 2, 3, \dots, n \end{aligned} \quad (18)$$

Di mana n adalah orde dari proses AR

3. Model *Autoregressive Fuzzy Time Series*

Model *autoregressive fuzzy time series* merupakan gabungan dari model AR(p) dengan konsep regresi fuzzy pada data *time series*. Jika pada model AR(p) pada persamaan (1), $\phi_1, \phi_2, \dots, \phi_p$ adalah koefisien dari proses AR(p) yang menunjukkan parameter berupa himpunan tegas (*crisp*), maka dalam model ini menggunakan konsep fuzzy dalam menentukan parameternya dan $\phi_1, \phi_2, \dots, \phi_p$ sebagai parameter fuzzy dari proses AR(p), sehingga persamaanya menjadi:

$$\dot{Z}_t = \phi_1 \dot{Z}_{t-1} + \phi_2 \dot{Z}_{t-2} + \dots + \phi_p \dot{Z}_{t-p} + a_t \quad (19)$$

$$\text{Jika } W_t = (1-B)^d Z_t, \quad (20)$$

maka dapat ditulis:

$$W_t = \tilde{\phi}_1 W_{t-1} + \tilde{\phi}_2 W_{t-2} + \dots + \tilde{\phi}_p W_{t-p} + a_t \quad (21)$$

dimana ϕ_p mengacu pada regresi fuzzy (4) dengan $\phi_1, \phi_2, \dots, \phi_p$ adalah koefisien dari proses AR(p) dan c nilai penyebaran dari nilai parameter, diperoleh persamaan:

$$W_t = (\phi_1, c_1) W_{t-1} + (\phi_2, c_2) W_{t-2} + \dots + (\phi_p, c_p) W_{t-p} + a_t \quad (22)$$

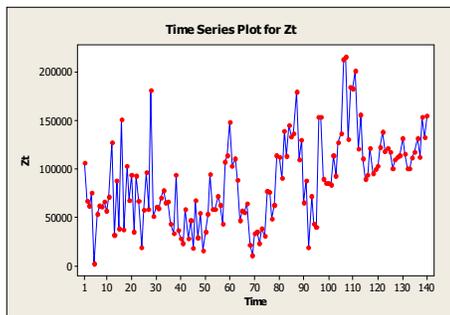
Kriteria terbaik dalam model *Autoregressive Fuzzy Time Series* adalah model yang memiliki nilai proporsi error terkecil, dalam hal ini data yang terletak di luar area batas bawah dan batas atas model dikategorikan sebagai error model. Nilai proporsi error ditentukan dengan membagi antara banyaknya data yang terdapat di luar area batas bawah dan batas atas model dengan banyak data secara keseluruhan (Ozawa dkk, 2000).

Pemilihan model terbaik dilakukan terhadap model yang terbentuk pada masing-masing fungsi keanggotaannya (h) yang terletak antara 0 dan 1.

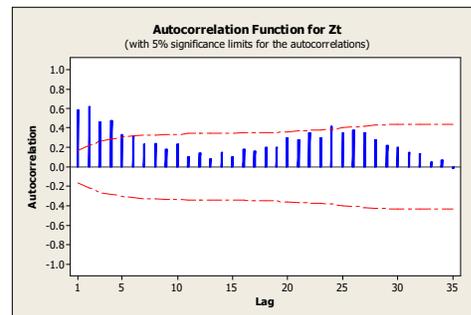
4. Hasil dan Pembahasan

4.1. Identifikasi Model AR(p)

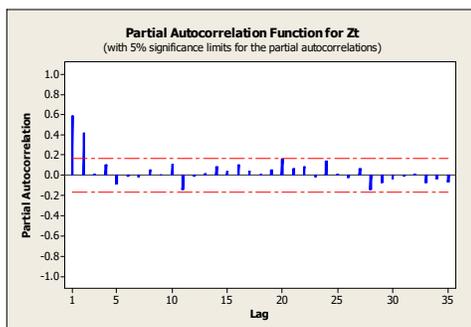
Identifikasi awal sebelum penentuan model dilakukan pemeriksaan terhadap kestasioneran data baik terhadap mean maupun varians dengan melihat plot data dan transformasi Box-Cox.



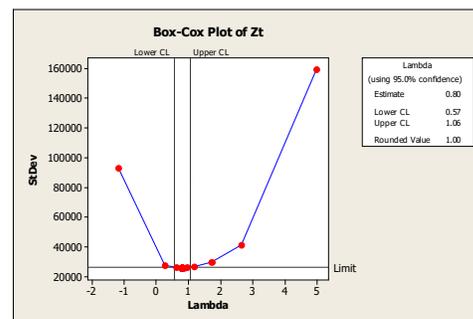
Gambar 1. Plot Data Permintaan *Arc Tube*



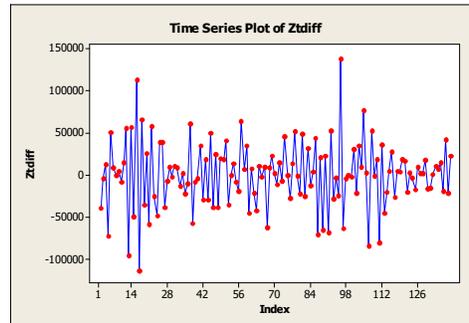
Gambar 2. Plot ACF Data Permintaan *Arc Tube*



Gambar 3. Plot PACF



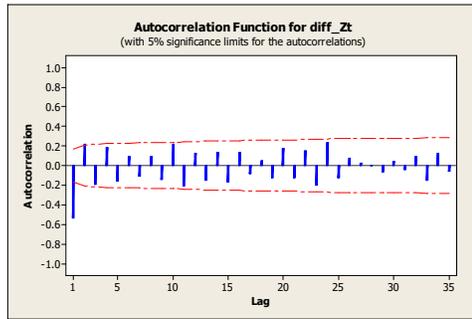
Gambar 4. Plot Transformasi Box-Cox



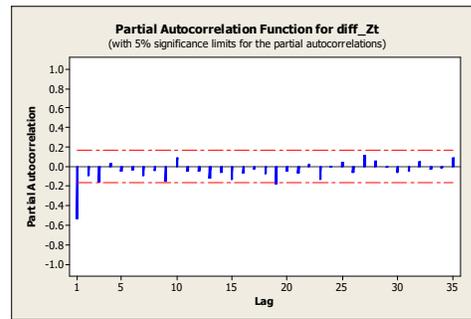
Gambar 5. Plot Data Permintaan *Arc Tube* Sesudah *Diffrencing* 1

Dengan melihat plot data, Plot ACF, dan Plot PACF data permintaan *Arc Tube* (Gambar 1 s/d Gambar 3), dan plot tranformasi Box-Cox (Gambar 4), terlihat data belum stasioner terhadap mean, tetapi sudah stasioner terhadap varians dengan nilai $\lambda = 1$, sehingga tidak perlu dilakukan transformasi, tetapi untuk menstasionerkan data terhadap mean dilakukan *diffrencing* 1 sehingga data menjadi stasioner terhadap mean (Gambar 5).

Setelah data sudah stasioner, penentuan model dugaan dilakukan dengan melihat plot PACF.



Gambar 6. Plot ACF Data Permintaan Arc Tube Sesudah *Diffrencing* 1



Gambar 7. Plot PACF Data Permintaan Arc Tube Sesudah *Diffrencing* 1

Dari plot ACF dan PACF di atas didapatkan dugaan model ARIMA (1,1,0), ARIMA (2,1,0) dan ARIMA(0,1,2).

Langkah selanjutnya adalah melakukan estimasi parameter model yang dilakukan dengan menggunakan perangkat lunak Minitab 14, diperoleh parameter model dugaan sebagai berikut:

Tabel 1. Estimasi Parameter Model ARIMA

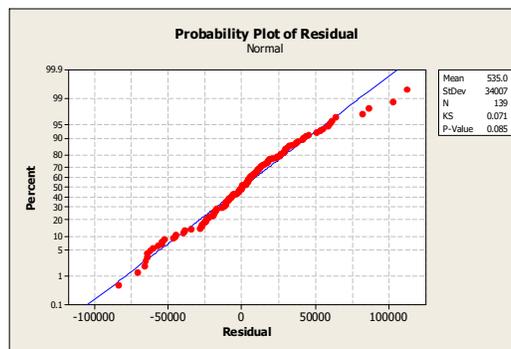
Model	Parameter	<i>p-value</i>	Keterangan
ARIMA (1,1,0),	AR(1) = -0.5407	0.000	Signifikan
ARIMA (2,1,0)	AR(1) = -0.5937	0.000	Signifikan
	AR(1) = -0.0983	0.250	Tidak Signifikan
ARIMA (0,1,2).	MA(1) = 0.6150	0.000	Signifikan
	MA(2) = -0.1177	0.168	Tidak Signifikan

berdasarkan tabel di atas dan dengan nilai $\alpha = 0,05$, maka model yang sesuai adalah ARIMA (1,1,0), selanjutnya akan dilakukan uji kesesuaian model dilakukan untuk

mengetahui apakah asumsi *error* bersifat *white noise* dan berdistribusi normal terpenuhi atau tidak.

Tabel 2. Uji *Chi Square* Model ARIMA (1,1,0)

<i>Lag</i>	<i>Chi-Square</i>	<i>Df</i>	<i>p-value</i>	Keterangan
12	12,5	11	0,327	Signifikan
24	25,7	23	0,317	Signifikan
36	32,5	35	0,589	Signifikan
48	37,6	47	0,835	Signifikan



Gambar 7. Plot Uji Normalitas Residual ARIMA (1,1,0)

Dari Tabel 2 didapatkan nilai chi-square $> \alpha$, sehingga dapat dikatakan bahwa asumsi error bersifat *white noise* terpenuhi, sedangkan dari plot *error* diperoleh nilai p-value sebesar 0,085, berarti $p\text{-value} > \alpha$ menunjukkan *error* berdistribusi normal, sehingga model yang sesuai adalah AR(1,1,0), ditulis sebagai berikut :

$$Z_t = 0,4593Z_{t-1} + 0,5407Z_{t-2} + a_t \quad (23)$$

Setelah didapatkan model AR(p) dari proses di atas, langkah berikutnya adalah menentukan nilai tengah (*middle value*) $\alpha' = (\alpha_1, \alpha_2, \dots, \alpha_n)$ parameter fuzzy dari model

AR(p), nilai parameter AR(p) $\phi_1, \phi_2, \dots, \phi_p$ dari persamaan (23) merupakan solusi optimum, sehingga $\phi_1 = \alpha_1, \phi_2 = \alpha_2, \dots, \phi_p = \alpha_p$ adalah nilai tengah (*middle value*) dari parameter. Pada persamaan (23) didapatkan model AR dengan masing-masing nilai $\phi_1 = 0,459$ dan $\phi_2 = 0,5407$, dan nilai PACF pada lag ke-1 sebesar $-0,5359$ dan pada lag ke-2 sebesar $-0,0942$ selanjutnya akan digunakan untuk menentukan nilai kekaburan minimum (*minimal fuzziness*).

4.2. Identifikasi Model *Autoregressive Fuzzy Time Series*

Untuk mendapatkan kekaburan minimum (*minimal fuzziness*) diperoleh dengan mencari nilai c_i , untuk $i = 1, 2, 3, \dots, p$. dengan menggunakan program linear pada persamaan (18). Sesuai dengan model *Autoregressive* yang terbentuk yaitu pada orde ke 2, maka parameter model dan PACF yang digunakan juga sampai pada lag ke-2, didapatkan nilai parameter regresi di bawah ini:

Tabel 3. Parameter Model *Autoregressive Fuzzy Time Series*

	h = 0	h = 0,25	h = 0,5	h = 0,75
α_1	1,6811	1,8723	2,1938	3,0764
α_2	2,6177	2,8254	3,1682	4,2389
c_1	0.1704	0,2243	0,32999	0,6892
c_2	0,0305	0,0396	0,0566	0,0668

Tabel 4. Model *Autoregressive Fuzzy Time Series*

	Model <i>Autoregressive Fuzzy Time Series</i>
h = 0	$Z_t = (0.4593, 0.1704)Z_{t-1} + (0.5407, 0.0305)Z_{t-2} + a_t$

$h = 0,25$	$Z_t = (0.4593, 0.2243)Z_{t-1} + (0.5407, 0.0396)Z_{t-2} + a_t$
$h = 0,5$	$Z_t = (0.4593, 0.32999)Z_{t-1} + (0.5407, 0.0566)Z_{t-2} + a_t$
$h = 0,75$	$Z_t = (0.4593, 0.6892)Z_{t-1} + (0.5407, 0.0668)Z_{t-2} + a_t$

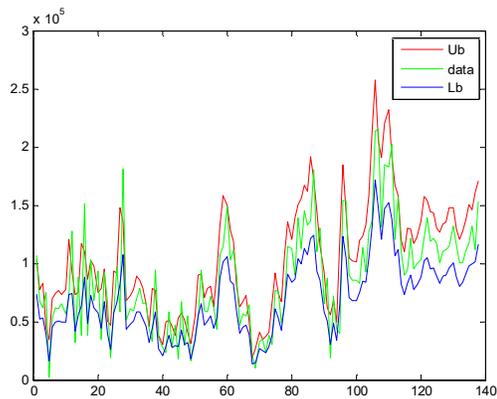
Tabel 5. Model *Autoregressive Fuzzy Time Series* untuk Batas Bawah Interval (*Lower Bound*) dan Batas Atas Interval (*Upper Bound*)

	Model <i>Autoregressive Fuzzy Time Series</i> untuk Batas Bawah Interval (<i>Lower Bound</i>)	Model <i>Autoregressive Fuzzy Time Series</i> untuk Batas Atas Interval (<i>Upper Bound</i>)
$h = 0$	$Z_t = 0.2889Z_{t-1} + 0.5102Z_{t-2} + a_t$	$Z_t = 0.5297Z_{t-1} + 0.5712Z_{t-2} + a_t$
$h = 0,25$	$Z_t = 0.2350Z_{t-1} + 0.5011Z_{t-2} + a_t$	$Z_t = 0.6826Z_{t-1} + 0.5803Z_{t-2} + a_t$
$h = 0,5$	$Z_t = 0.12931Z_{t-1} + 0.4841Z_{t-2} + a_t$	$Z_t = 0.78929Z_{t-1} + 0.5973Z_{t-2} + a_t$
$h = 0,75$	$Z_t = -0.2299Z_{t-1} + 0.4739Z_{t-2} + a_t$	$Z_t = 1.1485Z_{t-1} + 0.6075Z_{t-2} + a_t$

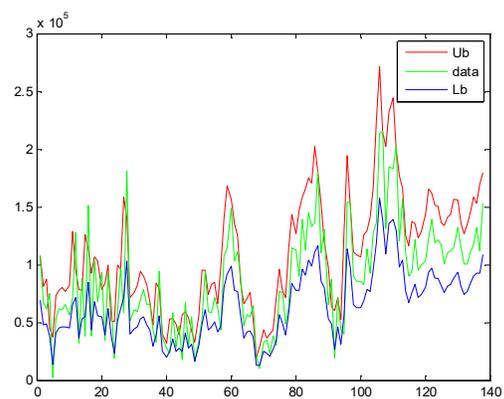
Tabel 6. Nilai Proporsi *Error Model*

	$h = 0$	$h = 0,25$	$h = 0,5$	$h = 0,75$
proporsi <i>error model</i>	0,3551	0,2826	0,1232	0,0435

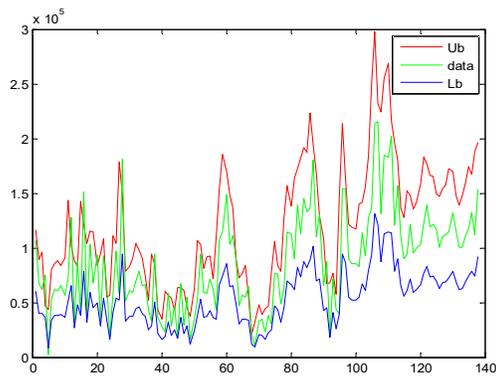
Untuk plot dari model pada masing-masing nilai h disajikan dalam grafik berikut ini:



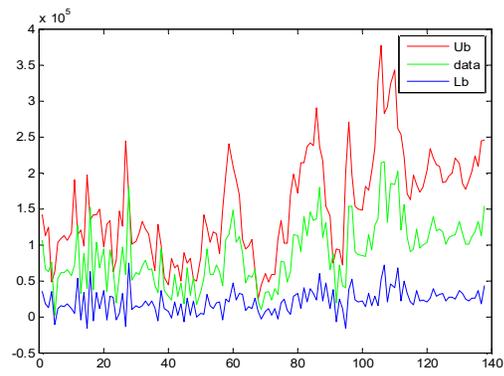
a



b



c



d

Gambar 8. Plot *Lower Bound*, Data Real dan *Upper Bound* dengan a. $h = 0$, b. $h = 0,25$
c. $h = 0,5$ dan d. $h = 0,75$

5. Kesimpulan dan Saran

Pada penelitian ini diperoleh hasil peramalan yang berupa interval (*upper bound* dan *lower bound*) pada hasil ramalan, sehingga dapat digunakan dalam pengambilan keputusan baik pada kemungkinan yang terbaik atau terburuk.

Untuk penelitian lebih lanjut dapat dikembangkan pada data tipe data MA, IMA, atau ARIMA, selain itu juga dapat dikembangkan metode optimasi dari program linier yang terbentuk.

Daftar Pustaka

- Astuti, D.R., (2007), *Peramalan Beban Jangka Pendek untuk Hari-Hari Libur Menggunakan Fuzzy Linear Regression (FLR) yang dioptimisasi dengan Artificial Immune System (AIS) (Studi Kasus di Kalimantan Selatan-Tengah)*, Tesis, Institut Teknologi Sepuluh Nopember Surabaya.
- Box, G.E.P. Jenkins, G.M, (1976), *Time Series Analysis: Forecasting and Control*, Holden-day Inc., San Francisco, CA.
- Song, Q., B.S. Chissom, (1993), Fuzzy time series and its models, *Fuzzy Sets and Systems*, Vol. 54, Hal. 269 - 277.
- Tanaka, H.,(1987), Fuzzy data analysis by possibility linear models, *Fuzzy Sets and Systems*, Vol. 24, Hal. 363 – 375.
- Tseng, F.M., Tzeng, G.H., Yu, H.C., Yuan, B.J.C., (2001), Fuzzy ARIMA Model for Forecasting the Foreign Exchange Market, *Fuzzy Sets and Systems*, Vol. 118, Hal. 9 - 19.
- Wei, W.W.S., (1990), *Time Series Analysis*, Addison-Wesley Publishing Company, Inc, California.
- Zadeh, L. A., (1965), “Fuzzy Sets”. *Information Control*, Vol. 8, Hal. 338-353.
- Ozawa, K., Nikimora T., Nakashima T., (2000), Fuzzy Time Series Model of Electric Power Consumption, *Journal of Advance Computational Intelligence*. Vol. 4 No. 3