

MODEL PERAMALAN X11-ARIMA

AGUS SUKMANA & SURYANI GUNAWAN

Published in :
JURNAL *Mat Stat*
VOL. 5-1, ISSN 1412-1220
JANUARY, 2005

Department of Mathematics
Faculty of Mathematics and Natural Sciences
Parahyangan Catholic University
2005

MODEL PERAMALAN X11-ARIMA

Agus Sukmana¹ ; Suryani Gunawan²

ABSTRACT

Article discusses a forecasting model that combine X11 model with ARIMA. This model is applied on data with trend and seasonal component and on data which may or may not consist of that component. Model accuracy is measured by using several accuracy measurements. We find that X11 model can increase the accuracy of ARIMA model for data with trend and seasonal, while no substantial findings for data without those component. Seasonal period choice on X11 can affect the accuracy of the decomposition although its difference is not quite substantial.

Keywords: X11-ARIMA, forecasting model

ABSTRAK

Artikel membahas model peramalan yang menggabungkan model X11 dengan ARIMA. Model diterapkan pada data yang memuat kecenderungan dan musiman serta pada data yang belum tentu memuat komponen tersebut. Keakuratan model diukur menggunakan berbagai ukuran keakuratan. Diperoleh hasil bahwa model X11 dapat meningkatkan keakuratan model peramalan ARIMA untuk data yang memuat kecenderungan dan musiman, sedangkan untuk data yang tidak memuat komponen tersebut tidak banyak membantu. Pemilihan periode musiman pada X11 mempengaruhi keakuratan hasil dekomposisi meskipun perbedaannya tidak terlalu besar.

Kata kunci: X11-ARIMA, model peramalan

¹ Dosen Jurusan Matematika, Universitas Katolik Parahyangan, Bandung

² Alumni Program Studi Matematika, Universitas Katolik Parahyangan, Bandung

PENDAHULUAN

Model X11 diadaptasi dari program *seasonal Adjustment* dari *the U.S. Bureau of the Census X-11* yang digunakan untuk menghilangkan efek musiman pada data deret waktu bulan atau kuartalan kemudian dikembangkan menjadi prosedur X11-ARIMA oleh *Statistics Canada*. Model X-11 didasarkan pada asumsi bahwa data deret waktu dapat didekomposisi (secara *multiplicative* atau *additive*) menjadi komponen kecenderungan (*Trend*), musiman (*Seasonal*), dan komponen yang tidak mengandung kecenderungan dan musiman (*Iregular*). Model X11-ARIMA yang dibahas pada penelitian ini merupakan pengembangan model X11 dengan menerapkan model ARIMA pada komponen *Iregular*. Artikel membahas penerapan model X11-ARIMA pada:

1. Data yang memuat komponen *trend* dan *seasonal*.
2. Data sembarang yang belum tentu memuat komponen tersebut.

Akan dibandingkan keakuratan model X11-ARIMA dengan X11 dan ARIMA. Jika diterapkan pada data tersebut kemudian akan dilakukan analisis terhadap sisa/residu untuk melihat apakah ada informasi tambahan yang dapat diperoleh.

TINJAUAN PUSTAKA

Model X-11

Model X11 mengasumsikan bahwa data Y dapat dikomposisi menjadi komponen T (*trend*), komponen S (*seasonal*), dan I (*irregular*). Pembahasan dibatasi pada dekomposisi secara *multiplicative*:

$$Y = T \times S \times I$$

Prosedur Dekomposisi

1. Menaksir komponen T dengan *centered moving average*.
2. Menaksir indeks musiman SI (*seasonal Index*) yang diperoleh dari rasio Y/T .
3. Penyesuaian terhadap SI karena masih ada kemungkinan hasilnya bukan bilangan bulat.
4. Menaksir komponen S dengan merata-ratakan SI .
5. Menaksir $T \times I$ yang diperoleh dari rasio Y/S .
6. Menaksir komponen I dengan menghitung rasio $(T \times I) / T$.

Prosedur lebih terperinci dan proses perhitungannya dengan Microsoft-Excel dapat dilihat pada *Metoda Peramalan X11-ARIMA* (Gunawan, 2004).

Model ARIMA

Model ARIMA (*Autoregressive Integrated Moving Average*) atau dikenal juga dengan model Box-Jenkins biasa dituliskan dalam bentuk:

$$\text{ARIMA } (p,d,q).$$

p , d , dan q berturut-turut adalah orde untuk *Auto Regressive* (AR), *Integrate* (I), dan *Moving Average* (MA). Pembahasan teori dapat dilihat pada (Cryer, 1986) dan (van der Vaart, 2001), untuk aplikasi lihat (Makridakis, 1996) dan (Delurgio, 1998).

Skema Box-Jenkins

Menurut skema Box-Jenkins, prosedur untuk membangun model ARIMA yang terdiri dari:

1. Identifikasi Model
Tujuannya adalah menetapkan model sementara. Alat yang biasa digunakan adalah fungsi autokorelasi (*acf*) dan fungsi autokorelasi parsial (*pacf*).
2. Penaksiran Parameter
Tujuannya adalah menaksir parameter model sementara. Metode penaksiran yang biasa digunakan adalah Metode Momen, Kuadrat Terkecil, dan Maksimum *Likelihood*.
3. Uji Kecocokan Model
Tujuannya untuk memeriksa apakah asumsi model dipenuhi, analisis dilakukan terhadap sisa/residu. Bila ternyata model tidak cocok, ulangi lagi mulai langkah 1 sampai akhirnya memperoleh model yang lebih cocok.

X11-ARIMA

Pada model itu, data didekomposisi dengan X11 kemudian dilanjutkan dengan memodelkan komponen iregularnya menggunakan model deret waktu ARIMA.

Ukuran Keakuratan Model

Untuk mengukur keakuratan model, digunakan ukuran sebagai berikut.

1. *Residual Square Error* (RSE)

$$RSE = \sqrt{\frac{\sum_i (y_i - \hat{y}_i)^2}{n - k - s}}$$

n = banyaknya data

k = derajat kebebasan dari parameter yang akan diestimasi

s = derajat kebebasan dari periode permusimnya.

Model dengan nilai RSE paling kecil adalah model yang paling akurat.

2. *Mean Square Error (MSE)*

$$MSE = \frac{\sum (y_i - \hat{y}_i)^2}{n-1}$$

Model dengan nilai MSE paling kecil adalah model yang paling akurat.

3. *Adjusted R Square (\bar{R}^2)*

Model dengan (\bar{R}^2) mendekati 100% adalah model yang paling akurat.

4. *Mean Absolute Percent Error (MAPE)*

$$MAPE = \frac{100}{n} \sum_{i=1}^n \frac{|y_i - \hat{y}_i|}{|y_i|}$$

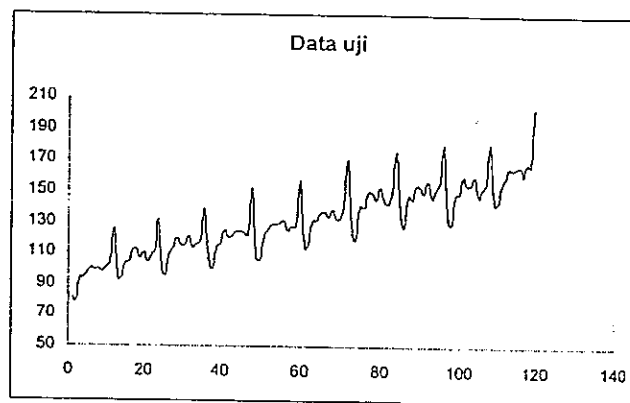
Model dengan nilai MAPE terkecil adalah model yang paling akurat.

METODE PENELITIAN

Data

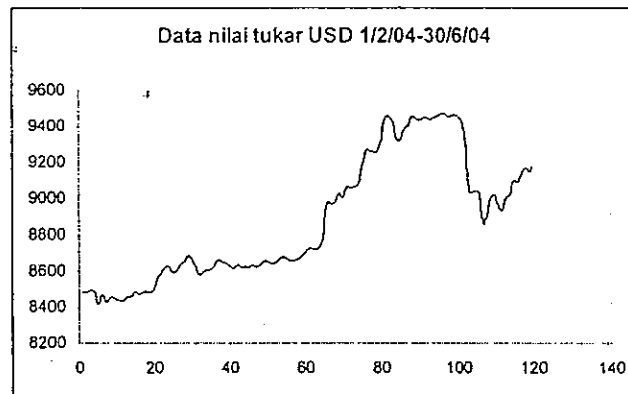
Data yang digunakan ada dua jenis.

1. Data yang mengandung komponen tren dan musiman (Hanke, 1998:126), selanjutnya disebut data uji.



Gambar 1 Data Uji

2. Data sembarang yang belum tentu memuat komponen tren dan musiman, diambil data kurs tukar US dolar di Bank Indonesia periode 1 Februari-30 Juli 2004 yang dikumpulkan per hari dari harian Kompas (ada 120 data).



Gambar 2 Data Kurs Tukar US Dolar di Bank Indonesia Periode 1 Februari-30 Juli 2004

Dekomposisi

Dengan metode X-11, data tersebut didekomposisi untuk dipisahkan komponen tren, musiman, dan *irregular*. Tujuannya untuk melihat kemampuan metode X-11 dalam mendekomposisi data menjadi komponen tersebut.

Membandingkan Model

Dibandingkan hasil penerapan data tersebut pada model X11, Model ARIMA, dan Model X11-ARIMA. Digunakan 4 alat ukur keakuratan model untuk membandingkan hasilnya.

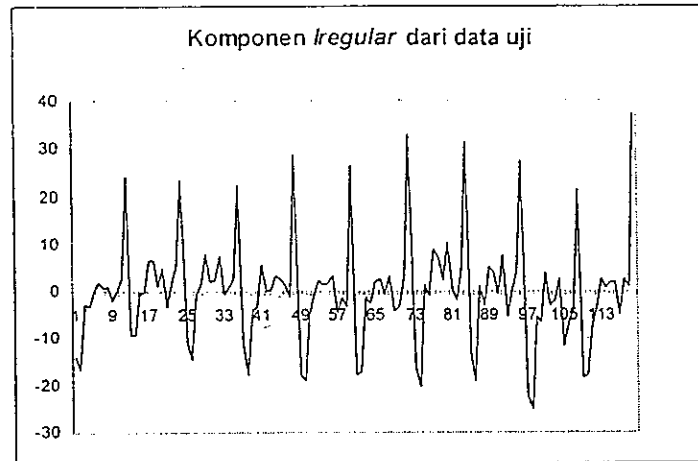
Analisis terhadap Sisa/Residu

Melakukan analisis data secara eksploratif untuk memperoleh informasi lebih jauh dari hasil pemodelan.

HASIL DAN PEMBAHASAN

Analisis Data Uji

Dari grafik terlihat dengan jelas bahwa data uji memiliki tren positif (naik) dan polanya berulang dengan periode 12 (musiman). Dengan lembar kerja (*work-sheet*) pada *Microsoft Excel*, diterapkan metode X11 pada data untuk mendekomposisi menjadi komponen *trend*, musiman, dan *irregular*. Hasil dekomposisi menghasilkan komponen *irregular* yang tersaji dalam grafik berikut.



Gambar 3 Komponen *irregular*

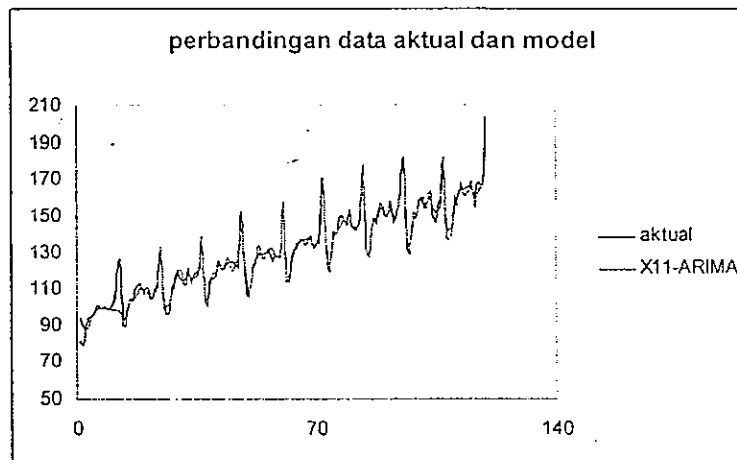
Secara visual, terlihat jelas masih terjadi pengulangan pola data dengan periode tertentu. Akan tetapi, untuk komponen tren sudah hilang (berhasil dipisahkan dari data tersebut oleh metode X-11).

Data dimodelkan dengan X-11 saja kemudian ARIMA (0,0,2) dan model X11-ARIMA. Pada model X11-ARIMA, data didekomposisi kemudian komponen I-nya dimodelkan dengan ARIMA dan ternyata model ARIMA yang paling cocok adalah ARIMA (1,0,0)(1,0,0) yaitu model AR(1) yang memuat faktor musiman. Sebagian komponen musiman yang tidak berhasil didekomposisi oleh X11 masih dapat dapat dimodelkan oleh ARIMA. Hasil pengukuran keakuratan model disajikan pada tabel berikut.

Tabel 1 Hasil Pengukuran Keakuratan

	MSE	RSE	(\bar{R}^2)	MAPE
X11	125,69	11,87	75,14 %	5,64
ARIMA (0,0,2)	115,33	11,37	70,78 %	5,61
X11-ARIMA(1,0,0)(1,0,0)	21,99	4,96	95,51%	2,52

Tampak bahwa penggabungan X11- ARIMA memberikan hasil paling akurat diantara ketiganya. Proses dekomposisi data dengan X11 membantu meningkatkan nilai \bar{R}^2 secara berarti dari 70,78% menjadi 95,78%. Perbandingan antara data aktual dan hasil pemodelan X11-ARIMA disajikan dalam grafik berikut.

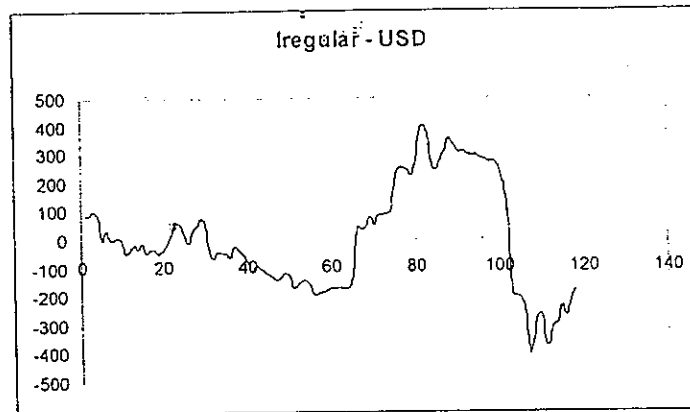


Gambar 4 Perbandingan antara Data Aktual dan Hasil Pemodelan X11-ARIMA

Berdasarkan pengamatan visual, dapat dengan jelas terlihat secara umum perbedaan antara data aktual dan model cukup kecil, kecuali pada beberapa titik.

Analisis Data Nilai Tukar US Dolar

Dari grafik terlihat bahwa data nilai tukar US dolar tidak memiliki pola musiman dan dari waktu ke waktu terjadi perubahan mean dari data deret waktu. Hasil dekomposisi menggunakan X11 menghasilkan komponen *Iregular* yang tersaji dalam grafik berikut.



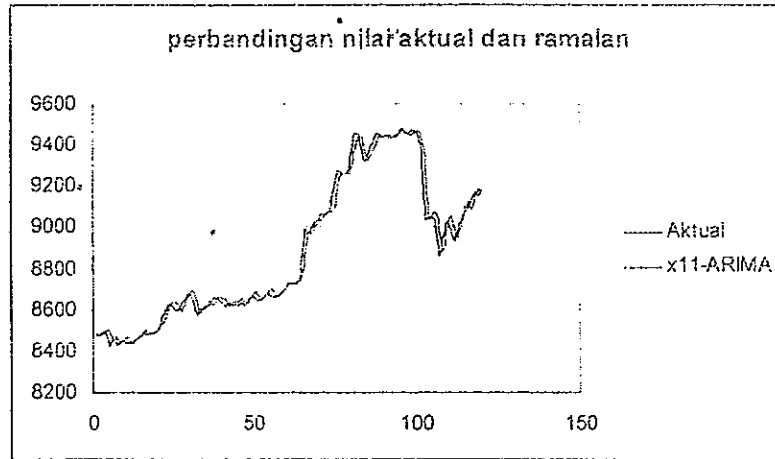
Gambar 5 komponen Iregular

Secara visual, tampak komponen iregular memiliki bentuk yang hampir sama dengan data nilai tukar USD, hanya rata-ratanya sekarang berada di sekitar nol. Setelah digunakan model X11, model X11-ARIMA(1,0,0), dan ARIMA(1,0,0). Perbandingan keakuratan ketiga model tersaji dalam tabel berikut.

Tabel 2 Perbandingan Keakuratan Ketiga Model

	MSE	RSE	(\bar{R}^2)	MAPE
X11	36533,41	196,15	68,04 %	1,71
ARIMA (1,0,0)	2568,89	52,01	97,69 %	0,32
X11-ARIMA(1,0,0)	2455,47	50,85	97,79%	0,33

Tampak bahwa penggabungan X11-ARIMA memberikan hasil paling akurat diantara ketiganya (menurut ukuran keakuratan MSE, RSE, \bar{R}^2 , tetapi berbeda untuk MAPE). Akan tetapi, jika dibandingkan dengan model ARIMA perbedaan \bar{R}^2 tidak berarti, yaitu hanya 0,1 %. Dapat disimpulkan proses dekomposisi dengan X11 pada data nilai tukar US dolar tidak membantu meningkatkan nilai \bar{R}^2 . Jika ditinjau dari MAPE malah menaik, meskipun relatif kecil (sekitar 0,008). Perbandingan antara nilai ramalan model X11-ARIMA dengan nilai aktual tersaji dalam grafik berikut.



Gambar 6 Perbandingan antara Nilai Ramalan Model X11-ARIMA dengan Nilai Aktual

Secara visual, tampak bahwa hasil ramalan mengikuti bentuk data aktual.

Pemilihan Periode Musiman pada X-11

Muncul dugaan apakah pemilihan periode musiman pada X11 mempengaruhi kualitas dekomposisi. Dicoba model X11 untuk periode 5 dan 12. Hasil perhitungan ukuran keakuratan tersaji pada tabel berikut.

Tabel 3 Hasil Perhitungan

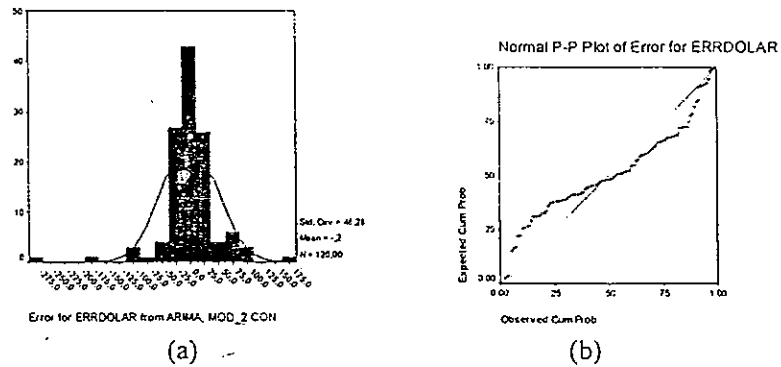
	MSE	RSE	(R^2)	MAPE
periode musiman 5	36533,41	196,15	68,04 %	1,71
Periode musiman 12	36380,55	202,09	66,08%	1,69

Berdasarkan tabel, tampak ada perbedaan, meskipun relatif cukup kecil.

Analisis terhadap Sisa

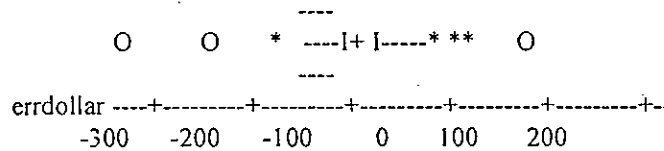
Secara deskriptif, analisis terhadap sisa model X11-ARIMA adalah sebagai berikut.

1. Sisa memiliki distribusi hampir normal dengan rata-rata di sekitar nol (nilai $p=52\%$).



Gambar 7 (a) dan (b) Sisa Model X11-ARIMA

2. Terdapat 3 buah data pencilan jauh, yaitu ke-66 (11 Mei 2004), ke-103 (6 Juli 2004), dan ke-107 (12 Juli 2004). Dengan menelusuri data, dapat mengaitkan terjadinya data pencilan dengan peristiwa yang terjadi pada saat tersebut. Misalkan, pada tanggal 6 juli terjadi perubahan yang mencolok, yaitu menguatnya nilai tukar rupiah terhadap USD, sehari sebelumnya terjadi pemilihan presiden putar pertama yang dinilai berlangsung aman. Sebaliknya, nilai tukar rupiah terhadap USD pada tanggal 11 Mei, dapat ditelusuri ada peristiwa apa pada saat itu. Lokasi data pencilan disajikan dalam *box-plot* berikut.



Gambar 8 *Character Boxplot*

PENUTUP

Simpulan

Dari hasil uraian tersebut, dapat ditarik simpulan berikut.

1. Metode XII dapat digunakan untuk meningkatkan keakuratan model peramalan ARIMA untuk data yang memuat tren dan musiman (XII-ARIMA). Untuk bentuk data yang lain (seperti data nilai tukar USD yang telah dibahas), tidak banyak membantu.
2. Pemilihan periode musiman pada XII dapat mempengaruhi keakuratan dekomposisi, meskipun perbedaannya tidak terlalu besar. Disarankan untuk memilih periode musiman yang sesuai dengan data.
3. Beberapa peristiwa yang mempengaruhi data deret waktu, masih dapat terekam dan dapat ditelusuri dari sisa/residu model XII-ARIMA.

DAFTAR PUSTAKA

- Cryer, JD. 1986. *Times Series Analysis*. USA: Duxbury Press.
- Delurgio, S. A. 1998. *Forecasting Principles and Applications*. New York: McGraw-Hill International.
- Gunawan, S. 2004. *Metode Peramalan XII-ARIMA*. Universitas Parahyangan: Jurusan Matematika-Bandung.
- Hanke, J. and A.G. Reitsch. 1998. *Business Forecasting*. 4th Edition. London: Prentice-Hall International.
- Makridakis, S. et al. 1998. *Forecasting Methods and Applications*. 3rd Edition. USA: John Wiley & Sons.
- Sukmana, A. 1998. *Time Series Model*. Literature Study Report, Netherland: University of Twente.