

“Threshold Autoregressive (TAR)”

Disusun Untuk Memenuhi Tugas Mata Kuliah Analisis Deret Waktu Non Linier



Oleh :

Kadek Laras

Rauzan Sumara 135090501111014

Fairuz Shofinda 135090501111049

PROGRAM STUDI S1 STATISTIKA

JURUSAN MATEMATIKA

FAKULTAS MATEMATIKA DAN ILMU PENGETAHUAN ALAM

UNIVERSITAS BRAWIJAYA

MALANG

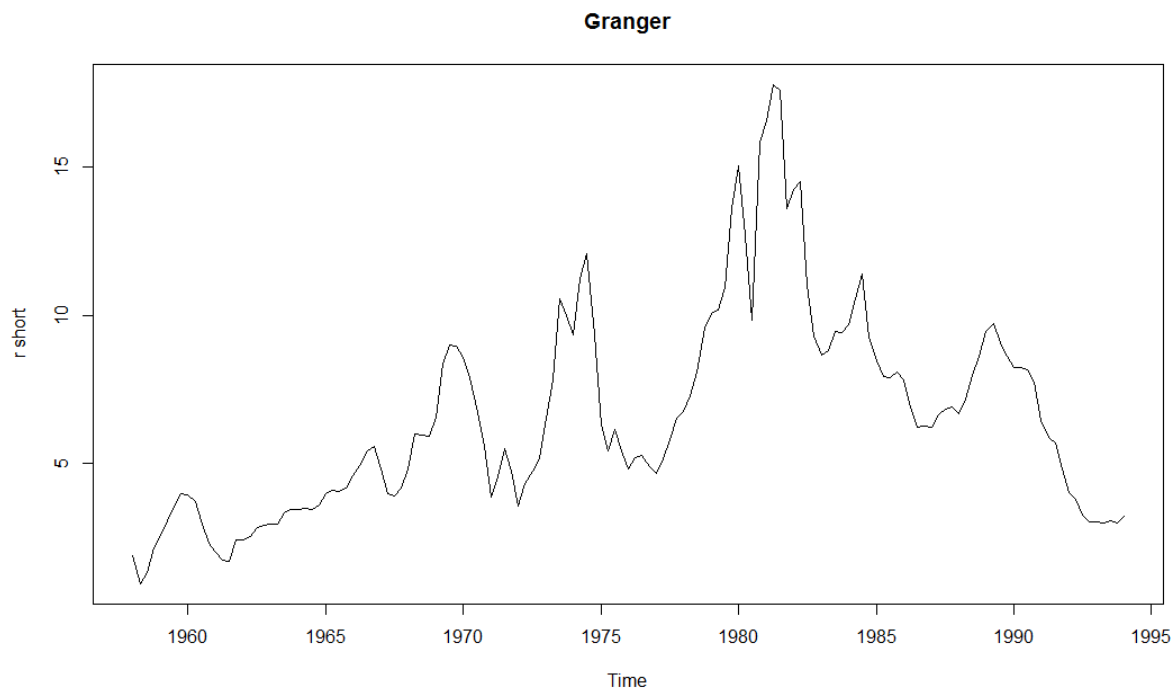
2016

Sumber Data

Berikut adalah data sekunder mengenai tingkat suku bunga kuartalan dari tahun 1958 sampai 1994, diambil dari <http://www.fbc.keio.ac.jp>. Data terlampir

Hasil dan Pembahasan

Hal pertama yang harus dilakukan sebelum melakukan analisis pada data deret waktu yaitu membuat plot untuk mengetahui karakteristik dari data tersebut. Berikut adalah plot data deret waktu tingkat suku bunga kuartalan dari tahun 1958 sampai 1994.



Berdasarkan plot diatas diketahui bahwa data tingkat suku bunga mengalami fluktuasi dari waktu ke waktu dan terlihat tidak stasioner baik terhadap ragam maupun rata-rata. Tingkat suku bunga terendah terjadi pada Q2 (kuartal kedua) tahun 1958, sedangkan tingkat suku bunga tertinggi terjadi pada Q2 (kuartal kedua) tahun 1981. Selanjutnya dilakukan pengujian stasioneritas terhadap rata-rata dengan menggunakan uji *Augmented Dickey-Fuller* sebagai berikut:

Augmented Dickey-Fuller Test

```
data: granger
Dickey-Fuller = -3, Lag order = 5, p-value = 0.2
alternative hypothesis: stationary
```

H_0 : Data tidak stasioner terhadap rata-rata , $\alpha = 5\%$

H_1 : Data stasioner terhadap rata-rata

Diperoleh $p\text{-value} = 0.2$

Keputusan : Terima H_0 , karena $p\text{-value} > \alpha$

Kesimpulan : Dengan tingkat kepercayaan 95% dapat disimpulkan bahwa data tingkat suku bunga kuartalan dari tahun 1958 sampai 1994 tidak stasioner terhadap rata-rata, sehingga perlu dilakukan differensi.

Berikut hasil analisis uji *Augmented Dickey-Fuller* dari data tingkat suku bunga yang telah didifferensi.

```
Augmented Dickey-Fuller Test
data: dgranger
Dickey-Fuller = -5, Lag order = 5, p-value = 0.01
alternative hypothesis: stationary

warning message:
In adf.test(dgranger) : p-value smaller than printed p-value
```

H_0 : Data tidak stasioner terhadap rata-rata $\alpha = 5\%$

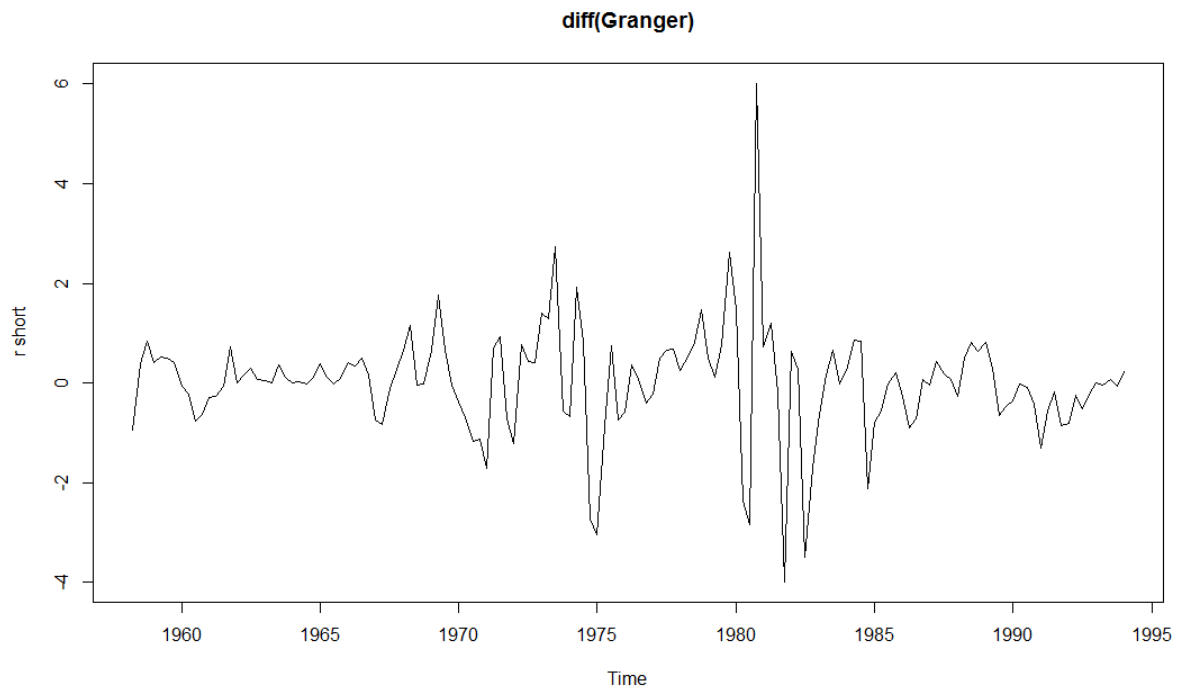
H_1 : Data stasioner terhadap rata-rata

Diperoleh $p\text{-value} < 0.01$

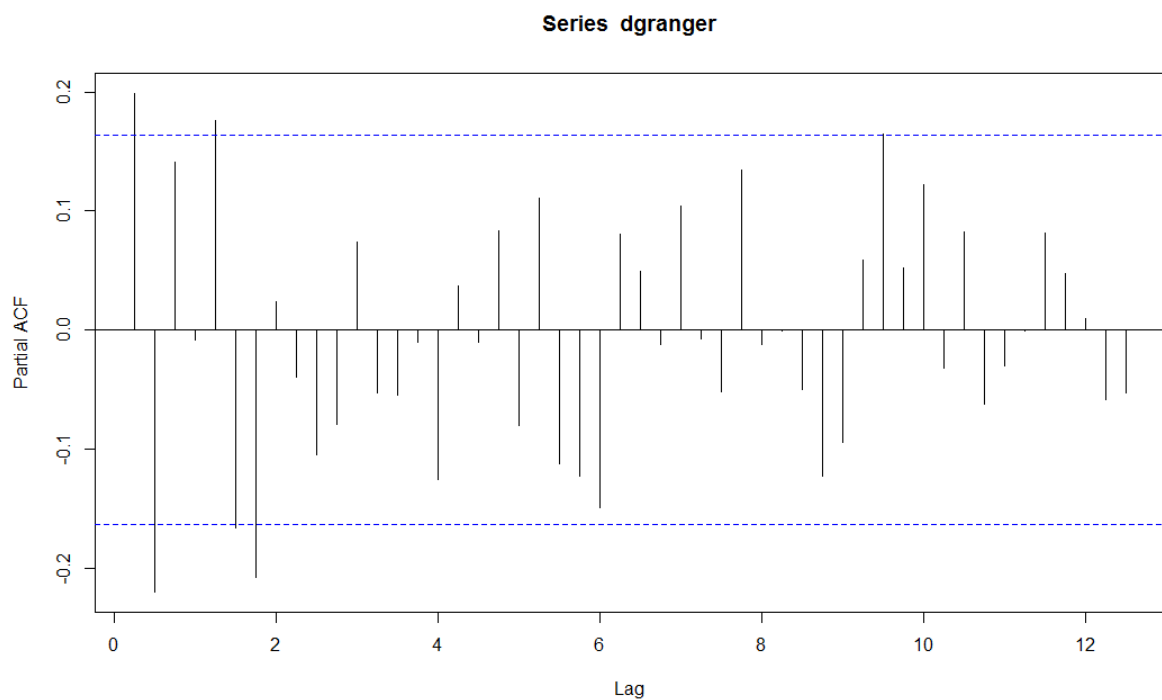
Keputusan = Tolak H_0 , karena $p\text{-value} < \alpha$

Kesimpulan = Dengan tingkat kepercayaan 95% dapat disimpulkan bahwa data tingkat suku bunga kuartalan dari tahun 1958 sampai 1994 hasil differensi pertama sudah stasioner terhadap rata-rata.

Berikut plot data hasil differensi yang menunjukkan bahwa data memiliki pola horizontal, mengindikasikan bahwa data telah stasioner terhadap rata-rata:



Selanjutnya dilakukan tahapan identifikasi model AR yaitu dengan melihat plot PACF dari data yang telah stasioner, berikut plot PACF



Berdasarkan plot tersebut terlihat bahwa terdapat dua lag pertama yang signifikan, sehingga didapatkan orde untuk AR yaitu 2 dengan differensi sebanyak satu kali. Jadi, didapatkan model untuk data kuartalan tingkat suku bunga dari tahun 1958 sampai 1994 yaitu

ARIMA (2,1,0) atau ARI (2,1). Selanjutnya dilakukan tahapan pendugaan parameter yaitu sebagai berikut:

```
Call:
arima(x = granger, order = c(2, 1, 0))

Coefficients:
          ar1      ar2
        0.243  -0.219
s.e.   0.081   0.081

sigma^2 estimated as 1.1:  log likelihood = -211,  aic = 428

Training set error measures:
              ME RMSE   MAE   MPE MAPE  MASE   ACF1
Training set 0.00901 1.04 0.654 -0.754 10.3 0.934 0.0307
```

Model ARI (2,1) dapat ditulis sebagai berikut:

$$(1 - 0,243B + 0,219B^2)(1 - B)Z_t = a_t$$

$$(1 - 0,243B + 0,219B^2 - B + 0,243B^2 - 0,219B^3)Z_t = a_t$$

$$(1 - 1,243B + 0,462B^2 - 0,219B^3)Z_t = a_t$$

$$Z_t = 1,243Z_{t-1} - 0,462Z_{t-2} + 0,219Z_{t-3} + a_t$$

Setelah itu, untuk membuat model TAR dilakukan penentuan *delay* terlebih dahulu. Berikut analisis penentuan *delay* pada model TAR :

➤ Delay 1

```
Call:
arima(x = granger, order = c(2, 1, 0), fixed = c(NA, 0))

Coefficients:
          ar1      ar2
        0.198      0
s.e.   0.082      0

sigma^2 estimated as 1.15:  log likelihood = -215,  aic = 433

Training set error measures:
              ME RMSE   MAE   MPE MAPE  MASE   ACF1
Training set 0.00779 1.07 0.647 -0.534 10.2 0.924 0.044
```

➤ *Delay 2*

```
Call:
arima(x = granger, order = c(2, 1, 0), fixed = c(0, NA))

Coefficients:
      ar1      ar2
       0  -0.170
s.e.      0   0.082

sigma^2 estimated as 1.16:  log likelihood = -215,  aic = 435

Training set error measures:
      ME RMSE  MAE  MPE MAPE  MASE  ACF1
Training set 0.0106 1.08 0.706 -1.04 11.4 1.01 0.253
```

Untuk menentukan *delay* yang akan digunakan, dipilih model dengan nilai AIC dan MAPE yang paling minimum, berikut hasil analisis untuk mencari *delay* disajikan dalam bentuk tabel :

Model <i>Delay</i>	AIC	MAPE
$Z_t \sim Z_{t-1}$	433	10,2
$Z_t \sim Z_{t-2}$	435	11,4

Berdasarkan hasil tersebut dapat disimpulkan bahwa model *delay* yang terpilih yaitu $Z_t \sim Z_{t-1}$ yang memiliki nilai AIC dan MAPE terkecil. Selanjutnya dilakukan pendugaan parameter untuk model TAR dengan dua *regime* dengan *delay* Z_{t-1} , berikut hasil analisis :

```
Non linear autoregressive model

SETAR model ( 2 regimes)
Coefficients:
Low regime:
  phiL.1  phiL.2
 0.00895 -0.17305

High regime:
  phiH.1  phiH.2
 0.579 -0.304

Threshold:
-variable: z(t) = + (0) x(t)+ (1)x(t-1)
-value: 0 (fixed)
Proportion of points in low regime: 47.18%      High regime: 52.82%

Residuals:
  Min      1Q  Median      3Q     Max
-3.5060 -0.3991  0.0404  0.4201  5.6271

Fit:
residuals variance = 0.9976,  AIC = 7.7, MAPE = 149.5%
```

Coefficient(s):

	Estimate	Std. Error	t value	Pr(> t)
phiL.1	0.00895	0.10328	0.09	0.9311
phiL.2	-0.17305	0.10939	-1.58	0.1159
phiH.1	0.57882	0.12228	4.73	5.3e-06 ***
phiH.2	-0.30429	0.11359	-2.68	0.0083 **

Signif. codes: 0 '***' 0.001 '**' 0.01 '*' 0.05 '.' 0.1 ' ' 1

Threshold

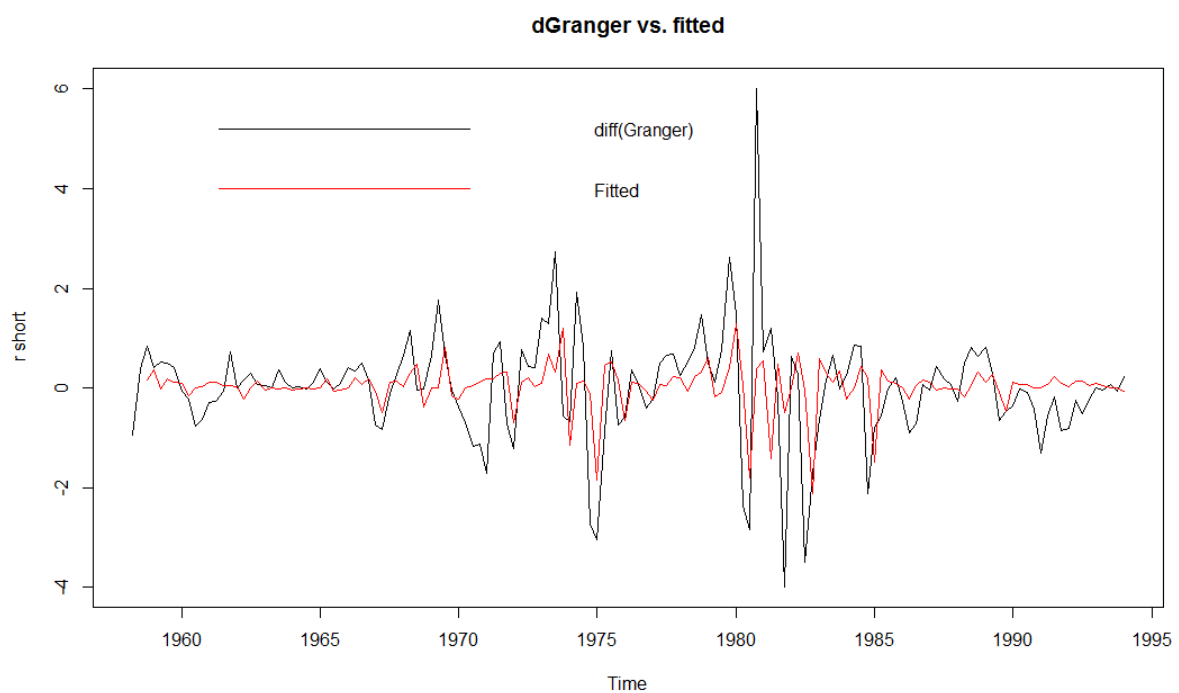
Variable: $z(t) = + (0) x(t) + (1) x(t-1)$

value: 0 (fixed)

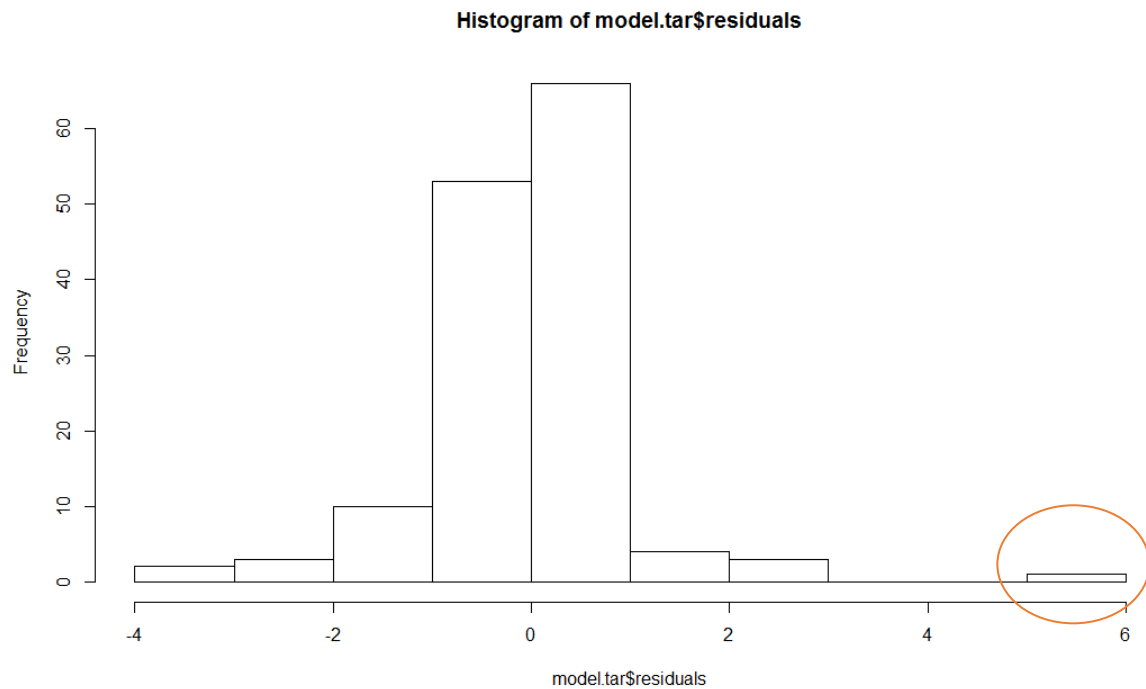
Sehingga didapatkan model untuk TAR yaitu

$$Z_t = \begin{cases} 0.00895 Z_{t-1} - 0.17305 Z_{t-2} + a_t, & Z_{t-1} \leq 0 \\ 0.57882 Z_{t-1} - 0.30429 Z_{t-2} + a_t, & Z_{t-1} > 0 \end{cases}$$

Berikut hasil fitting model TAR dengan plot data model untuk data kuartalan tingkat suku bunga dari tahun 1958 sampai 1994.



Diagnostik Model :



Adanya pencilan.

Uji normalitas sisaan :

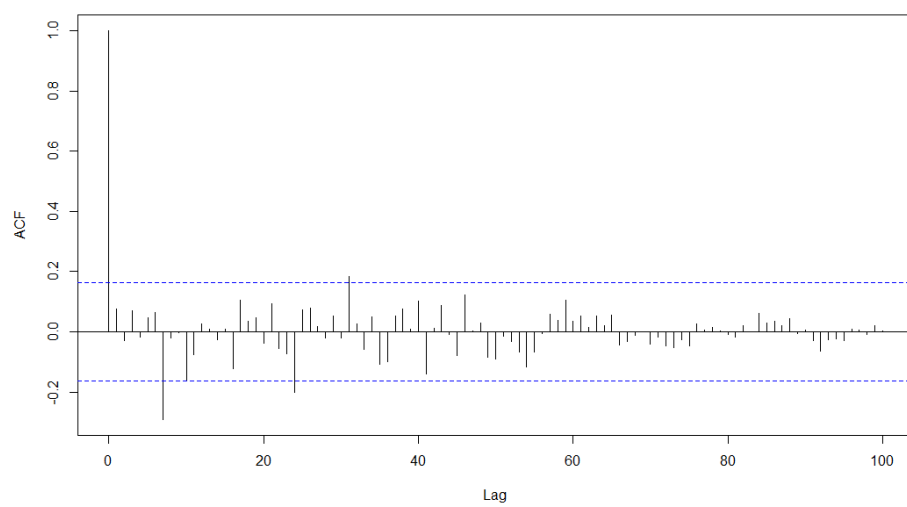
```
> shapiro.test(model.tar$residuals)

      shapiro-wilk normality test

data:  model.tar$residuals
W = 0.9, p-value = 3e-10
```

Cek White noise :

Series model.tar\$residuals



LAMPIRAN

Lampiran 1. Data tingkat suku bunga periode Januari 1958 sampai Januari 1970

Date	Interest rate				
Q1 1958	1,88	Q2 1967	3,99	Q4 1976	4,88
Q2 1958	0,94	Q3 1967	3,89	Q1 1977	4,66
Q3 1958	1,32	Q4 1967	4,17	Q2 1977	5,16
Q4 1958	2,16	Q1 1968	4,82	Q3 1977	5,82
Q1 1959	2,56	Q2 1968	5,98	Q4 1977	6,51
Q2 1959	3,08	Q3 1968	5,94	Q1 1978	6,76
Q3 1959	3,57	Q4 1968	5,92	Q2 1978	7,28
Q4 1959	3,99	Q1 1969	6,57	Q3 1978	8,1
Q1 1960	3,93	Q2 1969	8,33	Q4 1978	9,58
Q2 1960	3,7	Q3 1969	8,98	Q1 1979	10,07
Q3 1960	2,94	Q4 1969	8,94	Q2 1979	10,18
Q4 1960	2,3	Q1 1970	8,57	Q3 1979	10,95
Q1 1961	2	Q2 1970	7,88	Q4 1979	13,58
Q2 1961	1,74	Q3 1970	6,7	Q1 1980	15,05
Q3 1961	1,68	Q4 1970	5,57	Q2 1980	12,69
Q4 1961	2,4	Q1 1971	3,86	Q3 1980	9,84
Q1 1962	2,4	Q2 1971	4,56	Q4 1980	15,85
Q2 1962	2,55	Q3 1971	5,48	Q1 1981	16,57
Q3 1962	2,85	Q4 1971	4,75	Q2 1981	17,78
Q4 1962	2,92	Q1 1972	3,54	Q3 1981	17,58
Q1 1963	2,96	Q2 1972	4,3	Q4 1981	13,59
Q2 1963	2,96	Q3 1972	4,74	Q1 1982	14,23
Q3 1963	3,33	Q4 1972	5,14	Q2 1982	14,51
Q4 1963	3,45	Q1 1973	6,54	Q3 1982	11,01
Q1 1964	3,46	Q2 1973	7,82	Q4 1982	9,29
Q2 1964	3,49	Q3 1973	10,56	Q1 1983	8,65
Q3 1964	3,46	Q4 1973	10	Q2 1983	8,8
Q4 1964	3,58	Q1 1974	9,32	Q3 1983	9,46
Q1 1965	3,97	Q2 1974	11,25	Q4 1983	9,43
Q2 1965	4,08	Q3 1974	12,09	Q1 1984	9,69
Q3 1965	4,07	Q4 1974	9,35	Q2 1984	10,56
Q4 1965	4,17	Q1 1975	6,3	Q3 1984	11,39
Q1 1966	4,57	Q2 1975	5,42	Q4 1984	9,27
Q2 1966	4,91	Q3 1975	6,16	Q1 1985	8,48
Q3 1966	5,41	Q4 1975	5,41	Q2 1985	7,92
Q4 1966	5,57	Q1 1976	4,83	Q3 1985	7,9
Q1 1967	4,82	Q2 1976	5,2	Q4 1985	8,1
		Q3 1976	5,28	Q1 1986	7,83

Q2 1986	6,92
Q3 1986	6,21
Q4 1986	6,27
Q1 1987	6,22
Q2 1987	6,65
Q3 1987	6,84
Q4 1987	6,92
Q1 1988	6,66
Q2 1988	7,16
Q3 1988	7,98
Q4 1988	8,62
Q1 1989	9,44

Q2 1989	9,73
Q3 1989	9,08
Q4 1989	8,61
Q1 1990	8,25
Q2 1990	8,24
Q3 1990	8,16
Q4 1990	7,74
Q1 1991	6,43
Q2 1991	5,86
Q3 1991	5,68
Q4 1991	4,82
Q1 1992	4,02

Q2 1992	3,77
Q3 1992	3,26
Q4 1992	3,04
Q1 1993	3,04
Q2 1993	3
Q3 1993	3,06
Q4 1993	2,99
Q1 1994	3,21

Lampiran 2. Source Code R

#tsDyn packages

```
Library(tsDyn)
```

#input data

```
granger <- read.table("clipboard")  
granger <- ts(granger,frequency = 4,start = c(1958,1))
```

#plot data

```
plot(granger,main="Granger",ylab="r short")
```

#Uji ADF

```
adf.test(granger)
```

#Differensi pertama

```
dgranger <- diff(granger)  
plot(dgranger,main="Granger",ylab="r short")  
adf.test(dgranger)
```

#Model ARI(2,1)

```
model.ar2 <- arima(granger, order = c(2,1,0))
```

#Mencari delay

```
delay1 <- arima(granger, order = c(2,1,0),fixed = c(NA,0))  
delay2 <- arima(granger, order = c(2,1,0),fixed = c(0,NA))
```

#membentuk model TAR, trashold = 0

```
model.tar <- setar(dgranger,m=2,mL=2,mH=2,  
thDelay= 1,th=0,include = "none",model = "TAR")
```

#Plot aktual vs. fitted

```
plot(dgranger,main="dGranger vs. fitted",ylab="r short")  
lines(fitted.values(model.tar),col=2)
```