

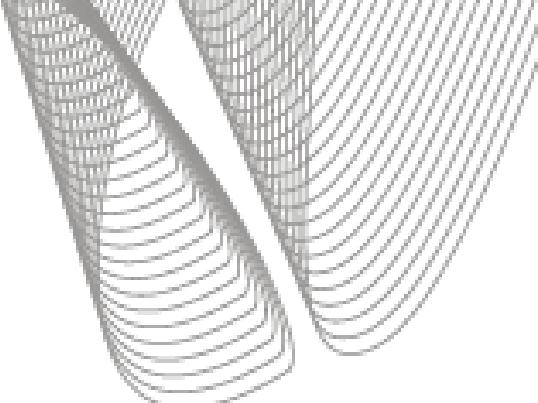
# EKONOMETRIKA DERET WAKTU

Bambang Juanda

(Guru Besar pada Fakultas Ekonomi dan Manajemen (FEM), IPB)

Junaidi

(Lektor pada Fakultas Ekonomi Universitas Jambi)



## BAB II

# KESTASIONERAN DATA DERET WAKTU

Setelah mengikuti pembahasan pada bab ini, pembaca diharapkan dapat :

- Memahami makna kestasioneran data deret waktu dan cara pemeriksannya.
- Memahami implikasi kestasioneran (stasioner dan tidak stasioner) data deret waktu dalam pemodelan.
- Memahami prosedur Eviews untuk pemeriksaan kestasioneran data deret waktu
- Menginterpretasikan output program Eviews pada kestasioneran data deret waktu.

# PROSES STOKASTIK DAN KESTASIONERAN DATA DERET WAKTU

- Proses stokastik: proses yg menghasilkan rangkaian nilai-nilai peubah acak yg menggambarkan perilaku data pd berbagai kondisi.
- Setiap data deret waktu merupakan data dari hasil proses stokastik.
- Proses stokastik dpt bersifat stasioner dan menghasilkan data deret waktu yg bersifat stasioner.
- Proses stokastik dpt bersifat tidak stationer dan menghasilkan data deret waktu yg tidak stasioner.
- Data stasioner jika:

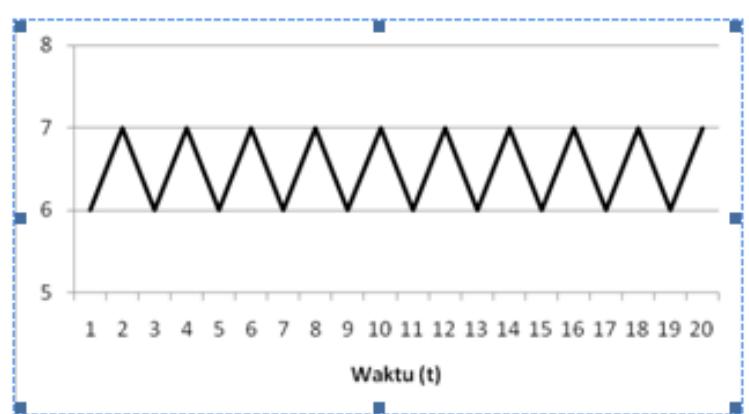
$$E(Y_t) = \mu \quad \text{rata-rata } Y \text{ konstan}$$

$$Var(Y_t) = E(Y_t - \mu)^2 = \sigma^2 \quad \text{ragam } Y \text{ konstan}$$

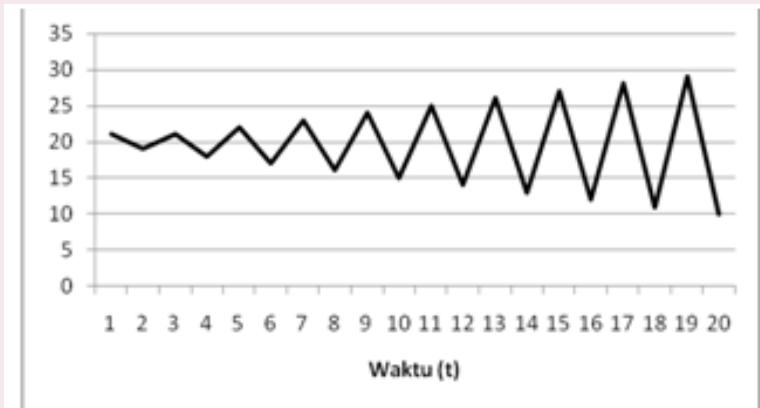
$$\gamma_k = E[(Y_t - \mu)(Y_{t+k} - \mu)] \quad \text{kovarian}$$

- Data stasioner pada nilai tengahnya jika data berfluktuasi disekitar suatu nilai tengah yg tetap dari waktu ke waktu.
- Data stasioner pada ragamnya jika data berfluktuasi dengan ragam yg tetap dari waktu ke waktu.
- Mengatasi data yg tidak stasioner
  - Proses diferensi
  - Transformasi data (Ln atau akar kuadrat)
- Pemeriksaan Kestasioneran Data Deret Waktu
  - Melihat trend (pola) data dalam grafik
  - Menggunakan autokorelasi dan korelogram.
  - Uji Autokorelasi, Selang Kepercayaan
  - Uji Statistik Q; Uji Statistik LB
  - Uji akar unit (*unit root test*)

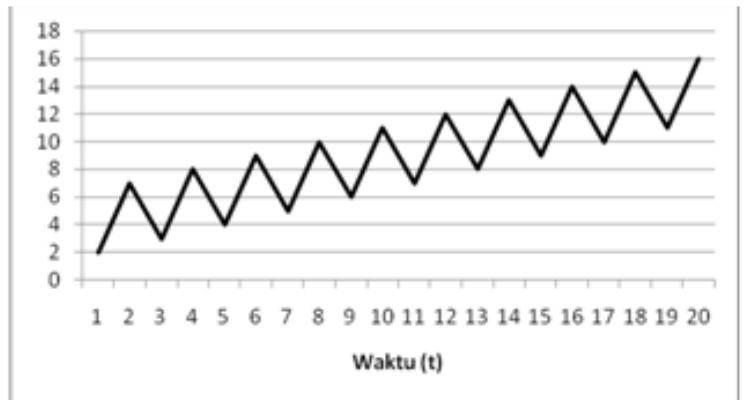
# PEMERIKSAAAN KESTASIONERAN: TREND DATA



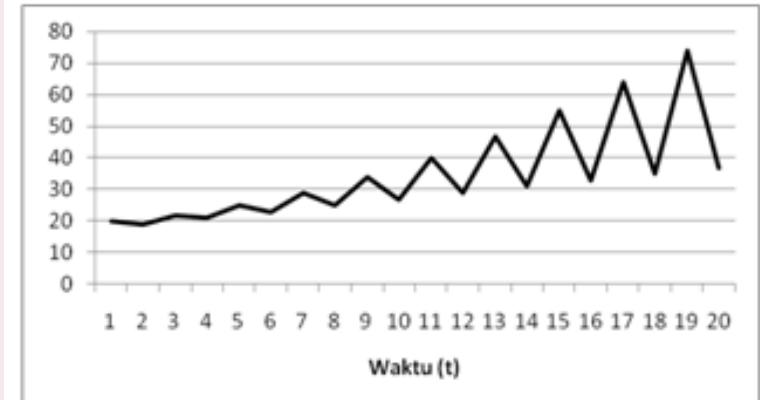
Gambar 2.1 Plot Data dalam Keduaan Stasioner Nilai Tengah dan Ragam.



Gambar 2.3 Plot Data Stasioner pada Nilai Tengah, tapi Tidak Stasioner pada Ragam.

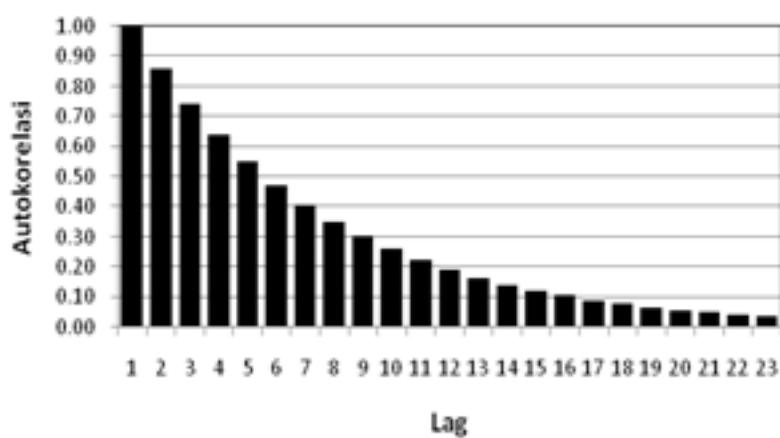


Gambar 2.2 Plot data yang tidak Stasioner pada Nilai Tengah, tapi Stasioner pada Ragam.

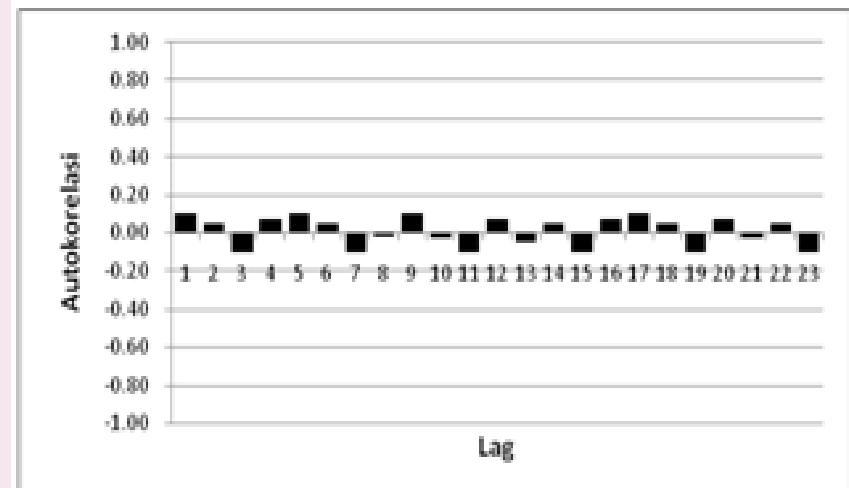


Gambar 2.4 Plot Data yang Tidak Stasioner pada Nilai Tengah maupun Ragamnya.

# PEMERIKSAAN KESTASIONERAN: KORELOGRAM



Gambar 2.5 Pola Autokorelasi dari Data yang tidak Stasioner.



Gambar 2.6 Pola Autokorelasi dari Data yang Stasioner.

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

$\rho_k$  = koefisien autokorelasi untuk lag k

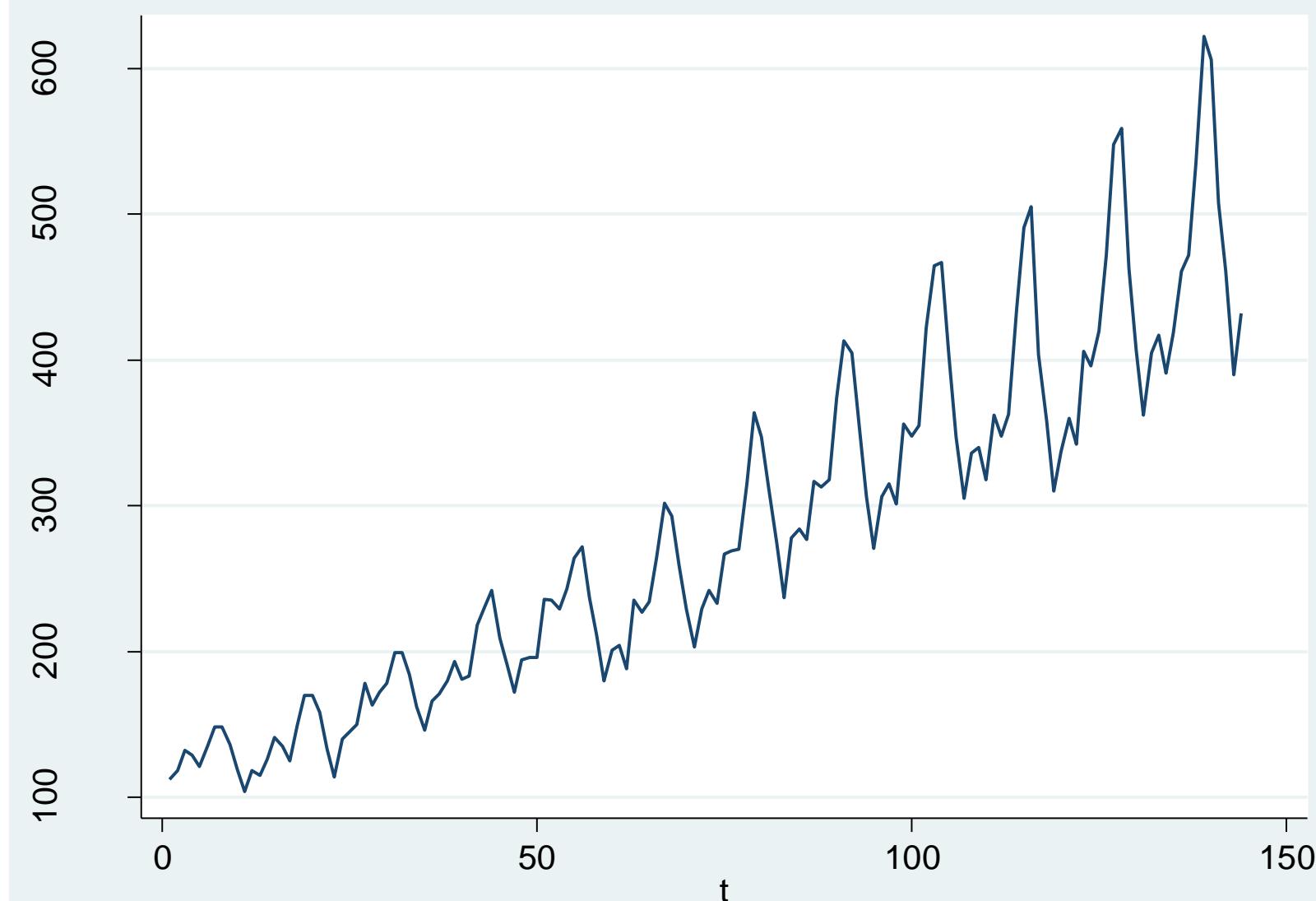
$\bar{Y}$ =rata-rata data deret waktu

## PEMERIKSAAAN KESTASIONERAN: UJI SIGNIFIKANSI AUTOKORELASI

- Signifikan atau tidaknya nilai autokorelasi melalui Statistik uji-t atau Selang Kepercayaan menggunakan standar error (Se).  
○ Misalnya SK  $(1 - \alpha)100\%$  atau dengan taraf nyata  $\alpha = 5\%$  untuk  $\rho_k$  adalah:  
$$-1.96(Se) < \rho_k < 1.96(Se)$$
$$-1.96(\sqrt{1/n}) < \rho_k < 1.96(\sqrt{1/n})$$
- $H_0: \rho_k = 0$ , utk semua  $k$ . Keputusannya belum cukup bukti untuk menolak  $H_0$  bahwa  $\rho_k = 0$ , berarti data stasioner

# Jumlah Penumpang bulanan (air2.dta)

. two way (tsline air)



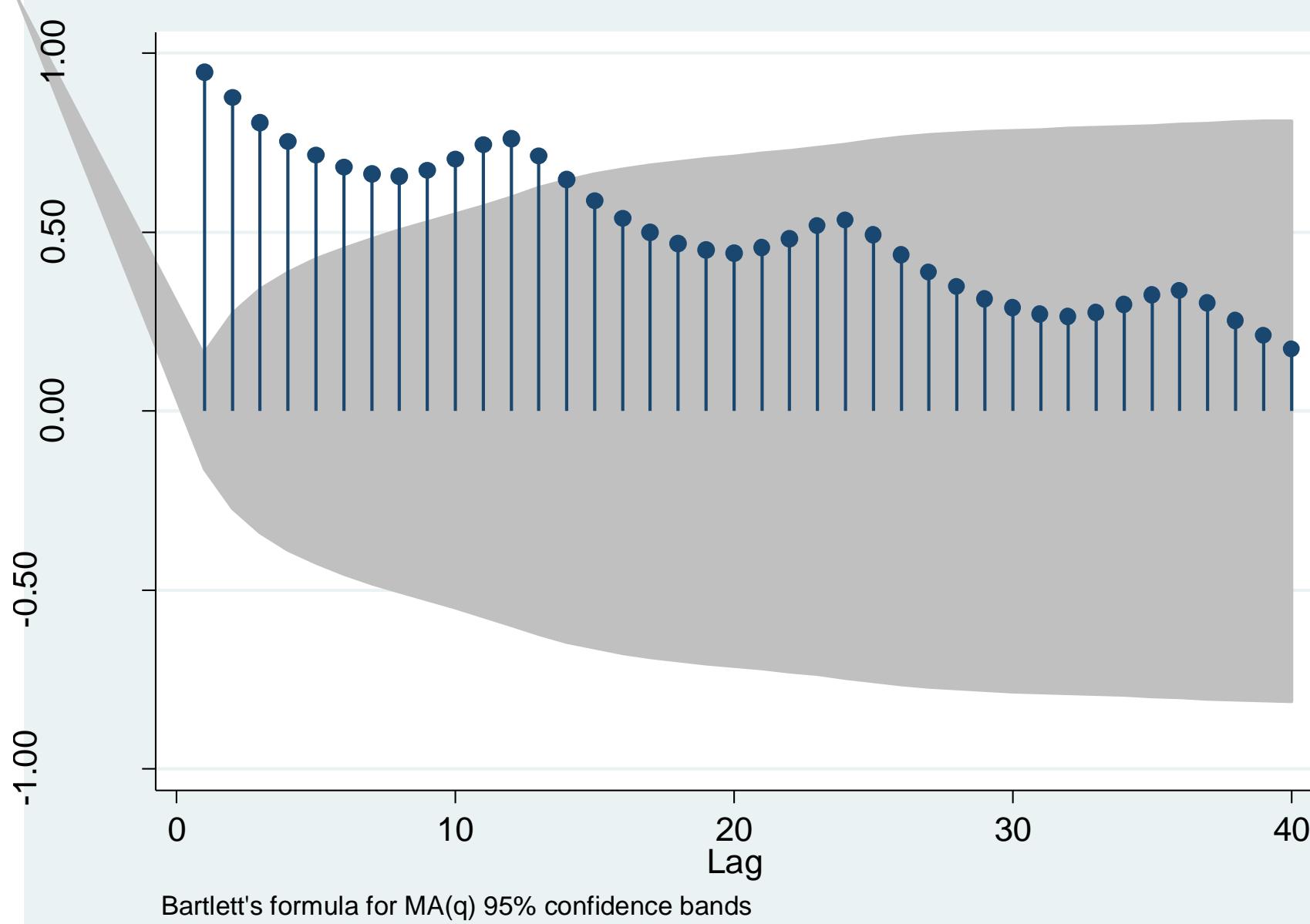
# AC, PAC, Stat-Q with its p-value

. corgram air

LAG	AC	PAC	Q	Prob>Q	-1	0	1	-1	0	1
					[Autocorrelation]	[Partial Autocor]				
1	0.9480	0.9589	132.14	0.0000	-----				-----	
2	0.8756	-0.3298	245.65	0.0000	-----				--	
3	0.8067	0.2018	342.67	0.0000	-----				-	
4	0.7526	0.1450	427.74	0.0000	-----				-	
5	0.7138	0.2585	504.8	0.0000	-----				--	
6	0.6817	-0.0269	575.6	0.0000	-----					
7	0.6629	0.2043	643.04	0.0000	-----				-	
8	0.6556	0.1561	709.48	0.0000	-----				-	
9	0.6709	0.5686	779.59	0.0000	-----				-----	
10	0.7027	0.2926	857.07	0.0000	-----				--	
11	0.7432	0.8402	944.39	0.0000	-----				-----	
12	0.7604	0.6127	1036.5	0.0000	-----				---	
13	0.7127	-0.6660	1118	0.0000	-----				-----	
14	0.6463	-0.3846	1185.6	0.0000	-----				---	
15	0.5859	0.0787	1241.5	0.0000	----					
16	0.5380	-0.0266	1289	0.0000	----					
17	0.4997	-0.0581	1330.4	0.0000	---					
18	0.4687	-0.0435	1367	0.0000	---					
19	0.4499	0.2773	1401.1	0.0000	---				--	
20	0.4416	-0.0405	1434.1	0.0000	---					
21	0.4572	0.1374	1469.9	0.0000	---				-	
22	0.4825	0.3860	1510	0.0000	---				---	
23	0.5171	0.2420	1556.5	0.0000	---				-	

. ac air

# Correlogram



### UJI STATISTIK Q

- Hipotesis:

$H_0$  : Data  $Y_t$  stasioner

$H_1$  : Data  $Y_t$  tidak stasioner

- Uji Statistik Q dikembangkan oleh Box dan Pierce (2.7):

$$Q = n \sum_{k=1}^m \hat{\rho}_k^2 \sim \chi^2_{db=m}$$

dimana: n = banyak sampel, m=panjang lag

- Jika statistik  $Q < \chi^2_{\alpha(m)}$ ,  $H_0$  diterima, berarti data deret waktu adalah stasioner

## PEMERIKSAAN KESTASIONERAN: UJI STATISTIK LJUNG-BOX (LB)

- Dikembangkan oleh, dengan rumus (2.8):

$$LB = n(n + 2) \sum_{k=1}^m \left( \frac{\hat{\rho}_k^2}{n-1} \right) \sim \chi^2_m$$

dimana: n = banyak sampel, m=panjang lag

- Jika statistik LB lebih kecil dari nilai kritis statistik tabel Chi-Square dengan taraf nyata  $\alpha$  maka data stasioner.

- Hipotesis:

$H_0$  : Data  $Y_t$  stasioner

$H_1$  : Data  $Y_t$  tidak stasioner

# Random Walk (proses dgn *trend* stokastik)

Perhatikan model *Autoregressive AR(1)* berikut.

$e_t$  adalah komponen residual (*error*) yang menyebar bebas stokastik dan identik dengan nilai tengah nol, ragam  $\sigma^2$  dan tidak ada autokorelasi. Residual seperti ini disebut sebagai *white noise error*.

Jika  $\rho=1$ , maka  $Y_t$  disebut memiliki akar unit (*unit root*) dan dikenal sebagai *random walk* (langkah acak), yang tidak stasioner pada ragam. Jika untuk  $t=0$  nilainya  $Y_0$  maka dapat ditunjukkan bahwa  $Var(Y_t) = t\sigma^2$ .  
Proses AR(1) diatas dapat juga dituliskan:

$$\Delta Y_t = (\rho - 1)Y_{t-1} + e_t$$

$$\Delta Y_t = \delta Y_{t-1} + e_t$$

dimana

$$\delta = (\rho - 1) \quad \text{dan} \quad \Delta Y_t = Y_t - Y_{t-1} \quad (\text{diferensi ordo 1})$$

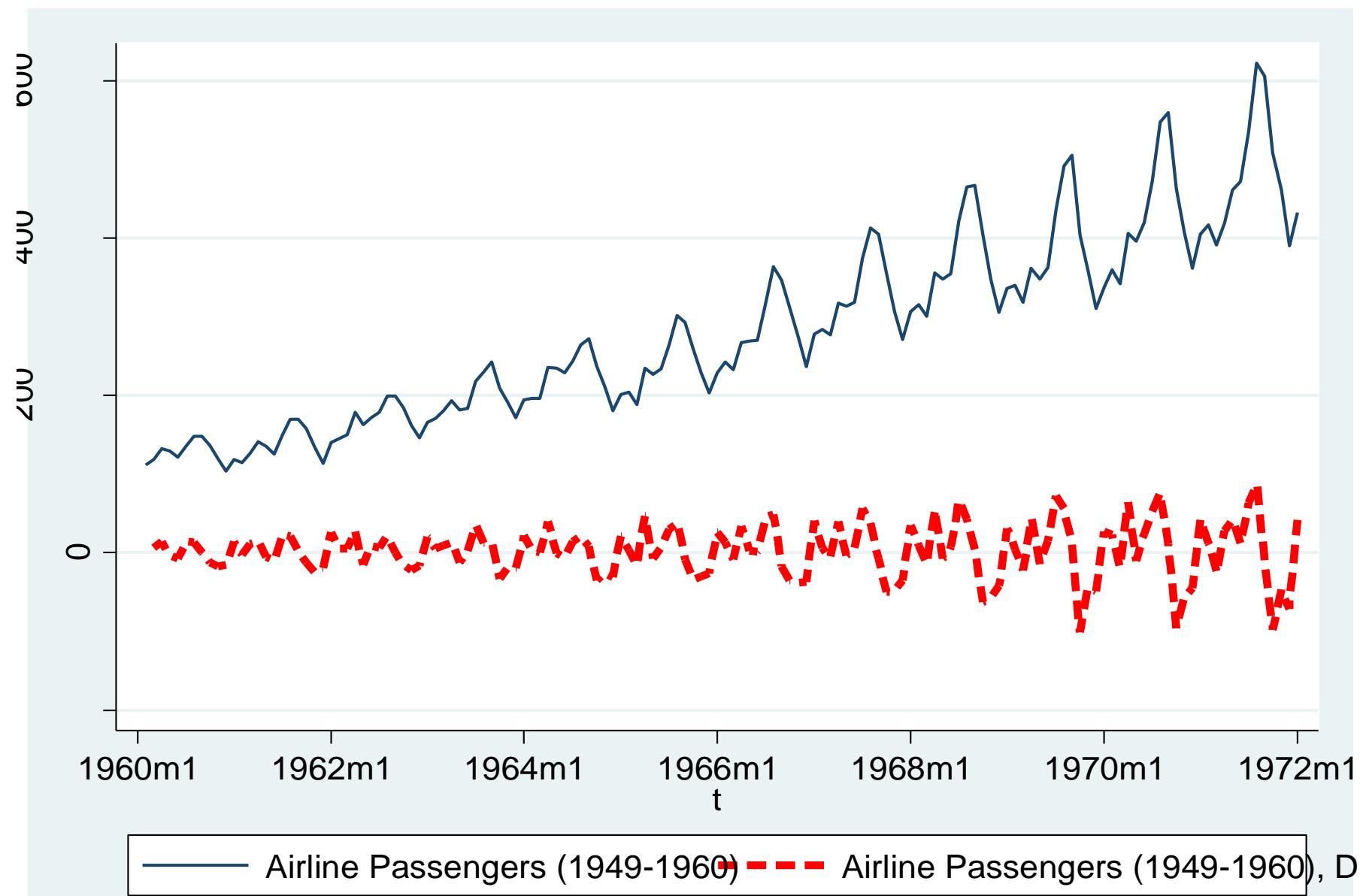
jika **data tidak stasioner pada tingkat level (data asli)** maka dapat dilakukan proses diferensi sbb:

$$\Delta Y_t = Y_t - Y_{t-1} = e_t$$

$$\begin{aligned} Y_1 &= Y_0 + e_1 \\ Y_2 &= Y_1 + e_2 = Y_0 + e_1 + e_2 \\ Y_3 &= Y_2 + e_3 = Y_0 + e_1 + e_2 + e_3 \\ Y_t &= Y_0 + \sum e_t \end{aligned}$$

$Y_t$  tidak stasioner  
(memiliki akar unit)  
jika  $\rho=1$  atau  $\delta=0$

# Grafik Jumlah Penumpang dan Datanya yang Sudah Didiferensi



## PEMERIKSAAAN KESTASIONERAN: UJI AKAR UNIT (DF-TEST)

- Pengujian Dickey–Fuller (DF) dgn nilai  $\tau$ -statistik:

$$\tau = \frac{\hat{\rho} - 1}{Se(\hat{\rho})}$$

- Hipotesis: *random walk*

$H_0 : \delta = 0$  (yg berarti  $Y_t$  tidak stasioner)

$H_1 : \delta < 0$  ( yg berati  $Y_t$  stasioner)

Note:  $\delta = \rho - 1$  dlm model  $Y_t = \rho Y_{t-1} + e_t \rightarrow \Delta Y_t = \delta Y_{t-1} + e_t$

- Jika  $\rho=1$  maka  $Y_t$  tidak stasioner; tapi  $\Delta Y_t$  (diferensiasi ordo 1) stasioner  
Berati  $Y_t$  terintegrasi dgn ordo 1 dan ditulis  $I(1)$
- Jika data menjadi stasioner setelah diferensiasi d kali, ditulis  $I(d)$ .
- Nilai  $\tau$ -statistik dibandingkan  $\tau$ -*McKinnon Critical Values*.

## PEMERIKSAAAN KESTASIONERAN: UJI AKAR UNIT (ADF-TEST)

- Korelasi serial antara residual dgn  $\Delta Y_t$ , dapat dinyatakan dalam bentuk umum proses autoregressive:

$$\Delta Y_t = \beta_1 + \beta_2 t + \delta Y_{t-1} + \alpha_1 \Delta Y_{t-1} + \alpha_2 \Delta Y_{t-2} + \dots + \alpha_p \Delta Y_{t-p} + e_t$$

- (*random walk with*) ditambah *intercept (drift)* dan *trend*
- Pengujian dengan menggunakan persamaan di atas dikenal sebagai *Augmented Dickey Fuller (ADF) test*.
- Pengujian dan aturan pengambilan keputusan atas uji ADF ini sama dengan uji DF.

*Random walk with drift*:  $Y_t = \alpha + Y_{t-1} + \varepsilon_t$

Jika  $Y_0 = 0$ , maka mengandung *trend*:  $Y_t = \alpha t + \sum_{t=0}^t \varepsilon_t$   
 $E(Y_t) = \alpha t$  dan  $\text{var}(Y_t) = t\sigma^2$

# Dickey-Fuller test for unit root ( $H_0: \delta=0$ , tdk stasioner)

. dfuller air, regress

	Number of obs = 143			
	Interpolated Dickey-Fuller			
Test Statistic	1% Critical Value	5% Critical Value	10% Critical Value	
Z(t)	-1.748	-3.496	-2.887	-2.577

MacKinnon approximate p-value for Z(t) = **0.4065** → tidak stasioner ( $H_0$ )

D.air	Coef.	Std. Err.	t	P> t	[95% Conf. Interval]
air					
L1.	<b>-0.041068</b>	.023493	-1.75	<b>0.083</b>	-.0875122 .0053761
_cons	13.7055	7.133673	1.92	0.057	-.3972781 27.80829

*random walk*  $\delta = \rho - 1$  dlm model  $Y_t = \rho Y_{t-1} + e_t \rightarrow \Delta Y_t = \delta Y_{t-1} + e_t$

. dfuller air, nocons regress

----- Interpolated Dickey-Fuller -----

	1% Critical			5% Critical			10% Critical		
Test Statistic	Value			Value			Value		
Z(t)	0.047			-2.594			-1.950		
-1.613									
D.air	Coef.	Std. Err.	t	P> t	[95% Conf. Interval]				
air									
L1.	<b>.000439</b>	.0093163	0.05	<b>0.962</b>	-.0179775 .0188555				

## Augmented Dickey-Fuller test (ditambah *intercept*, *trend* & *lags*)

. dfuller air, lags(3) trend regress

$H_0: \delta = 0$  (tidak stasioner)

$H_1: \delta < 0$  (stasioner)

Augmented Dickey-Fuller test for unit root		Number of obs = 140		
		Interpolated Dickey-Fuller -----		
Test Statistic		1% Critical Value	5% Critical Value	10% Critical Value
Z(t)	-6.936	-4.027	-3.445	-3.145

MacKinnon approximate p-value for Z(t) = 0.0000 →  $H_1: \delta < 0$  (stasioner)?

Note: random walk  $\delta = \rho - 1$  dlm model  $Y_t = \rho Y_{t-1} + e_t \rightarrow \Delta Y_t = \delta Y_{t-1} + e_t$

D.air		Coef.	Std. Err.	t	P> t	[95% Conf. Interval]
air						
L1.		- .5217089	.0752195	-6.94	0.000	- .67048 - .3729379
LD.		.5572871	.0799894	6.97	0.000	.399082 .7154923
L2D.		.095912	.0876692	1.09	0.276	- .0774825 .2693065
L3D.		.14511	.0879922	1.65	0.101	- .0289232 .3191433
_trend		1.407534	.2098378	6.71	0.000	.9925118 1.822557
_cons		44.49164	7.78335	5.72	0.000	29.09753 59.88575

Penggunaan ADF yg fleksibel → hasil uji dapat berbeda  
Oleh karenanya asumsi error model yg dihasilkan tetap diperiksa.

## PEMERIKSAAN KESTASIONERAN: UJI AKAR UNIT (PP-TEST)

- Nilai  $\tau$ -statistik dari uji PP (Philip-Perron) dapat dihitung sbb:

$$\tau = \sqrt{\frac{r_0}{h_0} t_0} - \frac{h_0 - r_0}{2h_0\sigma} \sigma_\theta$$

dimana:

$$h_0 = r_0 + 2 \sum_{r=1}^M \left(1 - \frac{j}{T}\right) r_j$$

adalah spektrum dari  $\Delta Y_t$  pada frekuensi nol,  $r_j$  adalah fungsi autokorelasi pada lag  $j$ ,  $t_0$  adalah  $\tau$ -statistik pada  $\theta$ ,  $\sigma_\theta$  adalah standar error dari  $\theta$ , dan  $\sigma$  adalah standar error uji regresi.

- Prosedur uji PP dapat diaplikasikan melalui cara yg sama dengan uji DF.

# Phillips-Perron test for unit root

. pperron air, regress

Hipotesis:  $H_0 : Y_t$  tidak stasioner  
 $H_1 : Y_t$  stasioner

Phillips-Perron test for unit root

Number of obs = 143  
 Newey-West lags = 4

----- Interpolated Dickey-Fuller -----

Test Statistic	1% Critical value	5% Critical value	10% Critical value
Z(rho)	-6.564	-19.943	-13.786
Z(t)	-1.844	-3.496	-2.887

MacKinnon approximate p-value for Z(t) = 0.3588 → tidak stasioner ( $H_0$ )  
 model  $Y_t = a + \rho Y_{t-1} + e_t$

	Coef.	Std. Err.	t	P> t	[95% Conf. Interval]
air					
L1.	.958932	.023493	40.82	0.000	.9124878 1.005376
_cons	13.7055	7.133673	1.92	0.057	-.3972781 27.80829

. test L1.air=1

( 1 ) L.air = 1

F( 1, 141) = 3.06, Prob > F = 0.0826

# Phillips-Perron test for unit root

. pperron air, nocons regress

Hipotesis:  $H_0 : Y_t$  tidak stasioner  
 $H_1 : Y_t$  stasioner

Phillips-Perron test for unit root

Number of obs = 143

Newey-West lags = 4

Test Statistic	Interpolated Dickey-Fuller			
	1% Critical Value	5% Critical Value	10% Critical Value	
Z(rho)	0.005	-13.386	-7.929	-5.629
Z(t)	0.004	-2.594	-1.950	-1.613

model  $Y_t = \rho Y_{t-1} + e_t$

	Coef.	Std. Err.	t	P> t	[95% Conf. Interval]
air					
air	1.000439	.0093163	107.39	0.000	.9820225 1.018856

. test L1.air=1

( 1) L.air = 1

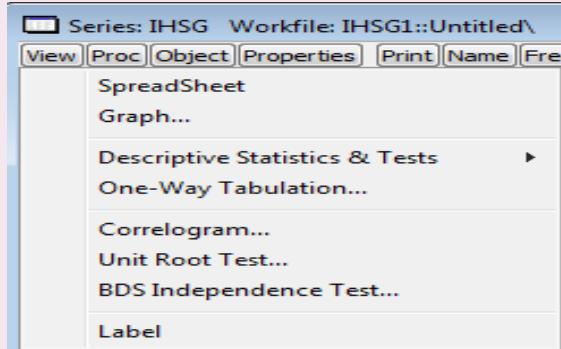
F( 1, 142) = 0.00

Prob > F = 0.9625

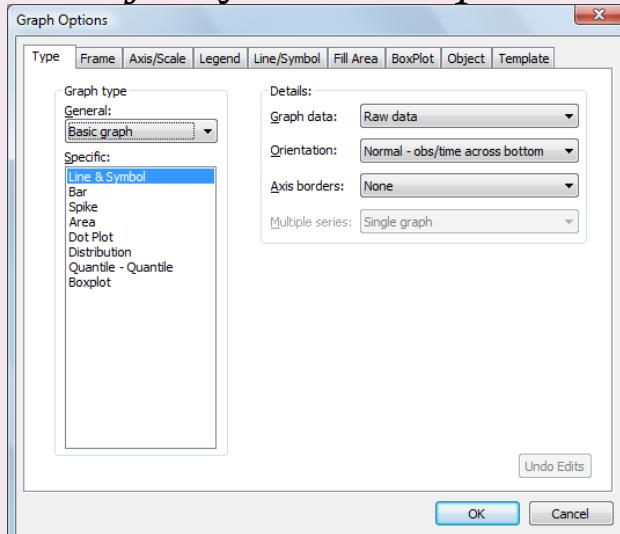
# RINGKASAN PROSEDUR E VIEWS UNTUK PEMERIKSAAN KESTASIONERAN

## Trend Data

- Dari *workfile* klik *View*.



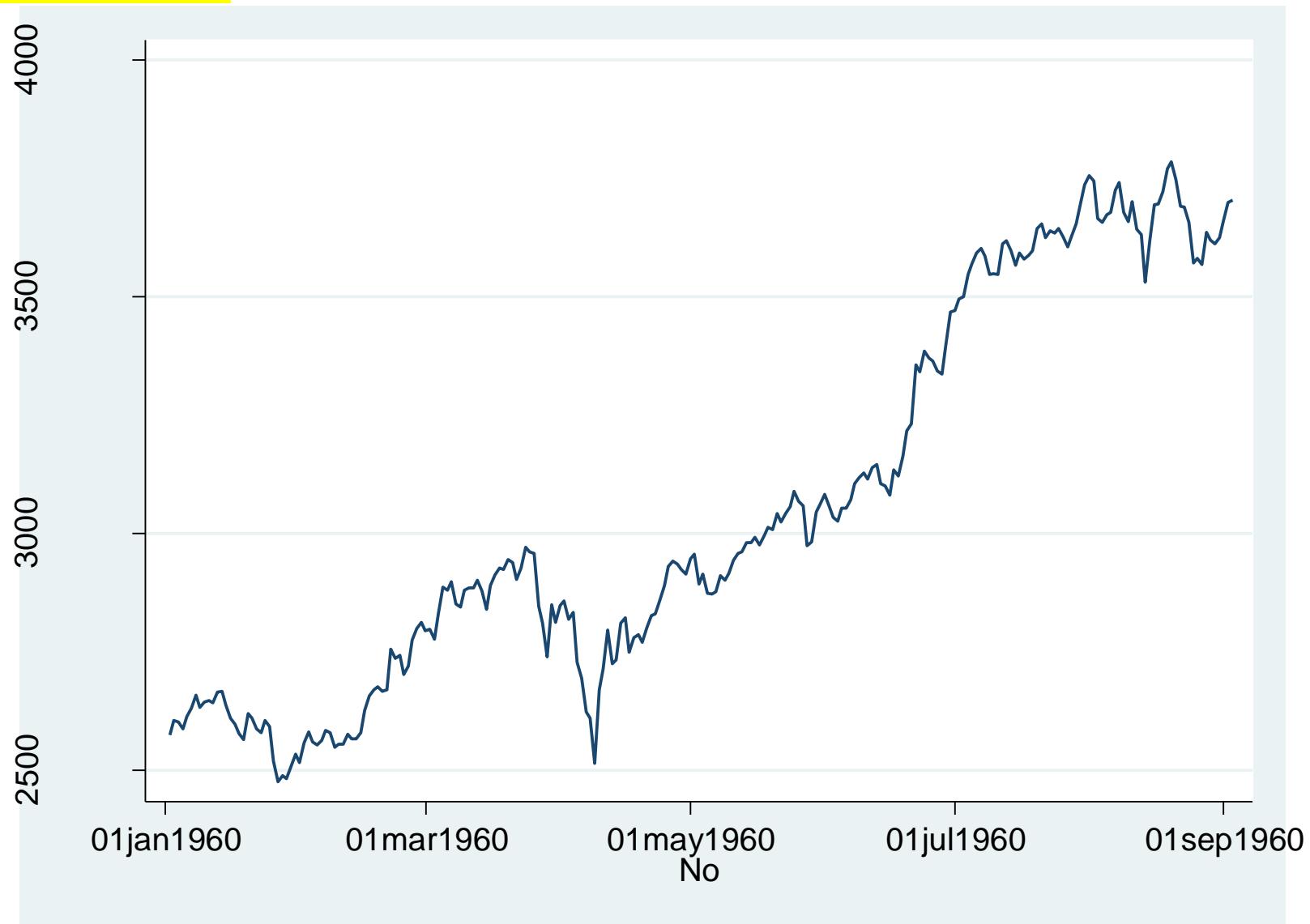
- Selanjutnya klik *Graph*:



- Lakukan semua pilihan seperti gambar disamping.
- Klik OK, akan diperoleh grafik data

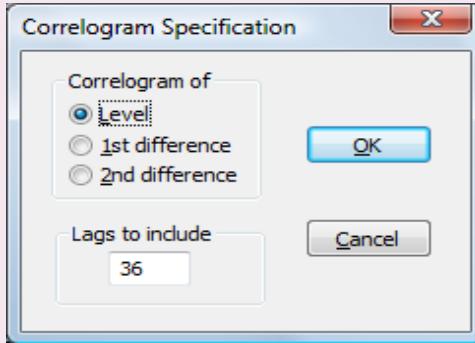
# Indeks Harga Saham Gabungan (IHSG)

. two way (tsline IHSG)



## Autokorelasi dan Koreogram

- Dari menu *View*, klik *Correlogram*. Muncul tampilan berikut:



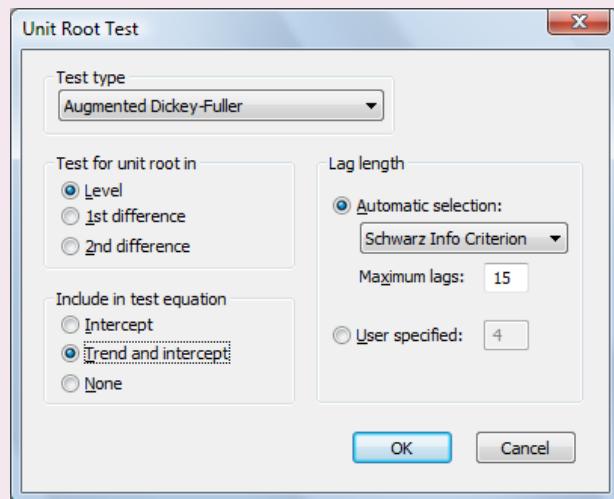
- Gunakan terlebih dahulu pilihan *level* pada *correlogram of*. Pilihan *Lag to include* = 36 (*by default*).
- Klik *OK*. Akan muncul output koreogram

Contoh output  
koreogram

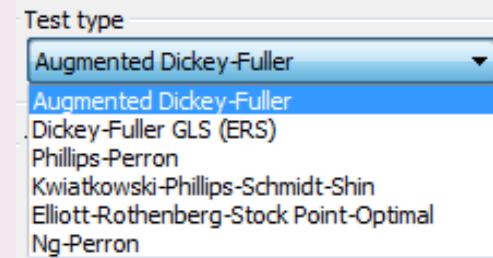
	Autocorrelation	Partial Correlation	AC	PAC	Q-Stat	Prob
1	0.987	0.987	242.48	0.000		
2	0.974	0.012	479.72	0.000		
3	0.962	0.003	711.88	0.000		
4	0.951	0.065	939.87	0.000		
5	0.941	0.017	1164.0	0.000		
6	0.931	0.006	1384.3	0.000		
7	0.922	0.021	1601.2	0.000		
8	0.913	0.036	1815.0	0.000		
9	0.905	-0.009	2025.7	0.000		
10	0.896	-0.001	2233.4	0.000		
11	0.886	-0.056	2437.2	0.000		
12	0.874	-0.073	2636.5	0.000		
13	0.862	-0.045	2830.8	0.000		
14	0.847	-0.101	3019.3	0.000		
15	0.831	-0.046	3201.7	0.000		
16	0.816	0.005	3378.5	0.000		
17	0.802	0.003	3550.0	0.000		
18	0.788	-0.042	3716.2	0.000		
19	0.774	0.018	3877.4	0.000		
20	0.761	0.014	4033.9	0.000		
21	0.750	0.057	4186.4	0.000		
22	0.737	-0.068	4334.3	0.000		
23	0.724	0.022	4477.6	0.000		
24	0.710	-0.028	4616.0	0.000		
25	0.696	0.003	4749.7	0.000		
26	0.681	-0.027	4878.2	0.000		
27	0.664	-0.073	5001.2	0.000		
28	0.649	0.021	5119.0	0.000		
29	0.634	-0.002	5231.9	0.000		
30	0.619	-0.012	5340.1	0.000		
31	0.603	-0.058	5443.4	0.000		
32	0.588	-0.013	5541.8	0.000		
33	0.571	-0.043	5635.4	0.000		
34	0.555	-0.026	5724.0	0.000		
35	0.539	0.024	5808.2	0.000		
36	0.525	0.036	5888.2	0.000		

# Uji Akar Unit

- Dari menu *View*, klik *Unit Root Test*. Muncul tampilan berikut:



Tentukan jenis uji.  
Pilihannya lihat gambar  
samping kanan



Contoh Output Uji Akar  
Unit (ADF test)

Null Hypothesis: IHSG has a unit root  
Exogenous: Constant, Linear Trend  
Lag Length: 0 (Automatic based on SIC, MAXLAG=15)

	t-Statistic	Prob.*
Augmented Dickey-Fuller test statistic	-2.454606	0.3506
Test critical values:		
1% level	-3.995956	
5% level	-3.428273	
10% level	-3.137529	

\*MacKinnon (1996) one-sided p-values.

## Augmented Dickey-Fuller test (ditambah *intercept*, *trend*)

. dfuller IHSG, trend regress

$H_0: \delta = 0$  (tidak stasioner)

$H_1: \delta < 0$  (stasioner)

Dickey-Fuller test for unit root		Number of obs = 245		
		----- Interpolated Dickey-Fuller -----		
Test Statistic		1% Critical Value	5% Critical Value	10% Critical Value
Z(t)	-2.353	-3.992	-3.431	-3.131

MacKinnon approximate p-value for Z(t) = 0.4047

Note: random walk  $\delta = \rho - 1$  dlm model  $Y_t = \rho Y_{t-1} + e_t \rightarrow \Delta Y_t = \delta Y_{t-1} + e_t$

D.IHSG		Coef.	Std. Err.	t	P> t	[95% Conf. Interval]
IHSG						
L1.		-.0412438	.0175257	-2.35	0.019	-.0757663 -.0067213
_trend		.2346893	.0982602	2.39	0.018	.0411348 .4282438
_cons		101.6274	42.37552	2.40	0.017	18.15545 185.0993

Penggunaan ADF yg fleksibel → hasil uji dapat berbeda  
Oleh karenanya asumsi error model yg dihasilkan tetap diperiksa.

## Augmented Dickey-Fuller test (ditambah *intercept*, *trend*)

. dfuller IHSG, regress

$H_0: \delta = 0$  (tidak stasioner)

$H_1: \delta < 0$  (stasioner)

Dickey-Fuller test for unit root		Number of obs = 245		
Test Statistic		Interpolated Dickey-Fuller -----		
		1% Critical Value	5% Critical Value	10% Critical Value
Z(t)	-0.308	-3.462	-2.880	-2.570

MacKinnon approximate p-value for Z(t) = 0.9244

Note: random walk  $\delta = \rho - 1$  dlm model  $Y_t = \rho Y_{t-1} + e_t \rightarrow \Delta Y_t = \delta Y_{t-1} + e_t$

D.IHSG	Coef.	Std. Err.	t	P> t	[95% Conf. Interval]
IHSG					
L1.	-0.0018343	.0059646	-0.31	0.759	-.0135832 .0099145
_cons	10.207	18.35828	0.56	0.579	-25.95468 46.36868

Penggunaan ADF yg fleksibel → hasil uji dapat berbeda  
Oleh karenanya asumsi error model yg dihasilkan tetap diperiksa.

# Phillips-Perron test for unit root

. pperron IHSG, regress

Hipotesis:  $H_0 : Y_t$  tidak stasioner  
 $H_1 : Y_t$  stasioner

Phillips-Perron test for unit root

Number of obs = 245  
Newey-West lags = 4

----- Interpolated Dickey-Fuller -----

Test Statistic	1% Critical value	5% Critical value	10% Critical value
Z(rho)	-0.391	-20.283	-13.990
Z(t)	-0.275	-3.462	-2.880

MacKinnon approximate p-value for Z(t) = 0.9290

model  $Y_t = \rho Y_{t-1} + e_t$

IHSG	Coef.	Std. Err.	t	P> t	[95% Conf. Interval]
IHSG					
L1.	.9981657	.0059646	167.35	0.000	.9864168 1.009915
_cons	10.207	18.35828	0.56	0.579	-25.95468 46.36868

. test L.IHSG=1

( 1 ) L.IHSG = 1

F( 1, 243) = 0.09

Prob > F = 0.7587