

Model Data Panel Dinamis

oleh

Bambang Juanda

Departemen Ilmu Ekonomi, FEM IPB

<https://bambangjuanda.com/>

Model Data Panel Dinamis

$$y_{it} = \delta y_{i,t-1} + x'_{it} \beta + u_{it} ; i = 1, \dots, N ; t = 1, \dots, T \quad (1)$$

$$y_{it} = \gamma y_{i,t-1} + \beta' x_{it} + \alpha_i^* + \lambda_t + \varepsilon_{it}$$

δ merupakan suatu skalar, x'_{it} adalah vektor baris berukuran K dan β merupakan vektor kolom berukuran K .

u_{it} diasumsikan mengikuti model *one way component error*, $u_{it} = \mu_i + v_{it}$ dengan $\mu_i \sim IID (0, \sigma_\mu^2)$ menyatakan pengaruh individu dan $v_{it} \sim IID (0, \sigma_v^2)$ menyatakan gangguan yang saling bebas satu sama lain.

Autokorelasi karena adanya lag variabel dependen sebagai regresor dan efek individu yang mencirikan heterogenitas di antara individu.

y_{it} adalah fungsi dari μ_i maka $y_{i,t-1}$ juga merupakan fungsi dari μ_i sehingga akan terjadi **korelasi antara variabel regresor $y_{i,t-1}$ dengan u_{it} yang menyebabkan penduga PLS akan menjadi bias dan inkonsisten** meskipun v_{it} tidak berkorelasi sekalipun. Hal ini menyebabkan **masalah endogeneity** sehingga apabila model diestimasi dengan pendekatan *fixed effects* maupun *random effects* akan menghasilkan penduga yang bias dan tidak konsisten.

Model Data Panel Dinamis

Masalah *endogeneity* dapat menghasilkan penduga yang bias dan tidak konsisten ketika ada *lag* variabel dependen.

Arellano dan Bond (1991) mengusulkan **pendekatan Generalized Method of Moment (GMM)**.

Terdapat dua alasan untuk menggunakan pendekatan GMM.

- 1) GMM merupakan **common estimator** dan memberikan kerangka **untuk perbandingan dan penilaian**.
- 2) GMM memberikan alternatif yang sederhana terhadap estimator lainnya, terutama terhadap *maximum likelihood*.

Namun demikian, penduga GMM juga tidak terlepas dari kelemahan, diantaranya:

- (i) estimator GMM adalah **asymptotically efficient jika ukuran sampel besar**, tetapi kurang efisien jika ukuran sampel terbatas (*finite*); dan
- (ii) estimator ini terkadang **memerlukan sejumlah implementasi pemrograman** sehingga dibutuhkan suatu perangkat lunak (**software**) yang mendukung aplikasi pendekatan GMM.

Ada dua metode estimasi yang lazim digunakan dalam kerangka GMM, yaitu:

1. *First-differences* GMM (FD-GMM) atau *Arellano-Bond* GMM (AB-GMM)
2. *System* GMM (SYS-GMM)

1. First-differences GMM (FD-GMM) atau Arellano-Bond GMM (AB-GMM)

Arellano dan Bond (1991) berpendapat bahwa **instrumen tambahan** dapat diperoleh dalam model data panel dinamis apabila menggunakan kondisi ortogonalitas (tidak ada korelasi dengan *error term*) yang ada di antara nilai *lag* dari y_{it} dan gangguan v_{it} . Persamaan dinamis tanpa variabel regresor dapat dijabarkan sebagai berikut (*initial model*):

$$y_{it} = \delta y_{i,t-1} + u_{it}; i = 1, \dots, N; t = 1, \dots, T. \quad u_{it} = \mu_i + v_{it} \quad (2)$$

dengan $\mu_i \sim IID(0, \sigma_\mu^2)$ dan $v_{it} \sim IID(0, \sigma_v^2)$, saling bebas satu sama lain. Untuk mendapatkan estimasi δ yang konsisten untuk $N \rightarrow \infty$ dengan T tetap, Persamaan (2) ditransformasi ke dalam **bentuk first difference untuk menghilangkan efek individu** (*transformed model*).

$$y_{it} - y_{i,t-1} = \delta (y_{i,t-1} - y_{i,t-2}) + (v_{it} - v_{i,t-1}) \quad (3)$$

$(v_{it} - v_{i,t-1})$ adalah MA(1) dengan akar unit.

Pendugaan dengan metode PLS (2) akan menghasilkan penduga δ yang inkonsisten karena $y_{i,t-1}$ dan $v_{i,t-1}$ berkorelasi, bahkan untuk $T \sim \infty$. Oleh karena itu, **transformasi menggunakan first-difference ini dapat menggunakan suatu pendekatan variabel instrumen**. Sebagai contoh, $y_{i,t-2}$ akan digunakan sebagai instrumen. $y_{i,t-2}$ berkorelasi dengan $(y_{i,t-1} - y_{i,t-2})$ tetapi tidak berkorelasi dengan $v_{i,t-1}$ dan v_{it} tidak berkorelasi serial.

Penduga AB-GMM dapat terkendala oleh bias sampel terbatas (Blundell dan Bond, 1998). Keberadaan bias sampel terbatas dapat dideteksi dengan mengkomparasi hasil AB-GMM dengan penduga alternatif dari parameter autoregresif. Dalam AR(1), **pooled least square akan memberikan suatu estimasi dengan bias ke atas (biased upward)** dengan keberadaan pengaruh individu (*individual-specific effect*). Di sisi lain **fixed effect akan memberikan dugaan dengan bias ke bawah (biased downward)**. Selanjutnya penduga **konsisten dapat diekspektasi di antara penduga pooled least square atau fixed effect**. Bila penduga AB-GMM dekat atau dibawah penduga *fixed effect* maka kemungkinan penduga AB-GMM akan *biased downward* yang dapat disebabkan oleh lemahnya instrumen

2. System GMM (SYS-GMM)

Blundell dan Bond (1998) menyatakan **pentingnya pemanfaatan *initial condition* dalam menghasilkan penduga yang efisien dari model data panel dinamis ketika T berukuran kecil**. SYS-GMM dapat mengatasi masalah *weak instruments* pada estimator FD-GMM. Misalkan model autoregresif data panel dinamis berikut tanpa regresor *exogenous*:

$$y_{it} = \delta y_{i,t-1} + \mu_i + \nu_{it} \quad (4)$$

dengan $E(\mu_i) = 0$, $E(\nu_{it}) = 0$ dan $E(\mu_i \nu_{it}) = 0$ untuk $i = 1, \dots, N$; $t = 1, \dots, T$. Blundell dan Bond (1998) fokus pada $T = 3$ dan oleh karena itu hanya terdapat satu kondisi ortogonal yang diberikan oleh $E(y_{1i} \Delta \nu_{i3}) = 0$ sehingga δ dapat teridentifikasi (*just identified*). Tahap pertama dari regresi variabel instrumen diperoleh dengan meregresikan Δy_{i2} terhadap y_{i1} .

Blundell dan Bond **menghubungkan bias dan presisi yang buruk dari estimator FD-GMM dengan instrumen yang lemah dan dicirikan dengan konsentrasi parameternya**. Selanjutnya, Blundell dan Bond menunjukkan bahwa pembatasan stasioneritas ringan tambahan pada proses kondisi awal memungkinkan penggunaan estimator SYS-GMM diperluas **menggunakan perbedaan *lag* dari y_{it} sebagai instrumen untuk persamaan di tingkat level, selain tingkat *lag* dari y_{it} sebagai instrumen untuk persamaan dalam *first differences***. Penduga SYS-GMM terbukti memiliki peningkatan efisiensi dibandingkan dengan FD-GMM karena $\delta \rightarrow 1$ dan $(\sigma_\mu^2 / \sigma_u^2)$ meningkat (Baltagi 2005).

Tahapan Standar Menentukan Model Panel Dinamis “Terbaik”

Metode estimasi FD-GMM dan SYS-GMM terdiri atas **model one-step dan two-step**.

Model two step lebih efisien dan robust standard error terhadap heteroskedastisitas dan autokorelasi (Roodman 2009)

Tiga kriteria untuk menentukan model GMM terbaik:

- (1) Instrumen valid, yaitu apabila tidak ada korelasi antara variabel instrumen dengan komponen *error*.
- (2) Konsisten yang diperiksa menggunakan uji autokorelasi untuk mengetahui konsistensi dari hasil estimasi.
- (3) Tidak bias, di antara penduga FEM dengan penduga PLS.

Tahapan menentukan model “terbaik” (standar):

1. Uji spesifikasi model panel dinamis. Estimasi dilakukan dengan **metode FD-GMM**, kemudian dilakukan **uji validitas instrumen** menggunakan uji Sargan **dan konsistensi instrumen** yang digunakan menggunakan uji Arellano Bond. Uji Sargan untuk mengidentifikasi validitas keseluruhan variabel instrumen yang jumlahnya melebihi jumlah parameter yang diduga (*kondisi over-identifying*) dengan hipotesis nol yaitu instrumen valid (*over-identifying restrictions are valid*, variabel instrumen tidak berkorelasi dengan *error*). Selain untuk menguji validitas variabel instrumen, uji ini digunakan juga untuk melihat apakah data residual estimasi GMM terjadi homoskedastisitas. Uji Arellano Bond digunakan untuk memastikan *error term* tidak berkorelasi serial pada AR(2) sehingga estimasi yang diperoleh konsisten dengan hipotesis nol yaitu tidak terdapat autokorelasi. Hasil yang diharapkan adalah tidak menolak hipotesis nol dengan taraf nyata 5% pada kedua pengujian tersebut. Dengan demikian, kesimpulan yang baik dapat disusun dari hasil spesifikasi model (Arellano dan Bond 1991; Arellano dan Bover 1995; Blundell dan Bond 1998; Osabuohien *et al.* 2015; Adeleye *et al.* 2017).
2. **Jika hasil uji tidak memperoleh estimator yang tidak bias** dan instrumen yang valid sekaligus konsisten pada metode FD-GMM, maka akan dilanjutkan **dengan penggunaan metode SYS-GMM** (Blundell dan Bond 1998). **Konsistensi** estimator SYS-GMM juga dinilai **dengan dua uji spesifikasi** yaitu uji Sargan dan uji Arellano Bond pada AR(2). Pengujian autokorelasi pada AR(2) lebih penting karena akan mendeteksi autokorelasi dalam tingkat level (Mileva 2007). Setelah mendapatkan teknik estimasi model data panel dinamis terbaik, analisis data **dilanjutkan dengan uji Ramsey Regression Equation Specification Error Test (RESET)** untuk memastikan bahwa apakah terdapat **omitted variable** dalam model. Hipotesis nol yaitu model tidak memiliki *omitted variable* pada taraf nyata 5%.

Fitur Tambahan Model Data Panel Dinamis

- $y_{it} = \delta y_{i,t-1} + x'_{it}\beta + u_{it}; i = 1, \dots, N; t = 1, \dots, T$ (1)
- Panel dinamis (adanya L.y) untuk melihat (kecepatan) kekonvergenan nilai Y antar panel (entitas)
- Pengaruh jangka pendek (koef X)
- Pengaruh jangka panjang (koef X --> Y --> Y_{t+1..dst}), yaitu pengaruh jangka pendek diakumulasi melalui koef L1.Y

Adaptive *Expectation* Model → L1.Y

$$Y_t = \alpha + \beta X_t^* + \varepsilon_t; \quad \Delta Y \text{ berkaitan dengan } \Delta X \text{ yang diharapkan}$$

Y : Permintaan Uang, **Konsumsi, Supply**

X*: Tingkat bunga normal (yang diharapkan), **permanent income, expected price**

Ekspektasi diasumsikan berubah setiap waktu, yang direvisi dengan penyesuaian antara pengamatan sekarang dengan nilai harapan periode sebelumnya

$$X_t^* - X_{t-1}^* = \theta(X_t - X_{t-1}^*); \quad 0 < \theta < 1$$

$$\text{atau } (1) \dots X_t^* = \theta X_t + (1 - \theta) X_{t-1}^* \rightarrow \begin{array}{l} \text{Rata-rata} \\ \text{terboboti....(1)} \end{array}$$

*) disebut juga “progresive expectation atau error learning hypothesis”

$$Y_t = \alpha\theta + (1 - \theta)Y_{t-1} + \beta\theta X_t + \nu_t; \quad \nu_t = \varepsilon_t - (1 - \theta)\varepsilon_{t-1}$$

Supaya mirip dengan geometrik lag yang memungkinkan pendugaan → kalikan $(1-\theta)^s$

$$(1-\theta)X_{t-1}^* = \theta(1-\theta)X_{t-1} + (1-\theta)^2 X_{t-2}^*$$

$$(1-\theta)^2 X_{t-2}^* = \theta(1-\theta)^2 X_{t-2} + (1-\theta)^3 X_{t-3}^* \quad \dots(2)$$

⋮

Subtitusikan (2) ke (1) dst..., sehingga :

$$X_t^* = \theta[X_t + (1-\theta)X_{t-1} + (1-\theta)^2 X_{t-2} + \dots] = \theta \sum_{s=0}^{\infty} (1-\theta)^s X_{t-s}$$

Note : $\theta \sum (1-\theta)^s = 1$ dan $Y_t = \alpha + \beta \theta \sum_{s=0}^{\infty} (1-\theta)^s X_{t-s} + \varepsilon_t$ Identik dengan yang terdahulu
(geometrik lag)

$$Y_t = \alpha \theta + (1-\theta)Y_{t-1} + \beta \theta X_t + \nu_t ; \quad \nu_t = \varepsilon_t - (1-\theta)\varepsilon_{t-1}$$

Ilustrasi Data Panel untuk Model Dinamis: Determinan Faktor untuk Output Provinsi

	province	year	realgdp	population	investment	hdi
1	Aceh	2009	96772.8	1.7e+06	81.2	66.69
2	Aceh	2010	101545	1.8e+06	45.5	67.09
3	Aceh	2011	104874	1.8e+06	281.9	67.45
4	Aceh	2012	108915	1.8e+06	232.5	67.81
5	Aceh	2013	111756	1.8e+06	3730.6	68.3
6	Aceh	2014	113488	1.9e+06	5141.4	68.81
7	Aceh	2015	112672	2.0e+06	4213.6	69.45
8	Aceh	2016	116387	2.1e+06	2590.59	70
9	Sumut	2009	311576	5.8e+06	2200.4	66.66
10	Sumut	2010	331085	6.1e+06	843.8	67.09
11	Sumut	2011	353148	5.5e+06	2426.7	67.34
12	Sumut	2012	375924	5.9e+06	3195.6	67.74
13	Sumut	2013	398727	6.1e+06	5956.4	68.36
14	Sumut	2014	419573	5.9e+06	4774.7	68.87
15	Sumut	2015	440956	6.0e+06	5533.51	69.51
16	Sumut	2016	463775	6.2e+06	5878.89	70
17	Sumbar	2009	99136	2.0e+06	460.5	67.16
18	Sumbar	2010	105018	2.0e+06	81.7	67.25
19	Sumbar	2011	111679	2.1e+06	1049.1	67.81
20	Sumbar	2012	118724	2.1e+06	960.3	68.36
21	Sumbar	2013	125941	2.1e+06	769.2	68.91
22	Sumbar	2014	133316	2.2e+06	533.2	69.36
23	Sumbar	2015	140529	2.2e+06	1609.62	69.98
24	Sumbar	2016	148111	2.4e+06	3874.85	70.73
25	Riau	2009	374548	2.1e+06	3637.6	68.17
26	Riau	2010	388578	2.2e+06	1123.7	68.65
27	Riau	2011	410216	2.3e+06	7674.9	68.9
28	-	2012	425606	2.4e+06	6602.3	69.15

Variables

Filter variables here

<input checked="" type="checkbox"/> Name	Label
<input checked="" type="checkbox"/> province	
<input checked="" type="checkbox"/> year	Tahun
<input checked="" type="checkbox"/> realgdp	PDRB ADHK2010 (miliar Rp)
<input checked="" type="checkbox"/> population	jiwa
<input checked="" type="checkbox"/> investment	PMDN & PMA (miliar Rp)
<input checked="" type="checkbox"/> hdi	IPM

Variables Snapshots

Properties

Variables

Name	province
Label	
Type	str9
Format	%9s
Value label	
Notes	

Data

Filename	Provinsi.dta
Label	
Notes	

xtset prov year

panel variable: prov (strongly balanced)

time variable: year, 2009 to 2016

delta: 1 unit

gen lrealgdp = log(realgdp)

gen lpopulation = log(population)

gen linvestment = log(investment)

gen lhdi = log(hdi)

1. Validitas instrumen

uji instrumen yang digunakan (overidentifying restrictions) valid (H_0) ?

estat sargan

2. Konsistensi: Arellano-Bond test for zero autocorrelation in first-differenced errors

estat abond

Note: not computed for one-step system estimator with vce(gmm) --> dgn vce(robust)

xtabond lrealgdp lpopulation linvestment lhdi, lags(1) artests(2) vce(robust)

Arellano-Bond estimation (koef sama?) disesuaikan dgn vce(robust)

estimates store SE_robust

estimates table fdgmm SE_robust, star stats(N r2 r2_a)

estat abond H_0 : tdk ada autokorelasi → ordo 2 harus tidak signifikan (konsisten)

3. Ketidak-biasan: dibandingkan dgn FEM & PLS

xtabond lrealgdp lpopulation linvestment lhdi, lags(1) artests(2) vce(robust)

estimates store fdgmm

xtreg lrealgdp L1.lrealgdp lpopulation linvestment lhdi, fe

estimates store fem

regress lrealgdp L1.lrealgdp lpopulation linvestment lhdi

estimates store pls

estimates table fem fdgmm pls, star stats(N r2 r2_a)

rule of thumb: Ketidak-biasan dipenuhi jika koef L.Y FDGMM diantaranya FEM & PLS

**xtabond lrealgdp lpopulation linvestment lhdi, lags(1) artests(2)
estimates store fdgmm**

Arellano-Bond dynamic panel-data estimation
 Group variable: prov
 Time variable: year

Number of obs	=		198
Number of groups	=		33
Obs per group:			
	min =		6
	avg =		6
	max =		6
Number of instruments	=	25	Wald chi2(4) = 7186.10
			Prob > chi2 = 0.0000

One-step results

lrealgdp	Coef.	Std. Err.	z	P> z	[95% Conf. Interval]
lrealgdp L1.	.5913102	.0706106	8.37	0.000	.452916 .7297044
lpopulation	.0881693	.0583932	1.51	0.131	-.0262794 .2026179
linvestment	.0012837	.00223	0.58	0.565	-.003087 .0056545
lhdi	2.145179	.4256184	5.04	0.000	1.310982 2.979376
_cons	-5.495832	1.267583	-4.34	0.000	-7.98025 -3.011415

Instruments for differenced equation

GMM-type: L(2/..).lrealgdp

Standard: D.lpopulation D.linvestment D.lhdi

Instruments for level equation

Standard: _cons

Uji Instrumen yg Digunakan (overidentifying restrictions) valid (H_0)

. **estat sargan**

Sargan test of overidentifying restrictions

H_0 : overidentifying restrictions are valid

chi2(20) = 28.81617

Prob > chi2 = 0.0914

Uji Konsistensi: Arellano-Bond test for zero autocorrelation in first-differenced errors

. **estat abond** //harus vce(robust), ordo 2 tidak signifikan

artests not computed for one-step system estimator with vce(gmm)

xtabond lrealgdp lpopulation linvestment lhdi, lags(1) artests(2) vce(robust) //default A-Bond estimation dgn FD_GMM
estimates store SE_robust

Arellano-Bond dynamic panel-data estimation
 Group variable: prov
 Time variable: year

Number of obs	=	198
Number of groups	=	33
Obs per group:		
	min =	6
	avg =	6
	max =	6
Number of instruments	=	25
	Wald chi2(4)	= 1758.42
	Prob > chi2	= 0.0000
One-step results		
(Std. Err. adjusted for clustering on prov)		

lrealgdp	Coef.	Robust				[95% Conf. Interval]
		Std. Err.	z	P> z		
lrealgdp						
L1.	.5913102	.156185	3.79	0.000	.2851933	.8974271
lpopulation						
linvestment	.0881693	.0728684	1.21	0.226	-.0546501	.2309886
lhdi	.0012837	.0012632	1.02	0.310	-.0011921	.0037596
_cons	-5.495832	2.499223	-2.20	0.028	-10.39422	-.5974461

Instruments for differenced equation

GMM-type: L(2/.) lrealgdp

Standard: D.lpopulation D.linvestment D.lhdi

Instruments for level equation

Standard: _cons

```

xtabond lrealgdp lpopulation linvestment lhdi, lags(1) artests(2)
    //default Arellano-Bond estimation dgn FD_GMM, nambah L.y, SE-standard
estimates store fdgmm

```

```

xtabond lrealgdp lpopulation linvestment lhdi, lags(1) artests(2) vce(robust)
estimates store SE_robust
estimates table fdgmm SE_robust, star stats(N r2 r2_a)

```

Variable	fdgmm	SE_robust
lrealgdp L1.	.59131018***	.59131018***
lpopulation	.08816925	.08816925
linvestment	.00128373	.00128373
lhdi	2.1451789***	2.1451789*
_cons	-5.4958323***	-5.4958323*
N	198	198
r2		
r2_a		

legend: * p<0.05; ** p<0.01; *** p<0.001

Uji Konsistensi: Arellano-Bond test for zero autocorrelation in first-differenced errors

```
xtabond lrealgdp lpopulation linvestment lhdi, lags(1) artests(2) vce(robust)  
.estat abond //H0: Tdk ada autokorelasi ordo 2 (konsisten)  
H1: Ada autokorelasi ordo 2 (tidak konsisten)
```

Arellano-Bond test for zero autocorrelation in first-differenced errors

Order	z	Prob > z
1	-1.3354	0.1817
2	-.65579	0.5120

H₀: no autocorrelation

3. **Ketidak-biasan**: dibandingkan dgn FEM & PLS, 2-step

```
xtabond lrealgdp lpopulation linvestment lhdi, lags(1) twostep artests(2)
estat abond
estat sargan
xtabond lrealgdp lpopulation linvestment lhdi, lags(1) artests(2)
```

Praktis: Ketidak-biasan dipenuhi jika koef L.Y FDGMM diantaranya FEM & PLS

```
xtabond lrealgdp lpopulation linvestment lhdi, lags(1) artests(2)
estimates store fdgmm
xtreg lrealgdp L1.lrealgdp lpopulation linvestment lhdi, fe
estimates store fem
regress lrealgdp L1.lrealgdp lpopulation linvestment lhdi
estimates store pls
estimates table fdgmm fem pls, star stats(N r2 r2_a)
*Tidak Bias, tapi koef L.Y FDGMM hampir berdekatan dengan FEM --> coba dgn sistem gmm (gmm yg ke-2)
```

**xtreg lrealgdp L1.lrealgdp lpopulation linvestment lhdi, fe
estimates store fem**

Fixed-effects (within) regression
Group variable: prov

Number of obs = 231
Number of groups = 33

R-sq:

within = 0.9561
between = 0.9767
overall = 0.9749

Obs per group:

corr(u_i, Xb) = 0.8730

min = 7
avg = 7.0
max = 7

F(4, 194) = 1056.35
Prob > F = 0.0000

	Coef.	Std. Err.	t	P> t	[95% Conf. Interval]
lrealgdp					
lrealgdp	.5904094	.0393207	15.02	0.000	.5128584 .6679603
L1.					
lpopulation	.0633353	.0607422	1.04	0.298	-.0564644 .1831351
linvestment	-.0004061	.0022098	-0.18	0.854	-.0047644 .0039522
lhdi	2.277373	.2664576	8.55	0.000	1.751847 2.802898
_cons	-5.670553	.901919	-6.29	0.000	-7.449379 -3.891728
sigma_u	.38200851				
sigma_e	.02691074				
rho	.99506195	(fraction of variance due to u_i)			

F test that all u_i=0: F(32, 194) = 6.08

Prob > F = 0.0000

regress lrealgdp L1.lrealgdp lpopulation linvestment lhdi
estimates store pls

Source	SS	df	MS	Number of obs	=	231
Model	315.225777	4	78.8064443	F(4, 226)	=	63286.12
Residual	.28142435	226	.00124524	Prob > F	=	0.0000
Total	315.507201	230	1.37177044	R-squared	=	0.9991
				Adj R-squared	=	0.9991
				Root MSE	=	.03529

lrealgdp	Coef.	Std. Err.	t	P> t	[95% Conf. Interval]
lrealgdp					
L1.	.9909137	.0054218	182.77	0.000	.98023 1.001597
lpopulation	.0048411	.0050683	0.96	0.341	-.005146 .0148283
linvestment	-.0001904	.0018465	-0.10	0.918	-.0038289 .0034481
lhdi	-.012633	.0414983	-0.30	0.761	-.0944062 .0691401
_cons	.1485322	.1747281	0.85	0.396	-.1957723 .4928368

```

xtabond lrealgdp lpopulation linvestment lhdi, lags(1) artests(2) vce(robust) //dapat juga dgn SE default
estimates store fdgmm
xtreg lrealgdp L1.lrealgdp lpopulation linvestment lhdi, fe
estimates store fem
regress lrealgdp L1.lrealgdp lpopulation linvestment lhdi
estimates store pls
estimates table fem fdgmm pls, star stats(N r2 r2_a)

```

Variable	fem	fdgmm	pls
lrealgdp			
L1.	.59040935***	.59131018***	.9909137***
lpopulation	.06333534	.08816925	.0048411
linvestment	-.00040609	.00128373	-.00019039
lhdi	2.2773727***	2.1451789***	-.01263303
_cons	-5.6705534***	-5.4958323***	.14853224
N	231	198	231
r2	.95610259		.99910803
r2_a	.94795668		.99909224

legend: * p<0.05; ** p<0.01; *** p<0.001

Tidak Bias, tapi koef L1.Y FDGMM hampir berdekatan dengan FEM
 --> coba dgn sistem gmm (gmm yg ke-2)

Model mana yg terbaik?

System dynamic panel-data estimation (Arellano-Bover/Blundell-Bond Est.)

xtdpdsys lrealgdp lpopulation linvestment lhdi, lags(1) artests(2)

System dynamic panel-data estimation
 Group variable: prov
 Time variable: year

Number of obs = 231
 Number of groups = 33

Obs per group:
 min = 7
 avg = 7
 max = 7

Number of instruments = 31 Wald chi2(4) = 9725.29
 Prob > chi2 = 0.0000

One-step results

lrealgdp	Coef.	Std. Err.	z	P> z	[95% Conf. Interval]
lrealgdp L1.	.8994889	.0266702	33.73	0.000	.8472162 .9517616
lpopulation	.0725106	.0294703	2.46	0.014	.0147498 .1302714
linvestment	-.0005323	.002775	-0.19	0.848	-.0059711 .0049065
lhdi	.2316187	.1389347	1.67	0.095	-.0406882 .5039256
_cons	-.79097	.5988148	-1.32	0.187	-1.964625 .3826854

Instruments for differenced equation

GMM-type: L(2/.).lrealgdp

Standard: D.lpopulation D.linvestment D.lhdi

Instruments for level equation

GMM-type: LD.lrealgdp

Standard: _cons

Uji Instrumen yg Digunakan (overidentifying restrictions) valid (H_0)

. estat sargan //Valid?

Sargan test of overidentifying restrictions

H_0 : overidentifying restrictions are valid

chi2(26) = 34.59081

Prob > chi2 = 0.1208

Uji Konsistensi: Arellano-Bond test for zero autocorrelation in first-differenced errors

. estat abond //harus vce(robust), ordo 2 tidak signifikan

artests not computed for one-step system estimator with vce(gmm)

**xtdpdsys lrealgdp lpopulation linvestment lhdi, lags(1) artests(2) vce(robust)
estimates store sysgmm**

System dynamic panel-data estimation
Group variable: prov
Time variable: year

Number of obs = 231
Number of groups = 33
Obs per group:
min = 7
avg = 7
max = 7

Number of instruments = 31 Wald chi2(4) = 8413.98
Prob > chi2 = 0.0000

One-step results

		Robust				
	Coef.	Std. Err.	z	P> z	[95% Conf. Interval]	
lrealgdp						
L1.	.8994889	.0383442	23.46	0.000	.8243357	.9746421
lpopulation	.0725106	.01808	4.01	0.000	.0370745	.1079466
linvestment	-.0005323	.0010999	-0.48	0.628	-.002688	.0016234
lhdi	.2316187	.3141776	0.74	0.461	-.384158	.8473954
_cons	-.79097	1.071631	-0.74	0.460	-2.891328	1.309388

Instruments for differenced equation

GMM-type: L(2/.) .lrealgdp

Standard: D.lpopulation D.linvestment D.lhdi

Instruments for level equation

GMM-type: LD.lrealgdp

Standard: _cons

Uji Konsistensi: Arellano-Bond test for zero autocorrelation in first-differenced errors

```
xtdpdsys lrealgdp lpopulation linvestment lhdi, lags(1) artests(2) vce(robust)  
. estat abond      //H0: Tdk ada autokorelasi ordo 2 (konsisten)  
                  H1: Ada autokorelasi ordo 2 (tidak konsisten)
```

Arellano-Bond test for zero autocorrelation in first-differenced errors

Order	z	Prob > z
1	-1.8234	0.0682
2	-.80855	0.4188

H₀: no autocorrelation

```

xtabond lrealgdp lpopulation linvestment lhdi, lags(1) artests(2) vce(robust) //dapat juga dgn SE default
estimates store fdgmm
xtreg lrealgdp L1.lrealgdp lpopulation linvestment lhdi, fe
estimates store fem
regress lrealgdp L1.lrealgdp lpopulation linvestment lhdi
estimates store pls
estimates table fem fdgmm pls, star stats(N r2 r2_a)

```

Variable	fem	fdgmm	sysgmm	pls	
lrealgdp					
L1.	.59040935***	.59131018***	.89948887***	.9909137***	Tidak Bias, koef L1.Y FDGMM diantara FEM dan PLS
lpopulation	.06333534	.08816925	.07251057***	.0048411	
linvestment	-.00040609	.00128373	-.00053229	-.00019039	
lhdi	2.2773727***	2.1451789***	.23161872	-.01263303	
_cons	-5.6705534***	-5.4958323***	-.79097003	.14853224	
N	231	198	231	231	
r2	.95610259			.99910803	
r2_a	.94795668			.99909224	

legend: * p<0.05; ** p<0.01; *** p<0.001

Apakah Nilai Y Akan Konvergen? Kesenjangan Output Membuat?

Fitur Tambahan

Panel dinamis (adanya L.y) untuk melihat (kecepatan) kekonvergenan nilai Y antar panel utk menghitung kecepatan convergence

```
display -log(.8994889)          //kesenjangan menurun, dgn kecepatan 10.59% per tahun(t)  
.10592857
```

```
display -log(.59131018)          //kesenjangan menurun, dgn kecepatan 52.54% per tahun(t)  
.52541456
```

Pengaruh jangka pendek (koef x)

Pengaruh jangka panjang (koef x --> Y --> Y_{t+1..dst})

Pengaruh jangka pendek diakumulasi melalui koef L1.Y

xtdpdsys lrealgdp lpopulation linvestment lhdi, lags(1) artests(2) vce(robust)

nlcom (_b[lpopulation] / (1- _b[L1.lrealgdp])) (_b[linvestment] / (1- _b[L1.lrealgdp])) (_b[lhdi] / (1- _b[L1.lrealgdp]))

		Robust	
	Coef.	Std. Err.	
lrealgdp			
lrealgdp	.8994889	.0383442	
L1.			
lpopulation	.0725106	.01808	
linvestment	-.0005323	.0010999	
lhdi	.2316187	.3141776	
_cons	-.79097	1.071631	

$_nl_1: _b[lpopulation] / (1- _b[L1.lrealgdp])$
 $_nl_2: _b[linvestment] / (1- _b[L1.lrealgdp])$
 $_nl_3: _b[lhdi] / (1- _b[L1.lrealgdp])$

	long-run	lrealgdp	Coef.	Std. Err.	z	P> z	[95% Conf. Interval]
			$_nl_1$.7214183	.1898334	3.80	0.000
			$_nl_2$	-.0052958	.0116727	-0.45	0.650
			$_nl_3$	2.304409	2.349265	0.98	0.327

Pengaruh jangka pendek (koef x)

Pengaruh jangka panjang (koef x --> Y --> Y_{t+1..dst})

Pengaruh jangka pendek diakumulasi melalui koef L1.Y

```
xtabond lrealgdp lpopulation linvestment lhdi, lags(1) artests(2) vce(robust)  
nlcom (_b[lpopulation] / (1- _b[L1.lrealgdp])) (_b[linvestment] / (1- _b[L1.lrealgdp])) (_b[lhdi] / (1- _b[L1.lrealgdp]))
```

	lrealgdp	Coef.	Robust Std. Err.	$\frac{\text{nl}_1: \text{_b}[lpopulation] / (1- \text{_b}[L1.lrealgdp])}{\text{nl}_2: \text{_b}[linvestment] / (1- \text{_b}[L1.lrealgdp])}$ $\frac{\text{nl}_3: \text{_b}[lhdi] / (1- \text{_b}[L1.lrealgdp])}{}$								
				long-run				[95% Conf. Interval]				
	lrealgdp			.5913102	.156185	lrealgdp		Coef.	Std. Err.	z	P> z	
	L1.											
lpopulation		.0881693		.0728684		nl_1	.2157364	.1373974	1.57	0.116	-.0535576	.4850303
linvestment		.0012837		.0012632		nl_2	.0031411	.0027199	1.15	0.248	-.0021899	.0084721
lhdi		2.145179		.8576581		nl_3	5.248917	.4677717	11.22	0.000	4.332101	6.165733
_cons		-5.495832		2.499223								

Latihan Kegiatan Mandiri

- Review apa yang dibahas dalam *synchronous e-learning*. dan gunakan data yang sama.
1. Jika sudah faham, coba latihan dengan data panel perekonomian provinsi Jawa tengah yang sudah diberikan, Dugalah model yang terbaiknya
 2. Tentukan model terbaik dan jelaskan alasannya.
 3. Bagaimana memasukkan *technological improvement* dalam suatu model output (produksi) nasional (daerah)?



Semoga bermanfaat
Terima kasih
(Salam, BJ)



IPB University
— Bogor Indonesia —

**Departemen Ilmu Ekonomi
Fakultas Ekonomi dan Manajemen
Institut Pertanian Bogor**