BAB II

TINJAUAN PUSTAKA

2.1 Pendahuluan

Materi tentang data panel diambil dari Gujarati (2003) dan Judge (1985). Data panel adalah gabungan dari data *cross sectional* dan data *time series*, dimana dalam data panel unit *cross sectional* yang sama diukur pada waktu yang berbeda. Persamaan pada regresi *multiple* untuk data panel adalah sebagai berikut:

$$Y_{it} = \beta_{0it} + \sum_{p=1}^{K} \beta_{pit} X_{pit} + \varepsilon_{it} \tag{2.1}$$

Dengan;

i : banyaknya unit individu ; $i = 1,2,\ldots,N$

t : banyaknya unit waktu ; $t = 1,2,\ldots,T$

p : banyaknya variabel bebas ; $p = 1,2,\ldots,K$

Y_{it} : nilai variabel tidak bebas individu ke-i waktu ke-t

β_{0it} : konstanta (intersep)

X_{pit} : nilai variabel bebas ke-p untuk individu ke-i waktu ke-t

β_{pit} : parameter ke-p untuk individu ke-i waktu ke-t

ε_{it} : unsur gangguan/galat populasi untuk individu ke-i waktu ke-t

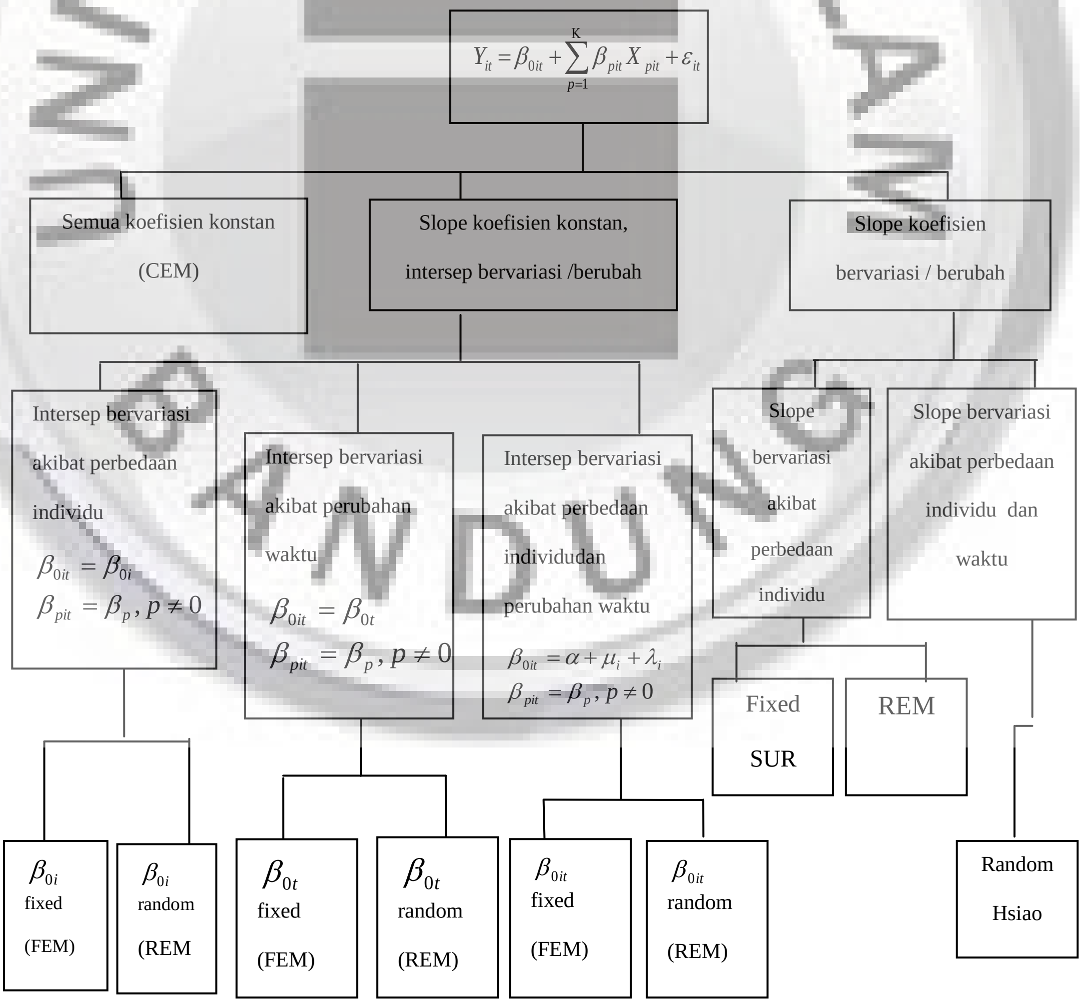
Adapun struktur untuk data panel tersaji pada Tabel 2.1.

Tabel 2.1 Struktur Data Panel

Individu	Waktu	Variabel				
i	t	Y_{it}	X_{1it}	X_{2it}	...	X_{Kit}
1	1	Y_{11}	X_{111}	X_{211}	...	X_{K11}
	2	Y_{12}	X_{112}	X_{212}	...	X_{K12}
	⋮	⋮	⋮	⋮	...	⋮
	T	Y_{1T}	X_{11T}	X_{21T}	...	X_{K1T}
2	1	Y_{21}	X_{121}	X_{221}	...	X_{K21}
	2	Y_{22}	X_{122}	X_{222}	...	X_{K22}
	⋮	⋮	⋮	⋮	...	⋮
	T	Y_{2T}	X_{12T}	X_{22T}	...	X_{K2T}
⋮	⋮	⋮	⋮	⋮	...	⋮
N	1	Y_{N1}	X_{1N1}	X_{2N1}	...	X_{KN1}
	2	Y_{N2}	X_{1N2}	X_{2N2}	...	X_{KN2}
	⋮	⋮	⋮	⋮	...	⋮
	T	Y_{NT}	X_{1NT}	X_{2NT}	...	X_{KNT}

2.2 Model Regresi untuk Data Panel

Menurut Judge (1985) ada beberapa model regresi untuk data panel. Alternatif model tersebut disajikan pada Gambar 2.1.



Gambar 2.1 Diagram Alternatif Model untuk Data Panel

Model pertama disebut dengan *common effect model* (CEM) yang merupakan regresi OLS biasa. Model kedua adalah *fixed effect model* (FEM) yang mengasumsikan bahwa koefisien peubah bebas bersifat *fixed* atau tetap, baik setiap individu maupun waktu pengamatan, model FEM menggunakan penaksir LSDV (*Least Square Dummy Variable*). Model ketiga disebut *random effect model* (REM) atau *error correction model* (ECM), yang mengasumsikan bahwa koefisien regresi bersifat acak atau *random*, model REM menggunakan penaksir GLS.

2.2.1 CEM (*Common Effect Model*)

CEM adalah model dengan semua koefisien konstan, dimana parameter ditaksir seperti pada regresi biasa dengan menggunakan metode OLS, asumsi dari metode ini didasarkan bahwa baik intersep dan *slope* dianggap sama untuk tiap waktu dan individu. Adapun persamaan model ini adalah:

$$Y_{it} = \beta_0 + \sum_{p=1}^{K} \beta_p X_{pit} + \varepsilon_{it} \qquad ; i = 1,2,\ldots,N;\ t = 1,2,\ldots,T;\ p = 1,2,\ldots,K \qquad (2.2)$$

Atau

$$Y_{it} = \beta_0 + \beta_1 X_{1it} + \beta_2 X_{2it} + \ldots + \beta_K X_{Kit} + \varepsilon_{it} \qquad (2.3)$$

Bentuk matriksnya:

$$\begin{bmatrix} Y_{11} \\ Y_{12} \\ \vdots \\ Y_{1T} \\ Y_{21} \\ Y_{22} \\ \vdots \\ Y_{2T} \\ \vdots \\ Y_{i1} \\ Y_{i2} \\ \vdots \\ Y_{NT} \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} 1 & X_{111} & X_{211} & \ldots & X_{K11} \\ 1 & X_{112} & X_{212} & \ldots & X_{K12} \\ \vdots & \vdots & \vdots & \vdots & \vdots \\ 1 & X_{11T} & X_{21T} & \ldots & X_{K1T} \\ 1 & X_{121} & X_{221} & \ldots & X_{K21} \\ 1 & X_{122} & X_{222} & \ldots & X_{K22} \\ \vdots & \vdots & \vdots & \vdots & \vdots \\ 1 & X_{12T} & X_{22T} & \ldots & X_{K2T} \\ \vdots & \vdots & \vdots & \vdots & \vdots \\ 1 & X_{1i1} & X_{2i1} & \ldots & X_{Ki1} \\ 1 & X_{1i2} & X_{2i2} & \ldots & X_{Ki2} \\ \vdots & \vdots & \vdots & \vdots & \vdots \\ 1 & X_{1NT} & X_{2NT} & \ldots & X_{KNT} \end{bmatrix} \begin{bmatrix} \beta_0 \\ \beta_1 \\ \beta_2 \\ \vdots \\ \beta_K \end{bmatrix} + \begin{bmatrix} \varepsilon_{11} \\ \varepsilon_{12} \\ \vdots \\ \varepsilon_{1T} \\ \varepsilon_{21} \\ \varepsilon_{22} \\ \vdots \\ \varepsilon_{2T} \\ \vdots \\ \varepsilon_{i1} \\ \varepsilon_{i2} \\ \vdots \\ \varepsilon_{NT} \end{bmatrix}$$

Persamaan (2.3) adalah analisis regresi untuk populasi, sedangkan regresi untuk sampelnya adalah sebagai berikut:

$$\hat{Y}_{it} = \hat{\beta}_0 + \hat{\beta}_1 X_{1it} + \hat{\beta}_2 X_{2it} + \ldots + \hat{\beta}_K X_{Kit} + e_{it} \tag{2.4}$$

2.2.2 FEM (*Fixed Effect Model)*

Pada model FEM intersep dan *slope* dapat dibedakan berdasarkan individu dan waktu. Dalam membedakan *intersep* dan *slope* pada setiap model, digunakan alat bantu berupa *dummy variable*. Berikut adalah beberapa jenis model FEM:

1) Model FEM dengan koefisien *slope* konstan dan intersep berbeda pada individu. Persamaan untuk model ini adalah:

$$Y_{it} = \beta_{0i} + \sum_{p=1}^{K} \beta_p X_{pit} + \varepsilon_{it} \quad ; i = 1,2,\ldots,N;\ t = 1,2,\ldots,T;\ p = 1,2,\ldots,K \tag{2.5}$$

Jika efek μ_i menjadi bagian dari intersep yaitu *fixed* maka dinamakan FEM, adapun persamaanya sebagai berikut :

$$Y_{it} = (\alpha + \mu_i) + \sum_{p=1}^{K} \beta_p X_{pit} + \varepsilon_{it} \tag{2.6}$$

$$\beta_{0i} = \alpha + \mu_i$$

Asumsi : $\mu_i \sim N(0, \sigma_{it}^2)$, $\varepsilon_i \sim N(0, \sigma_{\varepsilon}^2)$

dengan; α : rata-rata intersep (konstan)

μ_i : efek individu ke-*i*

Penaksir model (2.6) dapat dilakukan dengan menggunakan *dummy variable* untuk individu. Model penaksir ini seringkali disebut dengan teknik LSDV. Metode ini tidak lain adalah metode OLS biasa hanya saja koefisien *intersep* untuk setiap individu berbeda. Apabila memasukkan *dummy variable* pada persamaan (2.6), akan diperoleh:

$$Y_{it} = \alpha + \sum_{i=1}^{N} \mu_i D_{it} + \sum_{p=1}^{K} \beta_K X_{pit} + \varepsilon_{it}$$
$$Y_{it} = \alpha + \mu_1 D_{1t} + \ldots + \mu_{(N-1)} D_{(N-1)t} + \beta_1 X_{1it} + \ldots + \beta_K X_{Kit} + \varepsilon_{it} \quad (2.7)$$

Taksiran parameter yang dihasilkan dari persamaan (2.7) sebanyak (*N*-*k*), yaitu $\hat{\boldsymbol{\delta}}$ = $\lfloor \hat{\alpha} \quad \hat{\mu}_1 \quad \hat{\mu}_2 \quad \ldots \quad \hat{\mu}_{N-1} \quad \hat{\beta}_1 \quad \hat{\beta}_2 \quad \ldots \quad \hat{\beta}_K \rfloor$ dengan nilai $\hat{\boldsymbol{\delta}}$ dapat di selesaikan dengan OLS sebagai berikut:

$$\hat{\boldsymbol{\delta}} = [\boldsymbol{X'}_D \boldsymbol{X}_D]^{-1} [\boldsymbol{X'}_D y] \quad (2.8)$$

Taksiran parameter diatas berlaku juga untuk model FEM yang lainnya, hanya saja berbeda dalam pendummyannya.

Adapun struktur datanya adalah sebagai berikut:

Tabel 2.2 Struktur Data Model FEM dengan Koefisien *Slope* Konstan dan Intersep Berbeda Tiap Individu

individu	**waktu**	**Variabel bebas**							
i	**t**	**D1t**	**D2t**	**...**	**D(N-1)t**	$\mathbf{X_{1it}}$	$\mathbf{X_{2it}}$	**...**	$\mathbf{X_{Kit}}$
1	1	1	0	...	0	X_{111}	X_{211}	...	X_{K11}
	2	1	0	...	0	X_{112}	X_{212}	...	X_{K12}
	...	...	...	...	...	...	...	...	...
	T	1	0	...	0	X_{11T}	X_{21T}	...	X_{K1T}
2	1	0	1	...	0	X_{121}	X_{221}	...	X_{K21}
	2	0	1	...	0	X_{122}	X_{222}	...	X_{K22}
	...	...	...	...	...	...	...	...	...
	T	0	1	...	0	X_{12T}	X_{22T}	...	X_{K2T}
...	...	...	...	...	...	...	...	...	...
(N-1)	1	0	0	...	1	$X_{1(N-1)1}$	$X_{2(N-1)1}$	...	$X_{K(N1)1}$
	2	0	0	...	1	$X_{1(N-1)2}$	$X_{2(N-1)2}$	...	$X_{K(N-1)2}$
	...	...	...	...	...	...	...	...	...
	T	0	0	...	1	$X_{1(N-1)T}$	$X_{2(N-1)T}$	...	$X_{K(N-1)T}$
N	1	0	0	...	0	X_{1N1}	X_{2N1}	...	X_{KN1}
	2	0	0	...	0	X_{1N2}	X_{2N2}	...	X_{KN2}
	...	...	...	...	...	...	...	...	...
	T	0	0	...	0	X_{1NT}	X_{2NT}	...	X_{KNT}

2) Model FEM dengan koefisien*slope* konstan dan intersep berbeda pada waktu.

Persamaan untuk model ini adalah:

$$Y_{it} = \beta_{0t} + \sum_{p=1}^{K} \beta_p X_{pit} + \varepsilon_{it} \quad ; i = 1,2,\ldots,N;\ t = 1,2,\ldots,T;\ p = 1,2,\ldots,K \tag{2.9}$$

Jika efek λ_t menjadi bagian dari intersep yaitu *fixed* maka dinamakan FEM, adapun persamaanya sebagai berikut :

$$Y_{it} = (\alpha + \lambda_t) + \sum_{p=1}^{K} \beta_p X_{pit} + \varepsilon_{it} \tag{2.10}$$

$$\beta_{0t} = \alpha + \lambda_t$$

Asumsi : $\lambda_t \sim \mathrm{N}(0, \sigma_{it}^2)$, $\varepsilon_i \sim \mathrm{N}(0, \sigma_\varepsilon^2)$

dengan; α : rata-rata intersep (konstan)

λ_t : efek waktu ke-*t*

Apabila memasukkan *dummy variable* pada persamaan (2.10), maka akan diperoleh:

$$Y_{it} = \alpha + \sum_{t=1}^{T} \lambda_t D_{it} + \sum_{p=1}^{K} X_{pit} \beta_p + \varepsilon_{it} \tag{2.11}$$

$$Y_{it} = \alpha + \lambda_1 D_{i1} + \ldots + \lambda_{(T-1)} D_{i(T-1)} + \beta_1 X_{1it} + \ldots + \beta_K X_{Kit} + \varepsilon_{it}$$

Adapun struktur data dan penaksirnya sama dengan Tabel 2.2 hanya saja berbeda dalam pendummyannya, yaitu *dummy* yang diperhatikan adalah waktu.

3) Model FEM dengan koefisien *slope* konstan dan intersep berbeda tiap individu dan waktu.

Adapun persamaan untuk model ini adalah:

$$Y_{it} = \beta_{0it} + \sum_{p=1}^{K} \beta_p X_{pit} + \varepsilon_{it} \quad ; i = 1,2,\ldots,N;\ t = 1,2,\ldots,T;\ p = 1,2,\ldots,K \tag{2.12}$$

Jika efek μ_i dan efek λ_t menjadi bagian dari intersep yaitu *fixed* maka dinamakan FEM, adapun persamaanya sebagai berikut :

$$Y_{it} = (\alpha + \mu_i + \lambda_t) + \sum_{p=1}^{K} \beta_p X_{pit} + \varepsilon_{it}$$
$$\beta_{0it} = \alpha + \mu_i + \lambda_t \tag{2.13}$$

Apabila memasukkan *dummy variable* pada persamaan (2.13), maka akan diperoleh:

$$Y_{it} = \alpha + \mu_1 D_{1t} + \mu_2 D_{2t} + \ldots + \mu_{(N-1)} D_{(N-1)t} + \lambda_1 D_{i1} + \ldots + \lambda_{(T-1)} D_{i(T-1)} + \beta_1 X_{1it} + \ldots + \beta_2 X_{2it} + \ldots + \beta_K X_{Kit} + \varepsilon_{it} \tag{2.14}$$

Adapun struktur datanya disajikan pada Tabel 2.3.

Tabel 2.3 Struktur Data Model FEM dengan Koefisien *Slope* Konstan dan *Intersep* Berbeda Tiap Individu dan Waktu

individu	**waktu**	**Variabel bebas**											
i	**t**	**D1t**	**D2t**	**...**	**$D_{(N-1)t}$**	**D^*_{i1}**	**D^*_{i2}**	**...**	**$D^*_{i(T-1)}$**	**X_{1it}**	**X_{2it}**	**...**	**X_{Kit}**
	1	1	0	...	0	1	0	…	0	X_{111}	X_{211}	...	X_{K11}
	2	1	0	...	0	0	1	…	0	X_{112}	X_{212}	...	X_{K12}
	...	...	...	...	...	…	…	…	…	...	...	...	...
1	T	1	0	...	0	0	0	…	1	X_{11T}	X_{21T}	...	X_{K1T}
	1	0	1	...	0	1	0	…	0	X_{121}	X_{221}	...	X_{K21}
	2	0	1	...	0	0	1	…	0	X_{122}	X_{222}	...	X_{K22}
	...	...	...	...	...	…	…	…	…	...	...	...	...
2	T	0	1	...	0	0	0	…	1	X_{12T}	X_{22T}	...	X_{K2T}
...	...	...	...	...	...	…	…	…	…	...	...	...	...
	1	0	0	...	1	1	0	…	0	$X_{1(N-1)1}$	$X_{2(N-1)1}$	...	$X_{K(N1)1}$
	2	0	0	...	1	0	1	…	0	$X_{1(N-1)2}$	$X_{2(N-1)2}$	...	$X_{K(N-1)2}$
	...	...	...	...	...	…	…	…	…	...	...	...	...
(N-1)	T	0	0	...	1	0	0	…	1	$X_{1(N-1)T}$	$X_{2(N-1)T}$	...	$X_{K(N-1)T}$
	1	0	0	...	0	1	0	…	0	X_{1N1}	X_{2N1}	...	X_{KN1}
	2	0	0	...	0	0	1	…	0	X_{1N2}	X_{2N2}	...	X_{KN2}
	...	...	...	...	...	…	…	…	…	...	...	...	...
N	T	0	0	...	0	0	0	…	1	X_{1NT}	X_{2NT}	...	X_{KNT}

2.2.3 REM (*Random Effect Model*)

Greene (1997) mendefinisikan REM yaitu model regresi yang dilandasi bahwa unit individu dan unit waktu yang digunakan dalam model tidak ditentukan terlebih dahulu melainkan hasil pengambilan sampel secara acak dari suatu populasi yang besar. Metode untuk memodelkan data panel menggunakan REM yang mengandung pengaruh acak dari unit individu dan unit waktu menjadi lebih rumit dan kompleks. Gujarati (2003) menyatakan bahwa walaupun FEM secara langsung dapat diaplikasikan, namun model yang terbentuk memiliki konsekuensi kehilangan sejumlah derajat bebas galat seiring dengan banyaknya unit individu yang digunakan. Semakin kecil derajat bebas galat akan berpengaruh terhadap statistik uji F (cenderung bernilai kecil) sehingga peluang untuk menolak H_0 semakin kecil. Pada REM, resiko kehilangan derajat bebas galat tidak akan terjadi karena pemodelan REM tidak menggunakan *dummy variable*. Model REM menggunakan penaksir GLS.

2.3 Uji Keberartian untuk *Fixed Effect Model* (FEM) Data Panel

Prosedur pengujian model FEM data panel adalah sebagai berikut:

a. Rumusan hipotesis

Ada tiga model yang akan di uji mengenai signifikansi dari parameternya:

(i) Model *Fixed Effect Model* (FEM) yang pertama adalah menguji signifikansi efek dari individu dengan hipotesis sebagai berikut:

$\mathrm{H}_0 : \mu_1 = \mu_2 = ... = \mu_{(N-1)} = 0$

H_1 : paling sedikit ada satu $\mu_i \neq 0$

(2.15)

(ii) Model *Fixed Effect Model* (FEM) yang kedua adalah menguji signifikansi efek dari waktu dengan hipotesis sebagai berikut:

$$H_0 : \lambda_1 = \lambda_2 = ... = \lambda_{(T-1)} = 0$$

H_1 : paling sedikit ada sat

(2.16)

(iii) Model *Fixed Effect Model* (FEM) yang ketiga adalah menguji signifikansi efek dari individu dan waktu dengan hipotesis sebagai berikut:

$$H_0 : \mu_1 = \mu_2 = ... = \mu_{(N-1)} = \lambda_1 = \lambda_2 = ... = \lambda_{(T-1)} = 0$$

H_1 : paling sedikit ada satu $\mu_i \neq 0$ atau $\lambda_t \neq 0$

(2.17)

b. Statistik uji

Statistik uji yang digunakan untuk menguji hipotesis diatas adalah sebagai berikut:

$$F = \frac{KT_{\mathrm{Re}\,gresi}}{KT_{Galat}} \sim F_{(\alpha,k,n-k-1)} \quad (2.18)$$

c. Menetapkan keputusan

Hipotesis nol akan ditolak pada saat nilai F > $F_{(\alpha,k,n-k-1)}$ atau P-value < α

2.4 Uji Otokorelasi

2.4.1 Uji Otokorelasi untuk Data *Time Series*

Pada penelitian *cross sectional*, seperti rumah tangga (dalam analisis fungsi konsumsi) atau perusahaan-perusahaan (dalam sebuah analisis penelitian investasi) faktor kesalahan bisa jadi terjadi bukan hanya dari satu pengamatan melainkan dari beberapa pengamatan sehingga otokorelasi disebut otokorelasi spasial (*spasial autocorrelation*), yaitu korelasi antar individu dan bukan antar waktu. Namun demikian, situasi tampak sangat berbeda ketika berurusan dengan data *time series*, berhubung pengamatan pada data *time series* mengikuti urutan alamiah antar waktu sehingga pengamatannya secara berturut-turut sangat mungkin mengandung otokorelasi, khususnya jika rentang waktu diantara pengamatan yang berurutan adalah rentang waktu yang pendek, seperti satu hari, satu minggu atau satu bulan dibandingkan satu tahun (Gujarati, 2013).

Menurut Hajarisman (2014) penyebab utama munculnya otokorelasi positif dalam galat pada data *time series*yang biasa terjadi dalam bidang ekonomi dan bisnis adalah tidak memasukkannya variabel penting ke dalam model. Pada saat variabel penting tidak dimasukkan ke dalam model maka galat akan cenderung berotokorelasi positif. Penyebab lainnya, banyak variabel yang dampak dan perubahannya terlihat bukan pada periode saat itu melainkan pada periode selanjutnya. Beberapa permasalahan yang timbul dari adanya masalah dalam autokorelasi ini adalah sebagai berikut:

1. Penaksir koefisien regresi masih tidak bias, tapi tidak lagi bervarians minimum dan bahkan sangat tidak efisien.
2. Rata-rata jumlah kuadrat residu merupakan taksiran bersifat bias ke bawah (*underestimate*) bagi varians galat.
3. Galat baku penaksir yang diperoleh melalui prosedur kuadrat terkecil biasa juga akan bias ke bawah (*underestimate*) dari galat baku yang sebenarnya dalam penaksir koefisien regresi.
4. Statistik uji *t* dan *F*, serta interval kepercayaan tidak lagi dapat diterapkan dengan tepat karena akan menghasilkan nilai dari statistik uji tersebut menjadi tinggi. Hal ini akan berdampak pada kesimpulan bahwa dugaan parameter koefisiennya lebih tepat dari yang sebenarnya, atau cenderung menolak H_0 meskipun seharusnya tidak ditolak, atau cenderung memutuskan H_1.

Selanjutnya, untuk mendeteksi adanya autotokorelasi dapat menggunakan metode grafik atau dengan menggunakan uji Durbin Watson untuk data *time series*.

Statistik uji Durbin Watson mengasumsikan bahwa model galat autoregresif, mempunyai nilai-nilai dari variabel bebas itu adalah tetap (*fixed*). Hipotesisnya dirumuskan sebagai berikut:

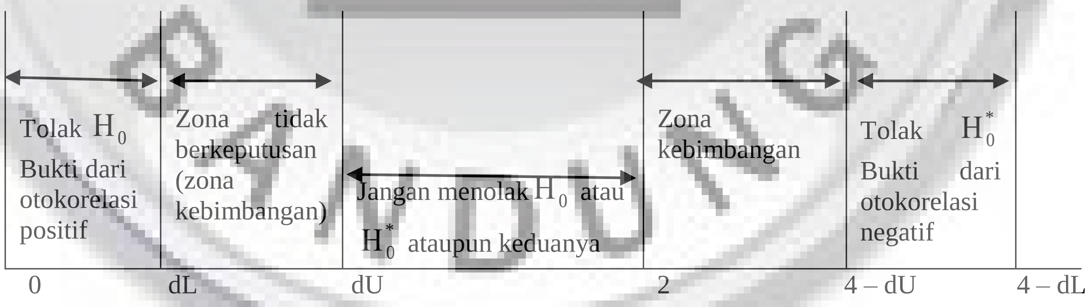
$$\mathrm{H}_0 : \rho = 0 \quad vs \quad \mathrm{H}_1 : \rho > 0 \tag{2.19}$$

Kemudian untuk menghitung statistik Durbin Watson digunakan rumus berikut:

$$DW = \frac{\sum_{t=2}^{n} (e_t - e_{t-1})^2}{\sum_{t=1}^{n} e_t^2} \tag{2.20}$$

dimana $e_t = Y_t - \hat{Y}_t$ dan *n* adalah banyaknya data yang digunakan.

Interpretasi yang tepat dari nilai statistik DW ini relatif sulit karena urutan komponen galat tidak hanya tergantung terhadap urutan e_t tapi juga terhadap urutan semua nilai-nilai *X*. Dua nilai titik kritis (batas keputusan) diberikan dalam suatu gambar dan dinotasikan dengan dL dan dU. Kriteria keputusan untuk menguji hipotesis diatas dengan menggunakan statistik Durbin Watson dapat diringkas sebagai berikut:



4d

Legenda :

H_0 :Tidak ada otokorelasi positif

H_0^* : Tidak ada otokorelasi negatif

Gambar 2.2 Kriteria Keputusan Uji Durbin Watson

2.4.2 Uji Otokorelasi untuk Model FEM Data Panel

2.4.2.1 Uji Durbin Watson dan Uji LM

Model FEM data panel dengan pada Persamaan (2.6), jika terdapat otokorelasi dalam galat bentuk matriksnya dituliskan sebagai berikut:

$$\boldsymbol{y_{it}} = \boldsymbol{X'_{it}\beta} + \boldsymbol{\mu'_i} + \boldsymbol{\varepsilon_{it}} \qquad ;\boldsymbol{\mu'_i} = \boldsymbol{\alpha} + \boldsymbol{\mu_i}; \boldsymbol{\varepsilon_{it}} = \boldsymbol{\rho\varepsilon_{i,t-1}} + \boldsymbol{u_{it}} \qquad (2.21)$$

Dimana $i = 1,\ldots,N$ merupakan dimensi *cross sectional* dan $t = 1,\ldots,T$ merupakan dimensi *time series*. β berasosiasi dengan vektor parameter berukuran K x 1 dan μ_i adalah parameter *fixed effect* dari model.

Model sampel dari Persamaan (2.21) adalah

$$\boldsymbol{\hat{y}_{it}} = \boldsymbol{X'_{it}\hat{\beta}} + \boldsymbol{\hat{\mu}'_i} + \boldsymbol{e_{it}} \qquad (2.22)$$

Selanjutnya kita asumsikan $\mathrm{E}(\varepsilon_{it}) = 0,\ \mathrm{E}(\varepsilon_{it}^2) = \sigma_\varepsilon^2$. Hal ini mengindikasikan variabel dalam galat homogen. Asumsi lain yang harus diperhatikan adalah tidak adanya otokorelasi dalam galat dimana pengujiannya menggunakan Statistik Uji Durbin Watson (Born, B dan Jörg B, 2010).

Bhargava dkk (1982) mengusulkan statistik uji Durbin Watson untuk model FEM data panel dengan perumusan hipotesis sama dengan Persamaan (2.19).

Dengan statistik uji:

$$\rho DW = \frac{\sum_{i=1}^{N}\sum_{t=2}^{T}\left(e_{it} - e_{i,t-1}\right)^2}{\sum_{i=1}^{N}\sum_{t=1}^{T}\left(e_{it} - \bar{e}_i\right)^2} \qquad (2.23)$$

dimana $\bar{e}_i = \mathrm{T}^{-1}\sum_{t=1}^{T} e_{it}$

Masalah serius dari uji ini adalah distribusi nol tergantung pada nilai N dan T, Oleh karena itu nilai-nilai penting yang disediakan tabel tergantung pada kedua dimensi (Bhargava, dkk 1982). Selain itu, tidak ada nilai-nilai penting yang tersedia untuk panel yang tidak seimbang.

Baltagi dan Li (1991) memperoleh statistik uji LM dengan asumsi galat berdistribusi normal, dengan rumusan hipotesis sama seperti Persamaan (2.19). Hasil statistik uji ini ekuivalen dengan (LM version) statistik *t* dari θ dalam regresi

$$e_{it} - \bar{e}_i = \theta\left(e_{i,t-1} - \bar{e}_{i,-1}\right) + v_{it} \tag{2.24}$$

dimana $\bar{e}_i = (T-1)^{-1}\sum_{t=2}^{T} e_{it}$ dan $\bar{e}_{i,-1} = (T-1)^{-1}\sum_{t=2}^{T} e_{i,t-1}$

akan lebih mudah untuk menunjukkan vektor T *x 1*. $\boldsymbol{e_i} = [\boldsymbol{e_{i1}}, \ldots, \boldsymbol{e_{iT}}]$dan matriks

$$\boldsymbol{M_0} = [\boldsymbol{0}, \boldsymbol{M_{T-1}}] \text{dan} \boldsymbol{M_1} = [\boldsymbol{M_{T-1}}, \boldsymbol{0}] \tag{2.25}$$

Dimana$\boldsymbol{M_{T-1}} = \boldsymbol{I_{T-1}} - (T-1)^{-1}\boldsymbol{\iota_{T-1}}\boldsymbol{\iota_{T-1}'}$dan $\boldsymbol{\iota_{T-1}}$adalah vektor satu berukuran *(T - 1) x 1.*

Statistik uji LM ditulis sebagai berikut:

$$LM_{NT} = \frac{\left(\sum_{i=1}^{N} e_i' M_0' M_1 e_i\right)^2}{\left(\frac{1}{T}\sum_{i=1}^{N} e_i' M_0' M_0 \boldsymbol{e}_i\right)\left(\sum_{i=1}^{N} e_i' M_1' M_1 e_i\right)} \tag{2.26}$$

dimana $M = T^{-1}\sum_{i=1}^{N} \boldsymbol{e_i'}\boldsymbol{M_0'}\boldsymbol{M_0}\boldsymbol{e_i}$ adalah penaksir untuk σ_ε^2 dibawah hipotesis noll.

Baltagi dan Li (1995) menunjukkan bahwa jika $N \to \infty$ dan $T \to \infty$, Statistik uji LM mengikuti distribusi $\chi^2_{(1)}$. Akan tetapi, jika *T fixed* dan $N \to \infty$, statistik uji tidak mengikuti distribusi χ^2 karena penaksir kuadrat terkecil akan bias terhadap θ (Nickell, 1981).

2.4.2.2 Uji Modifikasi Durbin Watson

Statistik uji pada Persamaan (2.23) yang diusulkan oleh Bhargava, dkk (1982) adalah rasio dari jumlah kuadrat pembedaan dan jumlah kuadrat galat. Statistik uji Durbin Watson didasarkan pada kombinasi linier antara pembilang dan penyebut:

$$\boldsymbol{\delta_{Ti}} = \boldsymbol{\varepsilon_i' M D' D M \varepsilon_i} - \boldsymbol{2\varepsilon_i' M \varepsilon_i} \tag{2.27}$$

Dimana $= \boldsymbol{I_T} - \boldsymbol{\iota_T \iota_T'}$,$\boldsymbol{\iota_T}$ adalah vektor satu berukuran *Tx1*, dan $\boldsymbol{D}$ adalah matriks produk pembedaan pertama berukuran *(T-1) x T*

$$D = \begin{pmatrix} -1 & 1 & 0 & \dots & & 0 \\ 0 & -1 & 1 & \dots & & 0 \\ & & & \ddots & & \\ & & & & & \\ 0 & & & & -1 & 1 \end{pmatrix}$$

Menggunakan $tr(\boldsymbol{MD'DM}) = 2(T-1)$ dan $r(\boldsymbol{M}) = T(T-1)$. Akan lebih mudah untuk memverifikasi bahwa $E(\delta_{Ni}) = 0$ untuk semua i. untuk lebih lanjutnya,

$$\delta_{Ti} = -2\left[\sum_{t=2}^{T}(e_{it} - \bar{e}_i)(e_{i,t-1} - \bar{e}_i)\right] - \left[(e_{i1} - \bar{e}_i)^2 + (e_{iT} - \bar{e}_i)^2\right] \tag{2.28}$$

Oleh karena itu, untuk lebih jelasnya uji ini dihubungkan dengan uji LM yang diusulkan oleh Baltagi dan Li (1999). Perbedaanya terletak pada penyesuaian bias pada order pertama autokovarians. Untuk mengurangi bias maka statistik uji yang digunakan sebagai berikut:

$$\xi_{NT} = \frac{1}{\hat{s}_\delta \sqrt{N}} \sum_{i=1}^{N} \delta_{Ti}^* \tag{2.29}$$

dimana

$$\delta_{Ti}^* = -2\left[\sum_{t=2}^{T}(e_{it} - \bar{e}_i)(e_{i,t-1} - \bar{e}_i)\right] - \frac{2}{T}\left[\sum_{t=1}^{T}(e_{it} - \bar{e}_i)\right]^2 \tag{2.30}$$

dan

$$\hat{s}_\delta^2 = \frac{1}{N}\sum_{i=1}^{N} \delta^{*2}_{Ti} - \left(\frac{1}{N}\sum_{I=1}^{N} \delta_{Ti}^*\right)^2 \tag{2.31}$$

Statistik uji MDW pada Persamaan (2.29) digunakan untuk menguji hipotesis seperti pada Persamaan (2.19). Adapun kriteria ujinya adalah hipotesis nol akan ditolak apabila statistik uji MDW pada Persamaan (2.29) lebih besar dari nilai kritis.

Bhargava menyajikan nilai kritis untuk statistik uji MDW dengan taraf signifikansi 0.05 untuk $N \in \{25, 50\}$ dan $T \in \{10, 20, 30, 50\}$ tersaji pada Tabel 2.4.

Tabel 2.4 Nilai Kritis untuk Uji Modifikasi Durbin Watson

N	T	Modifikasi Durbin Watson (MDW)
25	10	0.064
	20	0.054
	30	0.066
	50	0.066
50	10	0.062
	20	0.067
	30	0.065
	50	0.063

2.5 Model FEM Terbaik

Untuk menentukan model terbaik dapat dilihat dari nilai kuadrat tengah galat (KTG) atau *means square error* (MSE) yang terkecil. Karena KTG menunjukan besarnya kekeliruan dalam model. Semakin besar nilai KTG semakin besar kekeliruan, sebaliknya semakin kecil nialai KTG maka semakin kecil kekeliruannya.

2.5 PDRB dan Ekspor

Dalam produksi Domestik Bruto (PDB) pada tingkat nasional serta Produksi Domestik Regional Bruto (PDRB) pada tingkat regional (provinsi) menggambarkan kemampuan suatu wilayah untuk menciptakan output (nilai tambah) pada suatu waktu tertentu. Barang-barang yang dihasilkan termasuk barang modal yang belum diperhitungkan penyusutannya, karenanya jumlah yang didapatkan dari PDRB dianggap bersifat bruto/kotor. Perubahan PDRB pada tiap periode atau tahun menunjukkan pertumbuhan perekonomian suatu wilayah atau negara. PDRB dipengaruhi oleh beberapa faktor diantaranya ekspor, investasi, belanja pemerintah dan lain-lain.

Ekspor barang dan jasa merupakan transaksi perdagangan barang dan jasa dari dalam negeri ke luar negeri. Eskpor barang terjadi pada saat terjadi perubahaan hak kepemilikan barang antara penduduk Indonesia dengan bukan penduduk Indonesia (dengan atau tanpa perpindahan fisik barang tersebut).

Indonesia sebagai salah satu negara berkembang, menganut sistem perekonomian terbuka dimana lalu lintas perekonomian internasional sangat penting dalam perekonomian dan pembangunan nasional. Pembangunan ekonomi mensyaratkan bahwa kesejahteraan penduduk harus meningkat, dan salah satu ukuran dari peningkatan kesejahteraan tersebut adalah adanya pertumbuhan ekonomi (Hakim,2002).

Hubungan antara ekspor dan pertumbuhan ekonomi dalam waktu belakangan ini sudah menjadi perhatian berbagai kalangan. Perdagangan internasional khususnya ekspor diyakini merupakan lokomotif penggerak dalam pertumbuhan ekonomi. Ekspor merupakan agregat output yang sangat dominan dalam perdagangan internasional. Suatu negara tanpa adanya jalinan kerjasama dengan negara lain akan sulit untuk memenuhi kebutuhannya sendiri.

Pengutamaan ekspor bagi Indonesia sudah digalakkan sejak tahun 1983. Semenjak saat itu ekspor menjadi perhatian dalam memacu pertumbuhan ekonomi seiring dengan berubahnya strategi industrialisasi dari penekanan pada industri substitusi impor ke industri promosi ekspor. Ekspor memiliki peran yang penting dalam waktu-waktu mendatang, apalagi dengan digulirkannya perundingan-perundingan WTO menuju perdagangan dunia tanpa hambatan (Basri, 2002).