

ISSN 1907-6452

# Centre

Civil & Electrical Engineering Journal

**Perancangan dan Pembuatan Sistem Penghitung Otomatis dan Database Output PCB Dari Mesin Surface Mount Technology (SMT) di PT. Sinar Indah**

Ni'matul Ma'muriyah, Rizki Kasmuda

**Modifikasi UPS ICA CT 1082B untuk Menambah Kapasitas Menggunakan Akumulator Eksternal**

Andik Yulianto, Muhammad Thoriqul Ullum

**The Influence of Jets Velocity and Initial Temperature on the Heat Transfer during Metal Quenching with Array of Jets**

Sabariman

**Teknik Estimasi Parameter dan Komponen Error Data Panel Tidak Lengkap dengan LSDV Pada One Way-Fixed Effect**

Yayuk Setyaning Astutik

**Perancangan Light Emitting Diode (LED) Tester untuk Pengecekan Polaritas dan Kondisi LED di PT. Sinar Indah Batam**

Nona Mahditiara Aryuni Sumanang, Vanni Vandilla

**Improvement Program BIC LOT 208 untuk Energy Saving SEMB Plant Berdasarkan EnMS (Energy Management System) ISO 50001 di PT. Schneider Electric Manufacturing Batam**

Dian Tresnawan, Rafi Firman Saputra

# Centre

## Civil & Electrical Engineering Journal

ISSN: 1907-6452

Volume 10, Number 2, December 2015

### Editorial Board

- Chief Editor : Ni'matul Ma'muiyah, M.Eng
- Managing Director : Nona Mahditiara A. Sumanang, ST., M.Eng  
: Ir. Mulia Pamadi, MM., M.Hum
- Editor : Iman Purwoto, ST., MT (Urban Planning Engineering)  
Universitas Internasional Batam  
: Emil Adly, ST., M.Eng (Transportation Engineering)  
Universitas Internasional Batam  
: Hendra, ST., MT. (Transportation Engineering)  
Universitas Internasional Batam  
: Wahyu Setyo Pambudi, ST. (Electronics Engineering)  
Universitas Internasional Batam  
: Ni'matul Ma'muiyah, M.Eng (Telecommunication Engineering)  
Universitas Internasional Batam  
: Andik Yulianto, ST., MT. (Control System Engineering)  
Universitas Internasional Batam
- Editor and Administration Office : Universitas Internasional Batam  
Jl. Gajah Mada, Baloi Sei Ladi – Batam, Indonesia  
Telp: +62-778-7437 111 (Hunting)  
Fax: +62-778-7437 112  
E-mail: centre@uib.edu  
Website: <http://www.uib.edu>

CENTRE Journal is a scientific journal published by Universitas Internasional Batam two times year (June and December). Submission of the article on this journal is addressed to editorial office above. All articles will be subjected to editorial review and no charges for submission.





# Centre

Civil & Electrical Engineering Journal

ISSN: 1907-6452

Volume 10, Number 2, December 2015

- Perancangan dan Pembuatan Sistem Penghitung Otomatis dan Database Output PCB Dari Mesin Surface Mount Technology (SMT) di PT.Sinar Indah** 1  
Ni'matul Ma'muriyah, Rizki Kasmuda
- Modifikasi UPS ICA CT 1082B untuk Menambah Kapasitas Menggunakan Akumulator Eksternal** 8  
Andik Yulianto, Muhammad Thoriqul Ullum
- The Influence of Jets Velocity and Initial Temperature on the Heat Transfer during Metal Quenching with Array of Jets** 16  
Sabariman
- Teknik Estimasi Parameter dan Komponen Error Data Panel Tidak Lengkap dengan LSDV Pada One Way-Fixed Effect** 25  
Yayuk Setyaning Astutik
- Perancangan Light Emitting Diode (LED) Tester untuk Pengecekan Polaritas Dan Kondisi LED di PT. Sinar Indah Batam** 30  
Nona Mahditiara Aryuni Sumanang, Vanni Vandilla
- Improvement Program BIC LOT 208 untuk Energy Saving SEMB Plant Berdasarkan EnMS (Energy Management System) ISO 50001 Di PT. Schneider Electric Manufacturing Batam** 36  
Dian Tresnawan, Rafi Firman Putra

# Teknik Estimasi Parameter dan Komponen *Error* Data Panel Tidak Lengkap dengan LSDV Pada *One Way-Fixed Effect*

Yayuk Setyaning Astutik<sup>1)</sup>

Program Studi Teknik Sipil, Universitas Internasional Batam

Email : <sup>1)</sup> [yayuk@uib.ac.id](mailto:yayuk@uib.ac.id), [yayuksetyaninga@gmail.com](mailto:yayuksetyaninga@gmail.com)

## Abstrak

Data panel tidak lengkap diklasifikasikan dalam *fixed effect* dan *random effect* satu arah dan dua arah. Pada *fixed effect* satu arah digunakan metode *Least Square Dummy Variable* (LSDV) yang mengasumsikan intersep bervariasi antar individu maupun antar waktu, sedangkan *slope*-nya konstan. Variabel *dummy* digunakan untuk mengetahui perbedaan intersep pada penggolongan unit individu maupun unit waktu.

**Kata Kunci:** Data Panel Tidak Lengkap, Fixed Effect, Dummy, LSDV.

## 1. Pendahuluan

Data panel merupakan gabungan data periode (*time series*) dan data objek (*cross section*). Data *cross section* adalah data yang dikumpulkan dalam satu waktu terhadap banyak unit amatan, sementara data *time series* merupakan data yang dikumpulkan dari waktu ke waktu terhadap suatu unit amatan.

Ditinjau dari kelengkapan data, data panel terdiri dari dua jenis, yaitu data panel lengkap (*balanced panel data*) dan data panel tidak lengkap (*unbalanced panel data*). Data panel disebut tidak lengkap (*unbalanced panel data*) jika jumlah observasi berbeda untuk unit *cross-section* atau dengan kata lain ada data atau nilai yang hilang (*missing value*).

Model regresi data panel, yakni :

$$y_{it} = \beta_0 + \sum_{k=1}^K \beta_k X_{it,k} + u_{it} \quad (1)$$

Berdasarkan komponen *error*  $u_{it}$ , model regresi untuk data panel lengkap dan data panel tidak lengkap dibedakan menjadi dua, yaitu model regresi komponen *error* satu arah (*one-way error component regression models*), dengan  $u_{it} = \mu_i + v_{it}$  dan model regresi komponen *error* dua arah (*two-way error component regression models*), dengan  $u_{it} = \mu_i + \lambda_j + v_{it}$ .

Tujuan dari penelitian ini adalah untuk mencari taksiran parameter dan komponen error pada data panel tidak lengkap untuk *fixed effect* satu arah. Sehingga diperoleh pembentukan modelnya dengan metode LSDV (*Least Square Dummy Variable*).

## 2. Kerangka Teoritis

### 2.1. Kronecker Product [1]

Jika  $\mathbf{A}$  matriks berukuran  $(m \times n)$  dengan elemen  $a_{ij}$  dan  $\mathbf{B}$  berukuran  $(p \times q)$  dengan elemen  $b_{ij}$ , maka *kroncker product* dari  $\mathbf{A}$  dan  $\mathbf{B}$  dapat dinyatakan dengan  $\mathbf{A} \otimes \mathbf{B}$  adalah matriks berukuran  $(mp \times nq)$ .

$$\mathbf{A} \otimes \mathbf{B} = \begin{bmatrix} a_{11} & a_{12} & \dots & a_{1n} \\ a_{21} & a_{22} & \dots & a_{2n} \\ \vdots & \vdots & \ddots & \vdots \\ a_{m1} & a_{m2} & \dots & a_{mn} \end{bmatrix} \otimes \begin{bmatrix} b_{11} & b_{12} & \dots & b_{1q} \\ b_{21} & b_{22} & \dots & b_{2q} \\ \vdots & \vdots & \ddots & \vdots \\ b_{p1} & b_{p2} & \dots & b_{pq} \end{bmatrix} \quad (2)$$

### 2.2. Bentuk Kuadratik

Bentuk  $\mathbf{X}'\mathbf{A}\mathbf{X}$  merupakan bentuk kuadratik dari vektor random  $\mathbf{X}$  di  $\mathbb{R}^n$  dimana matriks simetris  $\mathbf{A}$  berukuran  $(m \times m)$  dan vektor random  $\mathbf{X}' = (X_1, X_2, \dots, X_m)$

$$\mathbf{X}'\mathbf{A}\mathbf{X} = \sum_{i,j} a_{ij} X_i X_j = \sum_i a_{ii} X_i^2 + \sum_{i,j \neq i} a_{ij} X_i X_j \quad (3)$$

### 2.3. Variabel Dummy

Variabel *dummy* adalah variabel dengan skala nominal (jenis kelamin, agama, warna kulit). Dalam analisis regresi, variabel *dummy* ini digunakan nomor kode 1 untuk pengamatan yang masuk satu kategori dan nomor kode 0 untuk pengamatan yang masuk kategori lainnya.

### 2.4. Data Panel

Data *time series* adalah data yang diperoleh dari hasil pengamatan satu atau lebih variabel dari waktu ke waktu secara kontinu. Data *cross section*



terdiri dari beberapa sampel individu yang diambil pada waktu yang sama. Sedangkan data panel merupakan gabungan dari data *cross section* dan *time series* yang diperoleh dengan cara melakukan pengamatan berulang. Model umum data panel pada (1) dengan syarat bahwa :

$$E(u_{it}) = 0; E(u_{it}^2) = \sigma^2;$$

$$E(u_{it}, u_{js}) = 0 \quad (4)$$

untuk  $i \neq j$  dan  $t \neq s, i = 1, \dots, N$  merupakan unit *cross section* (individu) dan  $t = 1, \dots, T_i$  merupakan unit *time series* (waktu).

### 3. Metodologi Penelitian

Penelitian ini bersifat kajian teori terkait dengan estimasi pada metode statistika dengan penguraian metode secara matematis, sehingga diperoleh estimasi parameter yang tepat dari metode tersebut.

#### 3.1. Fixed Effect Model pada Data Panel

Suatu *effect* dikatakan *fixed effect*, jika level dari faktor-faktornya dipilih tertentu berdasarkan keinginan peneliti dari populasi yang ada. Pada model data panel, *effect* dari level-level antara lain berasal dari individu dan waktu. Oleh karena individu dan waktu dipilih secara *fixed* maka *effect* hanya sebatas pada individu dan waktu yang dipilih tersebut.

Dengan demikian, *effect* dari individu dan waktu diasumsikan sebagai *fixed* parameter yang akan ditaksir dan hasil taksirannya akan berupa nilai atau konstanta yang merupakan *intercept* pada model. Karena itu pada *fixed models*, perbedaan karakteristik individu dan waktu diakomodasikan pada *intercept* sehingga *intercept*-nya berubah antar individu dan antar waktu.

#### 3.2. Random Effect Model pada Data Panel

Sedangkan suatu *effect* disebut *random effect*, jika level dari faktor-faktornya dipilih secara acak dari populasi level yang ada. *Effect* dari level-level antara lain dari individu dan waktu. Oleh karena individu dan waktu dipilih secara random maka *effect* dari individu dan waktu diasumsikan suatu variabel acak dan akan dilihat variabilitas masing-masing *effect*.

Dengan demikian, pada *random effect* model perbedaan karakteristik individu dan waktu diakomodasikan pada *error* model. Mengingat ada dua komponen yang mempunyai kontribusi pada pembentukan *error*, yaitu individu dan waktu, maka komponen *error* perlu diuraikan menjadi *error* untuk individu, *error* untuk komponen waktu dan *error* gabungan. Diasumsikan komponen *error*

$\mu_i \sim IID(0, \sigma_\mu^2)$ ,  $\lambda_t \sim IID(0, \sigma_\lambda^2)$  dan  $V_{it} \sim IID(0, \sigma_v^2)$ . Dengan  $\mu_i$ ,  $\lambda_t$ ,  $V_{it}$  adalah komponen *error* untuk individu, waktu dan gabungan.

## 4. Analisa dan Pembahasan

### 4.1. Regresi Linier Berganda

Model regresi linier berganda dengan variabel *prediktor* sebanyak  $k$  adalah sebagai berikut :

$$y_i = \beta_0 + \beta_1 X_{i1} + \beta_2 X_{i2} + \dots + \beta_k X_{ik} + u_i$$

$$= \beta_0 + \sum_{j=1}^k \beta_j X_{ij} + u_i \quad (4)$$

dengan  $i = 1, 2, \dots, n$  adalah banyaknya pengamatan. Apabila dinyatakan dalam notasi matriks, persamaan (5) menjadi :

$$Y = X\beta + u \quad (5)$$

$$Y = \begin{bmatrix} Y_1 \\ Y_2 \\ \vdots \\ Y_n \end{bmatrix}_{(n \times 1)}, X = \begin{bmatrix} 1 & X_{11} & X_{12} & \dots & X_{1k} \\ 1 & X_{21} & X_{22} & \dots & X_{2k} \\ \vdots & \vdots & \vdots & \ddots & \vdots \\ 1 & X_{n1} & X_{n2} & \dots & X_{nk} \end{bmatrix}_{n \times (k+1)}$$

$$\beta = \begin{bmatrix} \beta_0 \\ \beta_1 \\ \beta_2 \\ \vdots \\ \beta_k \end{bmatrix}_{(k+1) \times 1}, u = \begin{bmatrix} u_1 \\ u_2 \\ \vdots \\ u_n \end{bmatrix}_{(n \times 1)}$$

Asumsi *error* dalam model regresi linier berganda adalah sebagai berikut :

- 1)  $E(u_i) = 0$  untuk  $i = 1, 2, \dots, n$ .
- 2)  $E(u_i u_j) = 0$  untuk  $i \neq j$   
 $= \sigma^2$  untuk  $i = j$
- 3)  $u_i \sim N(0, \sigma^2)$

Dalam bentuk matriks asumsi di atas dinyatakan dalam bentuk :

- 1)  $E(u) = 0$
- 2)  $E(uu') = \sigma^2 I$
- 3)  $u$  berdistribusi normal dengan *mean*  $0$  dan *variansi*  $\sigma^2 I$ .

## 4.2. Model Regresi Data Panel Tidak Lengkap

Didefinisikan model regresi untuk data panel tidak lengkap yakni pada persamaan (1) dengan komponen *error*  $u_{it}$  satu arah  $u_{it} = \mu_i + v_{it}$  dan

komponen *error*  $u_{it}$  dua arah  $u_{it} = \mu_i + \lambda_t + v_{it}$ .

Persamaan (1) dapat dituliskan dalam bentuk matriks dengan komponen *error* satu arah pada persamaan (5) dengan  $\mathbf{u} = \mathbf{Z}\boldsymbol{\mu} + \mathbf{v}$ .

$\mathbf{Y}$  dan  $\mathbf{X}$  mempunyai dimensi  $(n \times 1)$ ;

$$n \times (K+1) \text{ dan } n = \sum_{i=1}^N T_i$$

$$\boldsymbol{\beta} = (\beta_0, \beta_1, \beta_2, \dots, \beta_K), \mathbf{Z} = \text{diag}(\mathbf{1}_{T_i})$$

Dimana  $\mathbf{1}_{T_i}$  adalah vektor elemen satuan dimensi

$T_i$  kemudian  $\boldsymbol{\mu} = (\mu_1, \mu_2, \dots, \mu_N)$  dan

$$\mathbf{v} = (v_{11}, \dots, v_{1T_1}, \dots, v_{N1}, \dots, v_{NT_N})$$

Lebih jelas bentuk vektor dan matriksnya pada komponen *error* satu arah adalah sebagai berikut :

$$\begin{bmatrix} y_{11} \\ y_{12} \\ \vdots \\ y_{1T_1} \\ y_{21} \\ y_{22} \\ \vdots \\ y_{2T_2} \\ \vdots \\ y_{N1} \\ y_{N2} \\ \vdots \\ y_{NT_N} \end{bmatrix}_{\left(\sum_{i=1}^N T_i \times 1\right)} = \begin{bmatrix} 1 & x_{111} & x_{112} & \dots & x_{11K} \\ 1 & x_{121} & x_{122} & \dots & x_{12K} \\ \vdots & \vdots & \vdots & \ddots & \vdots \\ 1 & x_{1T_1 1} & x_{1T_1 2} & \dots & x_{1T_1 K} \\ 1 & x_{211} & x_{212} & \dots & x_{21K} \\ 1 & x_{221} & x_{222} & \dots & x_{22K} \\ \vdots & \vdots & \vdots & \ddots & \vdots \\ 1 & x_{1T_2 1} & x_{2T_2 2} & \dots & x_{2T_2 K} \\ \vdots & \vdots & \vdots & \ddots & \vdots \\ 1 & x_{N11} & x_{N12} & \dots & x_{N1K} \\ 1 & x_{N21} & x_{N22} & \dots & x_{N2K} \\ \vdots & \vdots & \vdots & \ddots & \vdots \\ 1 & x_{NT_N 1} & x_{NT_N 2} & \dots & x_{NT_N K} \end{bmatrix}_{\left(\sum_{i=1}^N T_i \times (K+1)\right)}$$

$$\begin{bmatrix} \beta_0 \\ \beta_1 \\ \beta_2 \\ \vdots \\ \beta_K \end{bmatrix}_{((K+1) \times 1)} + \begin{bmatrix} \begin{pmatrix} 1 \\ 1 \\ \vdots \\ 1 \end{pmatrix}_{\{T_1\}} \mu_1 \\ \begin{pmatrix} 1 \\ 1 \\ \vdots \\ 1 \end{pmatrix}_{\{T_2\}} \mu_2 \\ \vdots \\ \begin{pmatrix} 1 \\ 1 \\ \vdots \\ 1 \end{pmatrix}_{\{T_N\}} \mu_N \end{bmatrix}_{\left(\sum_{i=1}^N T_i \times 1\right)} + \begin{bmatrix} v_{11} \\ v_{12} \\ \vdots \\ v_{1T_1} \\ v_{21} \\ v_{22} \\ \vdots \\ v_{2T_2} \\ \vdots \\ v_{N1} \\ v_{N2} \\ \vdots \\ v_{NT_N} \end{bmatrix}_{\left(\sum_{i=1}^N T_i \times 1\right)}$$

Secara ringkas dapat ditulis dalam bentuk :

$$\begin{bmatrix} \mathbf{Y}_1 \\ \mathbf{Y}_2 \\ \vdots \\ \mathbf{Y}_N \end{bmatrix}_{\left(\sum_{i=1}^N T_i \times 1\right)} = \begin{bmatrix} \mathbf{1}_{T_1} & \mathbf{X}_{11} & \mathbf{X}_{12} & \dots & \mathbf{X}_{1K} \\ \mathbf{1}_{T_2} & \mathbf{X}_{21} & \mathbf{X}_{22} & \dots & \mathbf{X}_{2K} \\ \vdots & \vdots & \vdots & \ddots & \vdots \\ \mathbf{1}_{T_N} & \mathbf{X}_{N1} & \mathbf{X}_{N2} & \dots & \mathbf{X}_{NK} \end{bmatrix}_{\left(\sum_{i=1}^N T_i \times (K+1)\right)} \begin{bmatrix} \beta_0 \\ \beta_1 \\ \beta_2 \\ \vdots \\ \beta_K \end{bmatrix}_{((K+1) \times 1)} \quad (6)$$

$$+ \begin{bmatrix} \mathbf{1}_{T_1} & \mathbf{0} & \dots & \mathbf{0} \\ \mathbf{0} & \mathbf{1}_{T_2} & \dots & \mathbf{0} \\ \vdots & \vdots & \ddots & \vdots \\ \mathbf{0} & \mathbf{0} & \dots & \mathbf{1}_{T_N} \end{bmatrix}_{\left(\sum_{i=1}^N T_i \times N\right)} \begin{bmatrix} \mu_1 \\ \mu_2 \\ \vdots \\ \mu_N \end{bmatrix}_{(N \times 1)} + \begin{bmatrix} \mathbf{v}_1 \\ \mathbf{v}_2 \\ \vdots \\ \mathbf{v}_N \end{bmatrix}_{\left(\sum_{i=1}^N T_i \times 1\right)} \quad (7)$$

$$\mathbf{Y} = \begin{bmatrix} \mathbf{Y}_1 = \begin{bmatrix} y_{11} \\ y_{12} \\ \vdots \\ y_{1T_1} \end{bmatrix} \\ \vdots \\ \mathbf{Y}_N = \begin{bmatrix} y_{N1} \\ y_{N2} \\ \vdots \\ y_{NT_N} \end{bmatrix} \end{bmatrix}$$



$$\mathbf{X} = \begin{bmatrix} \mathbf{1}_{T_1} & \mathbf{X}_{11} = \begin{pmatrix} x_{111} \\ x_{121} \\ \vdots \\ x_{1T_1,1} \end{pmatrix} & \dots & \mathbf{X}_{1K} = \begin{pmatrix} x_{11K} \\ x_{12K} \\ \vdots \\ x_{1T_1,K} \end{pmatrix} \\ \vdots & \vdots & \ddots & \vdots \\ \mathbf{1}_{T_N} & \mathbf{X}_{N1} = \begin{pmatrix} x_{N11} \\ x_{N21} \\ \vdots \\ x_{NT_N,1} \end{pmatrix} & \dots & \mathbf{X}_{NK} = \begin{pmatrix} x_{N1K} \\ x_{N2K} \\ \vdots \\ x_{NT_N,K} \end{pmatrix} \end{bmatrix};$$

$$\mathbf{v}_1 = \begin{bmatrix} v_{11} \\ v_{12} \\ \vdots \\ v_{1T_1} \end{bmatrix}$$

$$\vdots$$

$$\mathbf{v}_N = \begin{bmatrix} v_{N1} \\ v_{N2} \\ \vdots \\ v_{NT_N} \end{bmatrix}$$

dan  $\mathbf{1}_{T_i} = \begin{bmatrix} 1 \\ 1 \\ \vdots \\ 1 \end{bmatrix}$  vektor satuan dengan ukuran  $T_i$ .

Dari penjelasan diatas akan ditaksir koefisien regresi vektor  $\beta$  dengan dimensi  $(K+1) \times 1$  dan komponen variansi  $(\sigma_\mu^2, \sigma_v^2)$ .

**4.3. Estimasi Parameter Data Panel Tidak Lengkap Fixed Effect Satu Arah dengan Least Square Dummy Variable (LSDV)**

Jika sebuah data panel memiliki jumlah observasi yang berbeda untuk setiap unit *cross section* atau observasi  $T_i$  berbeda antar *cross section* maka disebut data panel tidak lengkap (*unbalanced panel data*) (Baltagi, 175). Jika  $T_i$  adalah periode untuk unit *cross section*  $i$ , maka jumlah observasi data panel tidak lengkap adalah  $\sum_{i=1}^N T_i$ .

Pada model ini mengasumsikan intersep bervariasi antar individu maupun antar waktu, sedangkan *slope*-nya konstan. Sehingga dapat dibentuk menjadi dua model, yaitu model efek individu dan model efek waktu. Untuk melihat perbedaan intersep-nya digunakan variabel *dummy*.

**4.4. Model Efek Individu**

Pada model efek individu, intersep diperbolehkan berbeda antar individu, sedangkan *slope*-nya diasumsikan bersifat konstan. Sehingga dalam model ini variabel *dummy* hanya berperan untuk penggolongan unit individu.

$$y_{it} = \beta_0 + \beta X_{it} + \alpha_i + v_{it} \tag{7}$$

dengan  $i = 1, 2, \dots, N$ ;  $t = 1, 2, \dots, T_i$  dan

$$n = \sum_{i=1}^N T_i \text{ atau jika dinyatakan dalam bentuk}$$

matriks adalah :

$$\mathbf{Y} = \mathbf{1}_n \beta_0 + \mathbf{X}\beta + \mathbf{M}_\alpha \alpha + \mathbf{v} \tag{8}$$

1) Estimasi Paramater  $\beta$

Untuk mengestimasi parameter  $\beta$  digunakan Persamaan (9) :

$$\mathbf{Y} = \mathbf{1}_n \beta_0 + \mathbf{X}\beta + \mathbf{u} \text{ dimana } \mathbf{u} = \mathbf{M}_\alpha \alpha + \mathbf{v}$$

$$= \underbrace{\begin{bmatrix} \mathbf{1}_n & \mathbf{X} \end{bmatrix}}_{\mathbf{X}^*} \begin{bmatrix} \beta_0 \\ \beta \end{bmatrix} + \mathbf{u}$$

$$\mathbf{Y} = \mathbf{X}^* \beta^* + \mathbf{u} \tag{9}$$

2) Estimasi Parameter  $\alpha_i$

Untuk mengestimasi parameter  $\alpha_i$  digunakan Persamaan (8).

$$y_{it} = \beta_0 + \beta X_{it} + \alpha_i + v_{it}$$

$$\begin{aligned} \alpha_i &= y_{it} - \beta_0 - \beta X_{it} - v_{it} \\ &= \frac{1}{T_i} \sum_{t=1}^{T_i} (y_{it} - \beta_0 - \beta x_{it} - v_{it}) \end{aligned}$$

$$\sum_{t=1}^{T_i} v_{it} = 0$$

Karena

$$\text{maka } \alpha_i = \bar{y}_{it} - \beta_0 - \beta \bar{x}_{it}$$

**4.5. Model Efek Waktu**

Pada model efek waktu intersep diperbolehkan berbeda antar unit waktu dan *slope*-nya diasumsikan konstan. Sehingga variabel *dummy*

dalam model ini hanya berperan dalam penggolongan waktu. Model umum data panel tidak lengkap efek waktu adalah sebagai berikut :

$$y_{it} = \beta_0 + \beta X_{it} + \mu_i + v_{it} \quad (10)$$

dengan  $i = 1, 2, \dots, N$ ;  $t = 1, 2, \dots, T_i$  dan

$$n = \sum_{i=1}^N T_i \text{ atau jika ditulis dalam bentuk matriks :}$$

$$\mathbf{Y} = \mathbf{1}_n \beta_0 + \mathbf{X}\boldsymbol{\beta} + \mathbf{M}_\mu \boldsymbol{\mu} + \mathbf{v} \quad (11)$$

### 1) Estimasi Parameter $\boldsymbol{\beta}$

Untuk mengestimasi parameter  $\boldsymbol{\beta}$  digunakan persamaan (12) :

$$\mathbf{Y} = \mathbf{1}_n \beta_0 + \mathbf{X}\boldsymbol{\beta} + \mathbf{u} \text{ dimana } \mathbf{u} = \mathbf{M}_\mu \boldsymbol{\mu} + \mathbf{v}$$

$$= \underbrace{\begin{bmatrix} \mathbf{1}_n & \mathbf{X} \end{bmatrix}}_{\mathbf{X}} \begin{bmatrix} \beta_0 \\ \boldsymbol{\beta} \end{bmatrix} + \mathbf{u}$$

$$\mathbf{Y} = \mathbf{X} \cdot \boldsymbol{\beta} + \mathbf{u} \quad (12)$$

### 2) Estimasi Parameter $\mu_i$

Untuk mengestimasi parameter  $\mu_i$  digunakan persamaan (11).

$$y_{it} = \beta_0 + \beta X_{it} + \mu_i + v_{it}$$

$$\mu_i = y_{it} - \beta_0 - \beta X_{it} - v_{it}$$

$$= \frac{1}{N} \sum_{t=1}^{T_i} (y_{it} - \beta_0 - \beta x_{it} - v_{it})$$

$$\text{Karena } \sum_{t=1}^T v_{it} = 0,$$

$$\text{maka } \mu_i = \bar{y}_{it} - \beta_0 - \bar{\beta} x_{it}$$

## 5. Kesimpulan

Pada dasarnya untuk mendapatkan parameter tersebut menggunakan konsep estimasi OLS (*Ordinary Least Square*) yang dikembangkan sehingga diperoleh estimator yang BLUE (*Best Linier Unbiased Estimator*).

Berdasarkan uraian matematis diatas, dapat diambil kesimpulan *Metode Least Square Dummy Variable* (LSDV) dapat digunakan untuk menaksir

parameter dalam model regresi data panel tidak lengkap *fixed effect* satu arah dengan mengasumsikan intersep bervariasi antar individu maupun antar waktu sedangkan *slope*-nya konstan. Untuk melihat perbedaan intersepnya digunakan variabel *dummy* baik untuk penggolongan unit individu maupun unit waktu.

## 6. Daftar Pustaka

- [1] Schott, J. (1997). *Matrix Analysis for Statistics*. John Wiley & Sons Inc, New York.
- [2] Astutik, S. Yayuk. (2014). *Teknik Estimasi Parameter dan Komponen Error Pada Data Penl Tidak Lengkap dengan LSDV, FGLS dan ANOVA*. Yogyakarta : UGM.
- [3] Baltagi, H. (2005). *Econometric Analysis of Panel Data*. 3<sup>rd</sup> ed. John Wiley & Sons Ltd, Chichester.
- [4] Baltagi, H., Seuck H.Song. (2006). *Unbalanced Panel Data : A Survey, Statistical Paper 47*, 493-523.
- [5] Greene, W. (2003). *Econometric Analysis*. 5<sup>th</sup> ed. Prentice Hall, New Jersey.
- [6] Rosadi, Dedi. (2012). *Ekonometrika & Analisis Runtun Waktu Terapan dengan EViews*. ANDI, Yogyakarta.
- [7] Rosadi, Dedi. (2012). *Diktat Kuliah Analisis Data Panel*. Jurusan Matematika FMIPA UGM.
- [8] Searle, R., George Casella, Charles E. McCulloh. (1992). *Variance Components*. John Wiley & Sons Inc, New York.
- [9] Wansbeek, T., A. Kapteyn. (1989). *Estimation of The Error Components Model with Incomplete Panels*, *Journal of Econometrics* 41, 341-361.