Estimasi, Vol. 3, No. 2, Juli, 2022, Hal. 59-69
DOI:

Estimasi Parameter Model Regresi Data Panel Efek Tetap dengan Metode *First Difference*

Asti Inayati Magfirah[1*], Raupong[1], Georgina Maria Tinungki[1]
[1]Departemen Statistika, Fakultas MIPA,
Universitas Hasanuddin, Makassar, 90245, Indonesia
email: astiinaymag@gmail.com

Abstract

This study aims to estimate the regression parameters fixed effects panel data model using the first difference method on the influence of Life Expectancy, Average Length of School, and Per capita Expenditure on the Human Development Index of South Sulawesi in 2012 - 2018. The first difference method is used to obtain intercept differences in each district/city explaining the effect of regional differences. The first difference process results in autocorrelation of data so after the first difference is done the generalized least square method is used to estimate the parameters. The results show Life Expectancy, Average Length of School, and Per capita Expenditure has a significant influence on the Human Development Index of South Sulawesi in 2012 - 2018 simultaneously or partially.

Keywords: *First Difference Method, Fixed Effect Model, Generalized Least Square, Human Development Index, Panel Data Regression.*

Abstrak

Penelitian ini bertujuan untuk mengestimasi parameter regresi model data panel efek tetap dengan metode *first difference* pada pengaruh Angka Harapan Hidup, Rata-Rata Lama Sekolah, dan Pengeluaran Perkapita terhadap Indeks Pembangunan Manusia Sulawesi Selatan tahun 2012 - 2018. Metode *first difference* digunakan untuk memperoleh perbedaan intersep masing-masing kabupaten/kota yang menjelaskan efek perbedaan wilayah. Proses *first difference* mengakibatkan data berautokorelasi maka setelah dilakukan *first difference* digunakan metode *generalized least square* untuk mengestimasi parameter. Hasil menunjukkan Angka Harapan Hidup, Rata-Rata Lama Sekolah, dan Pengeluaran Perkapita memiliki pengaruh signifikan terhadap Indeks Pembangunan Manusia Sulawesi Selatan tahun 2012 - 2018 secara simultan maupun parsial.

Kata kunci: *Generalized Least Square*, Indeks Pembangunan Manusia, Metode *First Difference*, Model Efek Tetap, Regresi Data Panel.

1. Pendahuluan

Regresi linear adalah teknik yang digunakan untuk memperoleh model hubungan antara satu variabel tak bebas dengan satu atau lebih variabel bebas. Jaya dan Sunengsih (2009) menyatakan bahwa analisis regresi telah banyak dikembangkan dalam berbagai model salah satunya adalah regresi model data panel, data panel adalah gabungan antara data *cross section* dan data *time series* [1]. Winarno (2007) berpendapat bahwa data *cross section* adalah data yang dikumpulkan dengan objek lebih dari satu pada suatu waktu tertentu. Sedangkan *time series* ialah data yang diamati berdasarkan satu objek dan dikumpulkan dalam beberapa periode [2]. Gujarati (2006) menemukan beberapa keuntungan menggunakan regresi data panel, yaitu: Dengan mengombinasikan data *time series* dan data *cross section*, data panel memberikan data yang lebih informatif, lebih variatif, mengurangi kolineritas antar variabel, derajat kebebasan yang lebih banyak, dan efisiensi yang lebih besar. Dengan mempelajari bentuk *cross section* berulang-ulang dari observasi, data panel lebih baik untuk mempelajari dinamika perubahan data; Data panel dapat mendeteksi lebih baik dalam mengukur efek-efek yang tidak dapat diobservasi dalam data *cross section* maupun data *time series* saja; dan Data panel memungkinkan untuk dipelajarinya model perilaku yang lebih rumit [3].

Regresi data panel memiliki tiga model, yaitu: model efek umum, model efek tetap, dan model efek acak. Pada model efek tetap ada tiga pendekatan yang dapat digunakan untuk mengestimasi parameter yaitu metode *within group*, metode *least squares dummy variable*, dan metode *first difference* [4]. Ahmad (2019) melakukan penelitian menggunakan regresi data panel model efek tetap dengan metode *Least Square Dummy Variable* untuk melihat variabel – variabel yang mempengaruhi Indeks Pembangunan Manusia di Sulawesi Selatan hasilnya terdapat beberapa variabel yang terbukti memiliki pengaruh yang signifikan terdahap Indeks Pembangunan Manusia, yaitu variabel Angka Harapan Hidup dan Rata-Rata Lama Sekolah [5].

Hufaini (2020) juga melakukan penelitian menggunakan regresi data panel model efek tetap dengan metode *Within Group* yang diaplikasikan pada data yang serupa dalam penelitian Ahmad (2019) untuk melihat perbedaan pada hasil akhir jika digunakan metode pengestimasian yang berbeda. Pada penelitian ini juga terbukti bahwa variabel Angka Harapan Hidup dan Rata – Rata Lama Sekolah memiliki pengaruh yang signifikan terhadap Indeks Pembangunan Manusia [6].

Aji dan Syarifuddin (2015) mengungkapkan bahwa Indeks Pembangunan Manusia merupakan alat ukur yang mampu menggambarkan tingkat kesejahteraan secara menyeluruh karena dapat menggambarkan faktor ekonomi dan nonekonomi [7]. Indeks Pembangunan Manusia dihitung dari agregasi tiga dimensi, yaitu umur panjang dan hidup sehat, pengetahuan, serta standar hidup layak. Setiap dimensi diwakili oleh indikator. Dimensi umur panjang dan hidup sehat diwakili oleh indikator umur harapan hidup saat lahir. Sementara itu, rata-rata lama sekolah dan harapan lama sekolah merupakan indikator yang mewakili pengetahuan. Terakhir, dimensi standar hidup layak Indonesia diwakili oleh indikator pengeluaran per kapita yang disesuaikan [8].

Berdasarkan penelitian-penelitian sebelumnya [4-6], data indeks pembangunan manusia dengan beberapa variabel bebas yaitu angka harapan hidup, rata – rata lama sekolah, dan pengeluaran perkapita sebagai perwakilan dari dimensi standar hidup layak dimodelkan dengan regresi data panel efek tetap. Metode yang digunakan menggunakan *first difference*.

2. Material dan Metode

Data yang digunakan dalam penelitian ini adalah data sekunder Indeks Pembangunan Manusia di Sulawesi Selatan dengan rentang 7 tahun yaitu tahun 2012 - 2018 pada pengamatan 24 Kabupaten. Metode yang digunakan dalam penerapan regresi model data panel efek tetap yaitu dengan metode kuantitatif. Variabel dalam penelitian ini terdiri dari 1 variabel tak bebas dan 3 variabel bebas. Variabel Indeks Pembangunan Manusia sebagai variabel tak bebas (Y), Angka Harapan Hidup sebagai variabel bebas (X_1), Rata – Rata Lama Sekolah sebagai variabel bebas (X_2), dan Pengeluaran per Kapita sebagai variabel bebas (X_3).

Data diestimasi menggunakan regresi model data panel efek tetap dengan metode *first difference*. Menurut Hsiao (2003) regresi data panel adalah regresi yang menggunakan data panel yaitu data pengamatan terhadap satu atau lebih variabel pada suatu unit secara terus menerus dalam beberapa periode waktu [9]. Bentuk umum model regresi data panel adalah sebagai berikut:

$$y_{it} = \beta_0 + x_{1it}\beta_1 + x_{2it}\beta_2 + \cdots + x_{kit}\beta_k + \varepsilon_{it} \quad , i = 1,2,\ldots,N \quad t = 1,2,\ldots,T \tag{1}$$

atau dalam bentuk matriks,

$$\boldsymbol{Y}_{it}^{*} = \boldsymbol{X}_{it}^{*}\boldsymbol{\beta}^{*} + \boldsymbol{\varepsilon}_{it}^{*} \tag{2}$$

dengan,

$\boldsymbol{Y}_{it}^{*} = (y_{i1} \quad y_{i2} \quad \ldots \quad y_{iT})'$

$$\boldsymbol{X}_{it}^{*} = (\boldsymbol{1} \quad \boldsymbol{x}_{1it} \quad \boldsymbol{x}_{2it} \quad \ldots \quad \boldsymbol{x}_{kit}) = \begin{pmatrix} 1 & x_{1i1} & x_{2i1} & \cdots & x_{ki1} \\ 1 & x_{1i2} & x_{2i2} & \cdots & x_{ki2} \\ \vdots & \vdots & \vdots & \cdots & \vdots \\ 1 & x_{1iT} & x_{2iT} & \cdots & x_{kiT} \end{pmatrix}$$

$\boldsymbol{\beta}^{*} = (\beta_0 \quad \beta_1 \quad \beta_2 \quad \ldots \quad \beta_k)'$

$\boldsymbol{\varepsilon}_{it}^{*} = (\varepsilon_{i1} \quad \varepsilon_{i2} \quad \ldots \quad \varepsilon_{iT})'$

Regresi data panel terbagi dalam 3 model salah satunya model efek tetap. Berdasarkan pernyataan Hsiao dalam Latuconsina (2017) model efek tetap menetapkan bahwa intersep adalah sebagai kelompok yang spesifik/berbeda dalam setiap individu pada model regresinya. Formulasi yang biasa dipakai dalam model mengasumsikan bahwa perbedaan antarindividu dapat dilihat dalam perbedaan intersepnya. Model efek tetap disini mengasumsikan bahwa tidak ada efek waktu yang spesifik dan hanya memfokuskan pada efek individu yang spesifik dengan model sebagai berikut:

$$y_{it} = \beta_{0i} + x_{1it}\beta_1 + x_{2it}\beta_2 + \cdots + x_{kit}\beta_k + \varepsilon_{it} \quad , \quad i = 1,2,\ldots,N \; ; \; t = 1,2,\ldots,T \tag{3}$$

Indeks *i* pada intersep (β_{0i}) menunjukkan bahwa intersep dari masing-masing individu berbeda, namun intersep untuk unit waktu tetap (konstan) [10].

Menurut Muck (2018) metode *First Difference* adalah salah satu teknik estimasi untuk mengeliminasi efek tetap yang juga regressor invarian waktu [11]. Perhatikan bahwa:

$$\begin{aligned} y_{it} &= \beta_{0i} + x_{1it}\beta_1 + x_{2it}\beta_2 + \cdots + x_{kit}\beta_k + \varepsilon_{it} \\ y_{i(t-1)} &= \beta_{0i} + x_{1i(t-1)}\beta_1 + x_{2i(t-1)}\beta_2 + \cdots + x_{ki(t-1)}\beta_k + \varepsilon_{i(t-1)} \\ y_{it} - y_{i(t-1)} &= (x_{1it} - x_{1i(t-1)})\beta_1 + (x_{2it} - x_{2i(t-1)})\beta_2 + \cdots + (x_{kit} - x_{ki(t-1)})\beta_k \\ &\quad + (\varepsilon_{it} - \varepsilon_{i(t-1)}) \end{aligned}$$

dan hasil *first difference* kedua persamaan:

$$\Delta y_{it} = \Delta x_{1it}\beta_1 + \Delta x_{2it}\beta_2 + \cdots + \Delta x_{kit}\beta_k + \Delta\varepsilon_{it} \tag{4}$$

dengan,

$\Delta y_{it} = y_{it} - y_{i(t-1)}$

$\Delta x_{jit} = x_{jit} - x_{ji(t-1)}$, $j = 1,2,\dots,k$

First difference juga dapat dilakukan dengan menggunakan matriks transformasi $\boldsymbol{D}$ yang berukuran $(T-1) \times T$ yaitu,

$$\underset{(T-1)\times T}{\boldsymbol{D}} = \begin{pmatrix} -1 & 1 & 0 & \cdots & \cdots & 0 \\ 0 & -1 & 1 & 0 & \cdots & 0 \\ \vdots & & \ddots & \ddots & & 0 \\ 0 & \cdots & \cdots & \cdots & -1 & 1 \end{pmatrix} \tag{5}$$

kemudian matriks $\boldsymbol{D}$ dikalikan dengan persamaan (2),

$$\boldsymbol{D}\begin{pmatrix} y_{i1} \\ y_{i2} \\ \vdots \\ y_{iT} \end{pmatrix} = \boldsymbol{D}\begin{pmatrix} 1 & x_{1i1} & x_{2i1} & \cdots & x_{ki1} \\ 1 & x_{1i2} & x_{2i2} & \cdots & x_{ki2} \\ \vdots & \vdots & \vdots & \cdots & \vdots \\ 1 & x_{1iT} & x_{2iT} & \cdots & x_{kiT} \end{pmatrix}\begin{pmatrix} \beta_0 \\ \beta_1 \\ \vdots \\ \beta_k \end{pmatrix} + \boldsymbol{D}\begin{pmatrix} \varepsilon_{i1} \\ \varepsilon_{i2} \\ \vdots \\ \varepsilon_{iT} \end{pmatrix}$$

dari perkalian tersebut selanjutnya diperoleh,

$$\begin{pmatrix} y_{i2} - y_{i1} \\ y_{i3} - y_{i2} \\ \vdots \\ y_{iT} - y_{i(T-1)} \end{pmatrix} = \begin{pmatrix} 0 & x_{1i2} - x_{1i1} & x_{2i2} - x_{2i1} & \cdots & x_{ki2} - x_{ki1} \\ 0 & x_{1i3} - x_{1i2} & x_{2i3} - x_{2i2} & \cdots & x_{ki3} - x_{ki2} \\ \vdots & \vdots & \vdots & \cdots & \vdots \\ 0 & x_{1iT} - x_{1i(T-1)} & x_{2iT} - x_{2i(T-1)} & \cdots & x_{kiT} - x_{ki(T-1)} \end{pmatrix}\begin{pmatrix} \beta_0 \\ \beta_1 \\ \vdots \\ \beta_k \end{pmatrix} + \begin{pmatrix} \varepsilon_{i2} - \varepsilon_{i1} \\ \varepsilon_{i3} - \varepsilon_{i2} \\ \vdots \\ \varepsilon_{iT} - \varepsilon_{i(T-1)} \end{pmatrix}$$

$$\begin{pmatrix} \Delta y_{i1} \\ \Delta y_{i2} \\ \vdots \\ \Delta y_{i(T-1)} \end{pmatrix} = \begin{pmatrix} \Delta x_{1i1} & \Delta x_{2i1} & \cdots & \Delta x_{ki1} \\ \Delta x_{1i2} & \Delta x_{2i2} & \cdots & \Delta x_{ki2} \\ \vdots & \vdots & \cdots & \vdots \\ \Delta x_{1i(T-1)} & \Delta x_{2i(T-1)} & \cdots & \Delta x_{ki(T-1)} \end{pmatrix}\begin{pmatrix} \beta_1 \\ \beta_2 \\ \vdots \\ \beta_k \end{pmatrix} + \begin{pmatrix} \Delta\varepsilon_{i1} \\ \Delta\varepsilon_{i2} \\ \vdots \\ \Delta\varepsilon_{i(T-1)} \end{pmatrix}$$

$$\begin{pmatrix} y^*_{i1} \\ y^*_{i2} \\ \vdots \\ y^*_{i(T-1)} \end{pmatrix} = \begin{pmatrix} x^*_{1i1} & x^*_{2i1} & \cdots & x^*_{ki1} \\ x^*_{1i2} & x^*_{2i2} & \cdots & x^*_{ki2} \\ \vdots & \vdots & \cdots & \vdots \\ x^*_{1i(T-1)} & x^*_{2i(T-1)} & \cdots & x^*_{ki(T-1)} \end{pmatrix}\begin{pmatrix} \beta_1 \\ \beta_2 \\ \vdots \\ \beta_k \end{pmatrix} + \begin{pmatrix} \varepsilon^*_{i1} \\ \varepsilon^*_{i2} \\ \vdots \\ \varepsilon^*_{i(T-1)} \end{pmatrix}$$

atau, dalam bentuk matriks modelnya adalah:

$$\boldsymbol{DY}_i = \boldsymbol{DX}_i\boldsymbol{\beta} + \boldsymbol{D\varepsilon}_i \tag{6}$$

Dengan demikian, setelah dilakukan *first difference* semua variabel invarian waktu (β_0) hilang pada model dan residual bukan lagi ε_{it} melainkan $\Delta\varepsilon_{it}$ dimana.

$$\Delta\varepsilon_{it} = \varepsilon_{it} - \varepsilon_{it-1}$$
$$\Delta\varepsilon_{it-1} = \varepsilon_{it-1} - \varepsilon_{it-2}$$

kedua residual memiliki varians yang sama,

$$Var(\Delta\varepsilon_{it}) = Var(\Delta\varepsilon_{it-1}) = 2\sigma^2$$

sedangkan kovariannya,

$$Cov(\Delta\varepsilon_{it}, \Delta\varepsilon_{it-1}) = Cov(\varepsilon_{it} - \varepsilon_{it-1}, \varepsilon_{it-1} - \varepsilon_{it-2}) = -\sigma^2$$

matriks varians kovarians baru residual *first difference* dapat dituliskan:

$$E(\varepsilon\varepsilon') = \sigma^2\boldsymbol{DD}' = \sigma^2 \begin{pmatrix} 2 & -1 & 0 & \dots & 0 \\ -1 & 2 & -1 & \dots & 0 \\ \vdots & \ddots & \ddots & \ddots & \vdots \\ 0 & \dots & -1 & 2 & -1 \\ 0 & \dots & 0 & -1 & 2 \end{pmatrix}_{(T-1)\times(T-1)} \tag{7}$$

terlihat prosedur *first difference* mengakibatkan residual berautokorelasi karena $Cov(\Delta\varepsilon_{it}, \Delta\varepsilon_{it-1}) \neq 0$. Maka metode yang efisien untuk mengestimasi model *first difference* adalah GLS. Estimator GLS dari model *first difference* dapat ditulis sebagai berikut:

$$\hat{\beta}^{FD} = [(\boldsymbol{DX})'(\boldsymbol{DD}')^{-1}\boldsymbol{DX}]^{-1}[(\boldsymbol{DX})'(\boldsymbol{DD}')^{-\mathbf{1}}\boldsymbol{DY}] \tag{8}$$

Setelah dilakukan estimasi diperoleh $\beta_1, \beta_2, \dots, \beta_k$. Untuk memperoleh β_{0i}, residual dikuadratkan kemudian diturunkan terhadap β_{0i}.

$$\begin{aligned} R &= \sum_{i=1}^{n} (\varepsilon_{it})^2 \\ &= \sum_{i=1}^{n} (y_{it} - \beta_{0i} - x_{1it}\beta_1 - x_{2it}\beta_2 - \dots - x_{kit}\beta_k)^2 \end{aligned}$$

$$\frac{\partial R}{\partial \beta_{0i}}|_{\beta_{0i}=\hat{\beta}_{0i}^{FD}} = 2\sum_{i=1}^{n} (y_{it} - \hat{\beta}_{0i}^{FD} - x_{1it}\hat{\beta}_1 - x_{2it}\hat{\beta}_2 - \dots - x_{kit}\hat{\beta}_k)(-1) = 0$$

$$= n\hat{\beta}_{0i}^{FD} + \sum_{i=1}^{n} x_{1it}\hat{\beta}_1 + \sum_{i=1}^{n} x_{2it}\hat{\beta}_2 + \dots + \sum_{i=1}^{n} x_{kit}\hat{\beta}_k = \sum_{i=1}^{n} y_{it}$$

$$n\hat{\beta}_{0i}^{FD} = \sum_{i=1}^{n} y_{it} - \sum_{i=1}^{n} x_{1it}\hat{\beta}_1 - \sum_{i=1}^{n} x_{2it}\hat{\beta}_2 - \dots - \sum_{i=1}^{n} x_{kit}\hat{\beta}_k$$

$$\hat{\beta}_{0i}^{FD} = \frac{1}{n}\sum_{i=1}^{n} y_{it} - \frac{1}{n}\sum_{i=1}^{n} x_{1it}\hat{\beta}_1 - \frac{1}{n}\sum_{i=1}^{n} x_{2it}\hat{\beta}_2 - \dots - \frac{1}{n}\sum_{i=1}^{n} x_{kit}\hat{\beta}_k$$

$$\hat{\beta}_{0i}^{FD} = \bar{y}_{it} - \bar{x}_{1it}\hat{\beta}_1 - \bar{x}_{2it}\hat{\beta}_2 - \dots - \bar{x}_{kit}\hat{\beta}_k$$

Atau dapat dituliskan dalam bentuk matriks,

$$\hat{\beta}_{0i}^{FD} = \overline{\boldsymbol{Y}}_i - \overline{\boldsymbol{X}}_i\hat{\boldsymbol{\beta}}^{FD} \tag{9}$$

3. Hasil dan Diskusi

Langkah pertama dalam penelitian ini yaitu melihat statistik deskriptif sebagai informasi awal karakteristik data yang digunakan. Adapun statistik deskriptif dari masing-masing variabel akan ditunjukkan pada tabel berikut.

Tabel 1. Statistik Deskriptif IPM Sulsel 2012-2018

Variabel	Rata-Rata	Minimum	Maksimum
IndeksPembangunanManusia (IPM)	67,8474	59,62	81,73
Angka Harapan Hidup (AHH)	68,5874	65,27	73,09
Rata-Rata Lama Sekolah (RLS)	7,5378	5,38	11,09
Pengeluaran Per Kapita (PKP)	99,5874	61,27	165,97

Sumber: Hasil olah data, 2020

Berdasarkan Tabel 1, variabel Indeks Pembangunan Manusia memiliki rata-rata 67,8474 itu artinya rata-rata Indeks Pembangunan Manusia di Sulawesi Selatan masuk dalam kategori sedang dan memiliki nilai minimum 59.62 dan maksimum 81.73. Rata-rata Angka Harapan Hidup yaitu sebesar 68.5874 tahun artinya, di Sulawesi Selatan penduduk memiliki rata-rata harapan hidup sebesar 68.5874 tahun dengan nilai minimum 65.27 tahun dan nilai maksimum 73.09 tahun. Untuk Rata-Rata Lama Sekolah yang dapat ditempuh oleh penduduk yaitu 7.5378 tahun dengan nilai minimum 5.38 tahun dan nilai maksimum 11.09 tahun. Terakhir rata-rata Pengeluaran per Kapita penduduk di Sulawesi Selatan yaitu sebesar Rp. 9.981.650 dengan nilai minimum Rp. 6.124.000 dan nilai maksimum Rp. 16.597.000.

3.1 Uji Spesifikasi Model

Uji spesifikasi model digunakan untuk menentukan model data panel yang sesuai dengan data.

1. Uji *Chow*

$H_0 : \beta_{01} = \beta_{02} = \beta_{03} = \cdots = \beta_{0N} = \beta_0$ (model efek umum)
$H_1 :$ Minimal ada satu β_{0i} yang berbeda (model efek tetap) $i = 1,2,3, \ldots N$

Uji *chow* digunakan untuk menentukan model efek umum atau model efek tetap dengan menggunakan nilai F_{hitung} sebagai berikut:

$$F_{hitung} = \frac{\frac{(60.6982-16.294)}{24-1}}{\frac{16.294}{168-24-3}} = 16.7064$$

Berdasarkan hasil yang diperoleh yaitu $F_{hitung} > F_{tabel} = 16.7064 > 0.55$ maka, tolak H_0 yang artinya intersep untuk semua unit *cross section* tidak sama sehingga model persamaan regresinya menggunakan model efek tetap dibandindingkan model efek umum.

2. Uji *Hausman*

H_0 : $Corr(X_{ij}, \varepsilon_{ij}) = 0$ (efek *cross section* berhubungan dengan variabel independen lain model yang digunakan yaitu model efek acak).

H_1 : $Corr(X_{ij}, \varepsilon_{ij}) \neq 0$ (efek *cross section* tidak berhubungan dengan variabel independen lain model yang digunakan yaitu model efek tetap).

Uji *Hausman* digunakan untuk menentukan model efek tetap atau model efek acak. hasil uji *Hausman* menggunakan *software* STATA diperoleh yaitu W > ${X^2}_{(\alpha,K)} = 82.23 > 7.8147$ maka, tolak H_0 yang menunjukkan bahwa efek *cross section* tidak berhubungan dengan variabel independen lain maka, model yang sesuai yaitu model efek tetap.

3.2 Pengujian Asumsi Klasik

Pengujian asumsi klasik digunakan untuk menentukan apakah data sudah memenuhi kriteria untuk diestimasi.

1. Uji Normalitas

H_0 : $\varepsilon_i = 0$ data residual berdistribusi normal

H_1 : $\varepsilon_i \neq 0$ data residual tidak berdistribusi normal

Hasil uji normalitas menggunakan metode *Lilliefors* yaitu $L_{hitung} < L_{tabel} = 0.0486 < 0.6836$ maka, terima H_0 yang artinya residual berdistribusi normal.

2. Uji Multikolinearitas

Untuk melihat ada atau tidaknya multikolinearitas antarvariabel bebas dapat diketahui dengan melihat nilai VIF. Berikut perhitungan nilai VIF untuk masing-masing pasangan variabel bebas.

1) AHH dan RLS

$$VIF_{12} = \frac{1}{1-(0.628)^2} = 1.6512$$

2) AHH dan PPK

$$VIF_{13} = \frac{1}{1-(0.124)^2} = 1.01561$$

3) RLS dan PPK

$$VIF_{23} = \frac{1}{1-(0.643)^2} = 1.7048$$

Berdasarkan hasil yang diperoleh, semua pasangan variabel bebas memiliki nilai $VIF < 10$ maka, tidak ada variabel bebas yang saling berkorelasi satu sama lain.

3. Uji Heteroskedastitas

H_0 : $\sigma_i^2 = 0$ (MET memiliki struktur yang homokedastik) ; ; $i = 1,2, \dots, N$

H_0 : $\sigma_i^2 \neq 0$ (MET memiliki struktur yang heteroskedastik) ; $i = 1,2, \dots, N$

Uji heteroskedastis pada regresi data panel dapat dilakukan dengan uji *lagrange multiplier*. Berikut perhitungan uji heteroskedastis menggunakan uji *lagrange multiplier*.

$$LM = \frac{168}{2\,(7-1)}\left[\frac{1.76806e^{-25}}{16.2941} - 1\right]^2 = 14$$

hasil menunjukkan nilai $LM < X^2_{\alpha,N-1} = 14 < 35.172$ maka, terima H_0 yang artinya model efek tetap memiliki struktur yang homoskedastik.

4. Uji Autokorelasi

Untuk dapat mengetahui data memiliki autokorelasi atau tidak, dapat dilakukan dengan membandingkan nilai DW dengan nilai dL dan dU. Diperoleh nilai $DW = 0{,}66$ maka $0 < DW < dL = 0 < 0.6646 < 1.1010$ artinya data memiliki autokorelasi positif.

3.3 Estimasi Parameter Metode *First Difference*

Dalam memperoleh hasil estimasi parameter digunakan *software excel* untuk membantu perhitungan. Hasil estimasi parameter berdasarkan persamaan (8) diperoleh $\beta_1, \beta_2,$ dan β_3 pada Tabel 2.

Tabel 2. Estimasi Parameter

Variabel	Estimasi Parameter
AHH	0,9681
RLS	2,1396
PKP	0,1166

Sumber: Hasil olah data, 2020

Maka, diperoleh model regresi sebagai berikut.

$$\widehat{IPM}_{it} = \hat{\beta}_{0i} + \ 0.9681\, AHH_{it} + \ 2.1396\, RLS_{it} + \ 0.1166\, PPK_{it}$$

Untuk perbedaan intersep antarindividu diperoleh menggunakan persamaan (9) sehingga diperoleh intersep untuk masing-masing kabupaten/kota yaitu:

Tabel 3. Intersep Masing-Masing Kabupaten/Kota

Kabupaten/Kota	Koefisien	Kabupaten/Kota	Koefisien
Bulukumba	-24.8592	Maros	-25.9202
Bone	-24.1663	Pangkajene	-25.0033
Bantaeng	-26.9062	Palopo	-27.7073
Barru	-25.155	Pinrang	-25.8262
Enrekang	-26.9027	Pare – Pare	-28.6301
Gowa	-26.3692	Sidrap	-26.1287
Jeneponto	-24.0099	Sinjai	-24.7828
Selayar	-25.6615	Soppeng	-26.4084
Luwu	-26.3362	Takalar	-25.2393
Luwu Timur	-27.8619	Tana Toraja	-28.6777
Luwu Utara	-25.935	Toraja Utara	-28.3238
Makassar	-30.552	Wajo	-24.1481

Sumber: Hasil olah data, 2020

3.4 Uji Signifikansi Parameter

Uji signifikansi parameter dilakukan untuk melihat apakah ada pengaruh variabel bebas terhadap variabel tak bebas.

1. Uji F

$H_0 : \beta_1 = \beta_2 = \cdots = \beta_k = 0$
H_1 : Paling sedikit ada satu $\beta_j \neq 0$

Uji F digunakan untuk melihat pengaruh variabel bebas secara simultan terhadap variabel tak bebas. Hasil perhitungan uji F disajikan dalam Tabel 4 sebagai berikut.

Tabel 4. Hasil Uji F

Sumber Keragaman	Derajat Bebas	Jumlah Kuadrat	Kuadrat Tengah	F_{hitung}
Regresi	3	229.4928	76.4976	661.97
Residual	141	16.2941	0.1155	
Total	144	245.7869		

Sumber: Hasil olah data, 2020

Berdasarkan Tabel 4, diperoleh $F_{hitung} > F_{tabel} = 661.97 > 0.117$ maka, H_0 ditolak. Artinya variabel AHH, RLS, dan PPK mempunyai pengaruh secara simultan terhadap variabel IPM.

2. Uji t

$H_0 : \beta_j = 0$ untuk $j = 1,2, \dots, k$ (tidak ada hubungan linier antara variabel bebas dan variabel tak bebas)
H_1 : ada $\beta_j \neq 0$ untuk $j = 1,2, \dots, k$ (ada hubungan linier antara variabel bebas dan variabel tak bebas)

Uji t digunakan untuk melihat apakah ada pengaruh secara parsial variabel bebas terhadap variabel tak bebas. Berikut hasil perhitungan uji t.

Tabel 5. Hasil $u$ji t

Variabel	Koefisien Regresi	$se(\beta_j)$	t_{hitung}	t_{tabel}
AHH	0.9681	0.2234	4.3325	1.975
RLS	2.1396	0.185	11.567	
PKP	0.1166	0.0147	7.9084	

Sumber: Hasil olah data, 2020

Berdasarkan hasil perhitungan pada Tabel 5, dapat disimpulkan bahwa setiap t_{hitung} variabel bebas memiliki nilai diluar interval $-1{,}975 < t_{hitung} < 1{,}975$, maka tolak H_0 yang menunjukkan bahwa tiap-tiap variabel bebas AHH, RLS, dan PPK memiliki pengaruh signifikan secara parsial terhadap variabel IPM.

3. Koefisien Determinasi (R^2)

Hasil perhitungan nilai koefisien determinasi untuk masing-masing kabupaten/kota pada Tabel 6.

Tabel 6. Koefisien Determinasi Masing-Masing Kabupaten/Kota

Kab/Kota	R^2	Kab/Kota	R^2
Bulukumba	0.968445	Maros	0.876072
Bone	0.981684	Pangkajene	0.956657
Bantaeng	0.957468	Palopo	0.906534
Barru	0.923855	Pinrang	0.886432
Enrekang	0.946846	Pare-pare	0.95142
Gowa	0.991121	Sidrap	0.933333
Jeneponto	0.908398	Sinjai	0.940347
Selayar	0.983733	Soppeng	0.969873
Luwu	0.955064	Takalar	0.891697
Luwu Timur	0.921722	Tana Toraja	0.85227
Luwu Utara	0.927805	Toraja Utara	0.924364
Makassar	0.910893	Wajo	0.874681

Sumber: Hasil olah data, 2020

Berdasarkan hasil yang telah diperoleh semua kabupaten/kota yang ada di Sulawesi Selatan memiliki nilai R^2 yang tinggi yaitu diatas 85% yang artinya ketiga variabel bebas AHH, RLS, dan PPK dapat menggambarkan variabel IPM lebih dari 85% maka, variabel bebas yang digunakan sangat baik dalam menggambarkan variabel tak bebas. Sedangkan untuk nilai R^2 tertinggi diperoleh oleh kabupaten Gowa dengan nilai R^2 0.9911.

4. Kesimpulan

Berdasarkan hasil dan pembahasan, diperoleh kesimpulan, Estimasi parameter regresi model data panel efek tetap dengan metode *first difference* pada data IPM Sulawesi Selatan tahun 2012 - 2018 yaitu:

$$\widehat{IPM}_{it} = \hat{\beta}_{0i} + \ 0.9681\, AHH_{it} + \ 2.1396\, RLS_{it} + \ 0.1166\, PPK_{it}$$

dimana $\hat{\beta}_{0i}$ menunjukkan perbedaan intersep masing-masing Kabupaten/Kota.

Pengaruh variabel AHH, RLS, dan PPK yang dilakukan secara simultan dengan uji F menunjukkan bahwa variabel bebas mempengaruhi peningkatan variabel tak bebas dalam hal ini nilai IPM Sulawesi Selatan tahun 2012 - 2018. Sedangkan secara parsial, variabel AHH, RLS, dan PPK masing-masing juga mempengaruhi peningkatan nilai IPM di Sulawesi Selatan pada tahun 2012 - 2018. Adapun nilai koefisien determinasi untuk semua kabupaten/kota yang diperoleh berada pada nilai diatas 85%. Hal ini berarti bahwa variabel bebas sudah sangat baik dalam menggambarkan variabel tak bebas. Penelitian selanjutnya dapat secara khusus membahas bentuk data panel dinamis yang dapat mengatasi masalah endogenitas terkait penggunaan lag variabel tak bebas.

Daftar Pustaka

[1] Jaya, I. M., dan Sunengsih, N. “Kajian Analisis Regresi dengan Data Panel”. *Prosiding Seminar Nasional Penelitian, Pendidikan dan Penerapan MIPA*, 51-58, 2009.

[2] Winarno, W. W. “Eviews : Analisis Ekonometrika dan Statistika”. Yogyakarta : Sekolah Tinggi Ilmu Manajemen YKPN, 2007.

[3] Gujarati, D. N. *Basic Econometric*. New York: McGraw-Hill/Irwin, 2006.

[4] Zivot, E. (2012). Fixed Effects Estimation of Panel Data. 1-19.

[5] Amalia, E. N., Darnah & Sifriyani. Regresi Data Panel dengan Pendekatan Common Effect Model (CEM), Fixed Effect model (FEM) dan Random Effect Model (REM) (Studi Kasus: Persentase Penduduk Miskin Menurut Kabupaten/Kota di Kalimantan Timur Tahun 2015-2018). *ESTIMASI: Journal of Statistics and Its Application*, 1 (2) : 106-155, 2020.

[6] Hufaini, A. R, Raupong & Ilyas, N. Regresi Model Data Panel Efek Tetap dengan Metode Within Group pada Data Indeks Pembangunan Manusia Propinsi Sulawesi Selatan. *ESTIMASI: Journal of Statistics and Its Application*, 1 (1) : 10-20, 2020.

[7] Aji, S., & Syarifuddin, D. Identifikasi Tipologi Wilayah Perbatasan Antar Kabupaten/Kota dan Indeks Pembangunan Manusia di Provinsi Jawa Barat. *Planologi Unpas*, 1-22, 2015.

[8] Nugroho, A., & Rahmawati, D. N. *Indeks Pembangunan Manusia 2018.* Jakarta: Badan Pusat Statistik, 2018.

[9] Hsiao, C. *Analysis of Panel Data.* Cambridge: Cambridge University Press, 2003.

[10] Latuconsina, Z. M. Analisis Faktor - Faktor yang Mempengaruhi Indeks Pembangunan Manusia Kabupaten Malang Berbasis Pendekatan Perwilayahan dan Regresi Panel. *Journal of Regional and Rural Development Planning*, 202-216, 2017.

[11] Muck, J. Econometrics of Panel Data. 1-36, 2018.