

Pemodelan Regresi Data Panel terhadap Determinan Indeks Kualitas Lingkungan Hidup (IKLH) Provinsi di Pulau Sulawesi Tahun 2011-2020

Nurhamidah Mursyidin¹, Suwardi Annas², Zulkifli Rais³.

Program Studi Statistika, Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam, Universitas Negeri Makassar, Indonesia

Keywords: regresi data panel, fixed effect model, kualitas lingkungan hidup.

Abstract:

In this study, an analysis will be carried out to determine the factors that affect the Environmental Quality Index (EQI) of Provinces on Sulawesi Island in 2011-2020. Panel data regression is a development of linear regression whose model estimation is carried out with three approaches, namely the common effect model, fixed effect model, and random effect model. Selection of the best panel data regression model is done with the Chow test, Hausman test and Lagrange Multiplier test. This study aims to see the effect of independent variables, namely population density, Human Development Index (HDI), plantation area and home ownership on the dependent variable, namely IKLH. Based on the results of the study, the best model is the fixed effect model with individual effects. Partially, the population density variable has a positive and insignificant effect on EQI, the HDI and home ownership variables have a negative and insignificant effect on EQI, and the plantation area variable has a negative and significant effect on EQI. Simultaneously, the independent variables have a significant effect on EQI with a coefficient of determination (R^2) of 99.87%.

1. Pendahuluan

Permasalahan lingkungan hidup merupakan salah satu isu prioritas Indonesia pada Rencana Pembangunan Jangka Menengah Nasional (RPJMN) Tahun 2020-2024 (BPS, 2020; Peraturan Presiden Republik Indonesia No. 18 Tahun 2020). Masalah yang timbul pada lingkungan hidup merupakan ancaman bagi pembangunan, baik saat ini maupun di masa depan. Permasalahan lingkungan dapat disebabkan oleh faktor perubahan alam maupun perilaku manusia terhadap lingkungan, seperti terjadinya kelangkaan dan kualitas sumber daya air, lahan, maupun kualitas udara yang memburuk (BPS, 2019). Apabila masalah lingkungan tidak segera diatasi, maka memungkinkan terjadinya penurunan kualitas lingkungan hidup yang dapat menimbulkan kerugian.

Kualitas lingkungan hidup dapat dinilai secara kuantitatif menggunakan Indeks Kualitas Lingkungan Hidup (IKLH) (Pusat Penelitian Lingkungan Hidup IPB, 2012). IKLH merupakan nilai yang menggambarkan kualitas lingkungan hidup dalam suatu wilayah pada waktu tertentu. Sejak tahun 2021, IKLH terdiri atas 4 dimensi penyusun yaitu Indeks Kualitas Air (IKA), Indeks Kualitas Udara (IKU), Indeks Kualitas Lahan (IKL) dan Indeks Kualitas Air Laut (IKAL). Selain mengukur nilai kualitas lingkungan hidup, IKLH dapat digunakan sebagai indikator kinerja program perbaikan kualitas lingkungan hidup di suatu daerah dan menjadi bahan informasi dalam mendukung proses pengambilan kebijakan yang berkaitan tentang perlindungan dan pengelolaan lingkungan hidup (Dinas Lingkungan Hidup dan Kehutanan DIY, 2019).

* Corresponding author.

E-mail address: nurhamidamursyidin@gmail.com



Berdasarkan *Environmental Performance Index* (EPI), Indonesia berada di urutan ke 133 dari 178 negara dengan nilai sebesar 46,92 yang mengindikasikan bahwa kualitas lingkungan hidup di Indonesia masih tergolong rendah (Saraswati & Siagian, 2017). Pada penelitian Hidayati & Zakianis (2022), nilai rata-rata IKLH Indonesia selama 3 tahun yaitu dari tahun 2017-2019 masih berada pada level menengah dan belum mencapai target RPJMN. Pulau Sulawesi merupakan salah satu dari lima Pulau terbesar di Indonesia (Teniwut, 2022). Pada tahun 2011 dan 2020, rata-rata nilai IKLH di Pulau Sulawesi berada di urutan kedua yaitu sebesar 73,63% dan 73,44%. Rata-rata nilai IKLH terendah berada di Pulau Jawa yaitu sebesar 51,55% dan 62,18, sedangkan rata-rata nilai IKLH tertinggi berada di Pulau Papua yaitu sebesar 82,92% dan 79,20 (Direktorat Statistik Ketahanan Sosial, 2022).

Untuk mengetahui faktor-faktor yang mempengaruhi nilai IKLH provinsi yang ada di Pulau Sulawesi selama periode tahun 2011-2020, digunakan pendekatan regresi data panel dengan mempertimbangkan bahwa data IKLH memiliki struktur data panel yang merupakan gabungan dari data *cross section* yang berupa wilayah dan data *time series* dimana nilai IKLH diperoleh pada waktu tertentu. Penggunaan data panel akan memperkaya keberagaman data, memberikan observasi yang lebih banyak dan akan menghasilkan *degree of freedom* yang lebih besar dalam pemodelan regresi sehingga dapat mengatasi masalah penghilangan variabel (*omitted variabel*) (Widarjono, 2005; Wiyekti, 2021).

2. Tinjauan Pustaka

2.1 Data Panel

Data panel merupakan gabungan dari data *time series* dan data *cross section* (Baltagi, 2005). Menurut Baltagi (dalam Gujarati & Porter, 2008, hal. 592), penggunaan data panel memberikan beberapa kelebihan dibandingkan dibandingkan hanya menggunakan data *cross-section* atau *time series* saja. Keuntungan yang diperoleh diantaranya data panel mampu untuk mengontrol heterogenitas individual, memberikan data yang lebih informatif, lebih bervariasi, lebih sedikit kolinearitas antar variabel, lebih banyak derajat kebebasan, dan lebih efisien. Data panel juga cocok untuk mempelajari dinamika perubahan dengan melihat hasil observasi dari *cross section*, mampu mendeteksi dan mengukur efek dengan lebih baik, dan memungkinkan kita mempelajari model perilaku yang lebih rumit serta dapat meminimalkan bias yang mungkin terjadi jika kita mengagregasi individu ke dalam agregat yang luas.

2.2 Regresi Data Panel

Regresi data panel merupakan metode yang digunakan untuk memodelkan pengaruh variabel independen terhadap variabel dependen pada data panel (Pangestika, 2015). Persamaan umum model regresi data panel dituliskan pada persamaan berikut (Baltagi, 2005).

$$Y_{it} = \beta_{0it} + \beta_1 X_{1it} + \dots + \beta_k X_{kit} + \varepsilon_{it} \quad (2.1)$$

dengan Y_{it} : nilai variabel dependen untuk unit *cross sectional* ke- i pada unit *time series* ke- t , $i = 1, 2, 3, \dots, N$ dan $t = 1, 2, 3, \dots, T$; β_{0it} : parameter intersep; β_k : parameter bagi variabel independen ke- k ; X_{kit} : nilai variabel independen ke- k untuk unit *cross sectional* ke- i pada unit *time series* ke- t ; ε_{it} : galat pada pengamatan unit *cross sectional* ke- i pada unit *time series* ke- t .

Ada beberapa kemungkinan yang akan muncul ketika mengestimasi model regresi data panel. Hal tersebut dikarenakan saat menggunakan data panel, koefisien slope dan intersep berbeda pada setiap individu dan setiap periode waktu (Widarjono, 2005, hal. 255). Estimasi model regresi data panel dilakukan dengan tiga pendekatan berikut:

a. Common Effect Model (CEM)

Model *common effect* diasumsikan bahwa tidak ada keheterogenan antar individu yang tidak terobservasi karena semua keheterogenan sudah ditangkap oleh variabel independen. Pendugaan parameter *common effect* dilakukan dengan metode OLS dengan tidak memperdulikan unit *cross section* dan unit waktu (Widarjono, 2005). Bentuk persamaan CEM seperti pada persamaan umum model regresi data panel.

b. Fixed Effect Model (FEM)

Model *fixed effect* diasumsikan bahwa nilai intersep dari unit *cross section* atau *time series* berbeda, tetapi koefisien slope tetap sama (Gujarati, 2004). Metode teknik variabel *dummy* digunakan untuk menjelaskan perbedaan intersep tersebut (Widarjono, 2005, hal. 257). Oleh karena itu, model estimasi ini juga dikenal dengan teknik *Least Square Dummy Variable* (LSDV) (Ariefianto, 2012).

Adapun teknik estimasi model regresi data panel dengan model *fixed effect* menggunakan pendekatan estimasi *Least Square Dummy Variable* (LSDV) sebagai berikut (Astuti & Maruddani, 2012):

1) Model *Fixed Effect Individual*

Model ini diasumsikan bahwa tidak terdapat efek waktu tetapi terdapat efek yang berbeda antar individu. Adapun persamaan regresi dalam FEM dapat ditulis sebagai berikut.

$$Y_{it} = \gamma_1 D_{1t} + \dots + \gamma_j D_{jt} + \beta_1 X_{1it} + \dots + \beta_k X_{kit} + \varepsilon_{it} \quad (2.2)$$

γ_j merupakan koefisien intersep untuk keberagaman individu dan D_{jt} merupakan variabel *dummy* yang akan bernilai 1 untuk observasi yang sama dengan individu ke- j dan bernilai 0 untuk observasi individu lain.

2) Model *Fixed Effect Time*

Model ini diasumsikan bahwa tidak terdapat efek individu tetapi terdapat efek yang berbeda antar waktu. Adapun persamaan regresi dalam FEM dapat ditulis sebagai berikut.

$$Y_{it} = \delta_1 D_{1t} + \dots + \delta_j D_{jt} + \beta_1 X_{1it} + \dots + \beta_k X_{kit} + \varepsilon_{it} \quad (2.3)$$

dengan δ_j merupakan koefisien intersep untuk keberagaman waktu.

c. *Random Effect Model* (REM)

Random effect model menggunakan asumsi bahwa pengaruh unit *cross section* merupakan variabel random yang dimasukkan ke dalam model sebagai bentuk galat (Gujarati & Porter, 2008, hal. 602). Model ini juga mengasumsikan bahwa nilai intersep dari unit *cross section* atau *time series* berbeda. Bentuk persamaan *Random Effect Model* dapat ditulis pada persamaan berikut.

$$Y_{it} = \beta_0 + \beta_1 X_{1it} + \dots + \beta_k X_{kit} + w_{it} \quad (2.4)$$

dimana $w_{it} = e_{it} + \varepsilon_{it}$.

2.3 Pemilihan Model Regresi Data Panel

a. Uji Chow

Uji chow merupakan pengujian yang digunakan untuk memilih antara *Common Effect Model* (CEM) dan *Fixed Effect Model* (FEM) dengan hipotesis sebagai berikut.

H_0 : model CEM yang sesuai

H_1 : model FEM yang sesuai

Adapun kriteria penolakan yaitu Tolak H_0 jika $F_{hitung} > F_{\alpha; (N-1, NT-N-K)}$ atau nilai *P-value* $< \alpha$ (0,05) (Widarjono, 2005).

b. Uji Hausman

Uji Hausman merupakan pengujian yang digunakan untuk memilih model terbaik antara *Fixed Effect Model* (FEM) dan *Random Effect Model* (REM) (Wooldridge, 2008).

Hipotesis:

H_0 : Model REM yang sesuai

H_1 : Model FEM yang sesuai

Adapun kriteria penolakan yaitu Tolak H_0 jika $\chi_{hitung}^2 > \chi_k^2$ atau nilai *P-value* $< \alpha$ (0,05) (Widarjono, 2005).

c. Uji *Lagrange Multiplier*

Lagrange Multiplier Test merupakan pengujian yang digunakan untuk memilih model estimasi terbaik antara *Common Effect Model* (CEM) dan *Random Effect Model* (REM). Hipotesis yang digunakan dalam pengujian ini adalah sebagai berikut.

H_0 : Model CEM

H_1 : Model REM

Daerah penolakan: Tolak H_0 jika nilai $LM > \chi_{\alpha; k}^2$ atau *P-value* $< \alpha$ (0,05) (Juanda & Junaidi, 2012).

2.4 Pemeriksaan Persamaan Regresi

a. Uji Hipotesis

Uji hipotesis dilakukan untuk menguji signifikansi koefisien regresi yang diperoleh (Widarjono, 2005).

1) Uji Serentak (Uji F)

Pengujian serentak atau uji F merupakan pengujian yang dilakukan untuk mengetahui apakah variabel independen secara bersama-sama berpengaruh signifikan terhadap variabel dependen (Widarjono, 2005, hal. 88). Hipotesis yang digunakan dalam pengujian serentak adalah sebagai berikut.

$$H_0: \beta_1 = \beta_2 = \dots = \beta_k = 0$$

$$H_1: \text{minimal terdapat satu } \beta_k \neq 0; k = 1, 2, \dots, K$$

K merupakan jumlah parameter yang terdapat didalam model regresi. Taraf signifikansi: $\alpha = 0,05$ (5%)

Daerah penolakan uji serentak yaitu tolak H_0 jika $F_{hitung} > F_{tabel}(\alpha; (K, (NT-N-1)))$ atau nilai $P\text{-value} < \alpha$, artinya variabel independen secara simultan tidak sama dengan nol atau paling tidak ada satu variabel independen yang berpengaruh signifikan terhadap variabel dependen.

2) Uji Parsial (Uji t)

Pengujian signifikansi dari masing-masing variabel independen dilakukan dengan uji t. Hipotesis dari uji parsial adalah sebagai berikut.

$$H_0: \beta_k = 0$$

$$H_1: \beta_k \neq 0; k = 1, 2, \dots, K; K = \text{jumlah variabel independen dalam model}$$

Taraf signifikansi: $\alpha = 0,05$

Daerah penolakan untuk uji parsial adalah tolak H_0 jika $|t_{hitung}| > t_{tabel}(\alpha/2; (NT-N-k))$ atau nilai $P\text{-value} < \alpha$ yang berarti variabel independen berpengaruh signifikan terhadap variabel dependen.

b. Koefisien Determinasi

Koefisien determinasi (R^2) adalah ukuran ringkasan yang menunjukkan seberapa cocok garis regresi sampel dengan data. Nilai R^2 terletak di antara 0 dan 1 yang berarti semakin mendekati 1, maka semakin baik kecocokannya (Gujarati & Porter, 2008, hal. 84).

2.5 Uji Asumsi Model Regresi Data Panel

a. Uji Normalitas

Uji signifikansi pengaruh variabel independen terhadap variabel dependen melalui uji t hanya akan valid apabila galat berdistribusi normal (Widarjono, 2005, hal. 65). Metode Jarque-Bera (JB) merupakan alternatif yang baik untuk pengujian normalitas karena memberikan performa yang konsisten pada berbagai jumlah sampel (Park, 2015).

Hipotesis:

$$H_0: e = 0 \text{ (galat berdistribusi normal)}$$

$$H_1: e \neq 0 \text{ (galat tidak berdistribusi normal)}$$

b. Uji Autokorelasi

Metode yang bisa digunakan untuk mendeteksi masalah autokorelasi yaitu uji Breusch-Godfrey. Uji Breusch-Godfrey disebut juga *Lagrange-Multiplier* yang ditemukan oleh Breusch dan Godfrey (1978). Dalam pengambilan keputusan pada uji Breusch-Godfrey digunakan hipotesis berikut:

$$H_0: \rho = 0 \text{ (tidak terdapat autokorelasi)}$$

$$H_1: \rho \neq 0 \text{ (terdapat autokorelasi)}$$

c. Uji Multikolinearitas

Multikolinearitas adalah kondisi terdapatnya hubungan linier atau korelasi yang tinggi antara masing-masing variabel independen dalam model regresi. Kuatnya multikolinearitas dapat diidentifikasi dari *Variance Inflating Factor* (VIF). Apabila nilai $VIF \leq 10$, maka dinyatakan bahwa tidak terjadi multikolinearitas. Sebaliknya, apabila nilai $VIF > 10$, maka dinyatakan bahwa terjadi multikolinearitas (Sihombing, 2018, hal. 107).

d. Uji Heteroskedastisitas

Model dengan galat heteroskedastisitas mengandung konsekuensi serius pada estimator metode OLS karena tidak lagi BLUE. pendeteksian masalah heteroskedastisitas dilakukan dengan metode Bruesch-Pagan-Godfrey yang

merupakan alternatif dari metode GoldFeld-Quandt dengan mengembangkan metode yang tidak memerlukan penghilangan data c dan pengurutan data (Widarjono, 2005, hal. 158).

2.6 Indeks Kualitas Lingkungan Hidup (IKLH)

Indeks Kualitas Lingkungan Hidup (IKLH) merupakan indeks kinerja pengelolaan lingkungan hidup secara nasional sebagai generalisasi dari indeks kualitas lingkungan hidup seluruh kabupaten/kota dan provinsi di Indonesia. IKLH dapat digunakan untuk mengevaluasi secara umum kualitas lingkungan hidup dan tren pencapaian tujuan pembangunan berkelanjutan di Indonesia (Kementerian Lingkungan Hidup dan Kehutanan, 2018).

IKLH dianggap dapat mewakili suatu kondisi lingkungan karena mewakili setidaknya 3 parameter atau indikator lingkungan suatu wilayah yaitu air, udara dan tutupan lahan hijau. Indikator dan parameter IKLH dapat dilihat pada Tabel 2.1.

Tabel 2.1 Indikator dan parameter Indeks Kualitas Lingkungan Hidup

Indikator	Parameter	Bobot
Indeks Kualitas Air (IKA)	<i>Total Suspended Solid</i>	30%
	<i>Dissolved Oxygen</i>	
	<i>Biological Oxygen Demand</i>	
	<i>Chemical Oxygen Demand</i>	
	<i>Total Fosfat</i>	
	<i>Fecal Coli</i>	
Indeks Kualitas Udara (IKU)	<i>Total Coliform</i>	30%
	SO ₂	
	NO ₂	
Indeks Kualitas Tutupan Lahan (IKTL)	Luas tutupan lahan	40%

Sumber: Kementerian Lingkungan Hidup dan Kehutanan, 2018, 2019, 2020

3. Metode Penelitian

3.1 Data

Jenis penelitian yang digunakan adalah penelitian kuantitatif. Data yang digunakan dalam penelitian ini adalah data sekunder berupa data panel yaitu gabungan dari *cross section* 6 Provinsi di Pulau Sulawesi dan *time series* pada periode tahun 2011-2020 yang diperoleh dari Pusat Pengendalian Pembangunan Ekoregion Sulawesi dan Maluku (P3E Suma) dan Badan Pusat Statistik (BPS).

3.2 Variabel Penelitian

Variabel yang digunakan dalam penelitian ini diantaranya sebagai berikut:

- 1) Indeks Kualitas Lingkungan Hidup (Y)
Indeks Kualitas Lingkungan Hidup (IKLH) adalah nilai yang menggambarkan kualitas lingkungan hidup 6 Provinsi di Pulau Sulawesi tahun 2011-2020 yang merupakan nilai komposit dari indeks kualitas air (IKA), indeks kualitas udara (IKU) dan indeks kualitas tutupan lahan (IKTL).
- 2) Kepadatan Penduduk (X₁)
Kepadatan penduduk adalah banyaknya penduduk per satuan luas (jiwa/km²) pada 6 Provinsi di Pulau Sulawesi tahun 2011-2020 (BPS, 2023b).
- 3) Indeks Pembangunan Manusia (X₂)
Indeks Pembangunan Manusia (IPM) adalah indeks untuk mengukur pencapaian kualitas pembangunan manusia untuk dapat hidup secara lebih berkualitas. IPM yang digunakan dalam penelitian ini diperoleh dari publikasi Badan Pusat Statistik (BPS) mengenai besarnya IPM pada 6 Provinsi di Pulau Sulawesi tahun 2011-2020 (BPS, 2023a).
- 4) Luas Tanaman Perkebunan (X₃)
Luas tanaman perkebunan yaitu total luas areal (ribu hektar) untuk tanaman tahunan (kelapa sawit, kelapa, karet, kopi, kakao, teh) dan luas areal untuk tanaman musiman (tembakau, tebu) pada 6 Provinsi di Pulau Sulawesi tahun 2011-2020 (BPS, 2021).
- 5) Kepemilikan Rumah (X₄)

Kepemilikan rumah yaitu persentase rumah tangga menurut Provinsi dan status kepemilikan rumah milik sendiri (persen) pada 6 Provinsi di Pulau Sulawesi tahun 2011-2020 yang diperoleh dari hasil Susenas (Survei Sosial Ekonomi Nasional) (BPS, 2023c).

3.3 Teknik Analisis

Tahapan analisis yang akan dilakukan adalah sebagai berikut.

1. Menyajikan statistik deskriptif untuk memberikan gambaran dan mendeskripsikan karakteristik dari Indeks Kualitas Lingkungan hidup (IKLH) Provinsi di Pulau Sulawesi tahun 2011-2020.
2. Membentuk model faktor-faktor yang mempengaruhi Indeks Kualitas Lingkungan hidup (IKLH) menggunakan regresi data panel.
 - a) Pemodelan dengan pendekatan CEM melalui metode estimasi OLS.
 - b) Pemodelan dengan pendekatan FEM. Metode estimasi yang digunakan adalah LSDV.
 - c) Pemodelan dengan pendekatan REM dimana metode estimasi yang digunakan adalah metode GLS.
 - d) Melakukan uji Chow untuk memilih metode estimasi terbaik antara CEM dan FEM. Apabila terpilih model FEM, maka dilanjutkan melakukan uji Hausman.
 - e) Melakukan uji Hausman untuk memilih metode estimasi terbaik antara FEM dan REM. Apabila terpilih model REM, maka dilanjutkan melakukan uji Hausman.
 - f) Melakukan uji *lagrange multiplier* untuk memilih model estimasi terbaik antara CEM dan REM.
 - g) Melakukan pemeriksaan persamaan regresi (uji T, uji F dan koefisien determinasi).
 - h) Melakukan pengujian asumsi.
 - i) Melakukan interpretasi dan menarik kesimpulan dari hasil yang diperoleh.

4. Hasil dan Pembahasan

4.1. Deskriptif Statistik

Pada tahun 2011-2015 terjadi kecenderungan penurunan angka IKLH (Y), tetapi mengalami peningkatan dalam kurung waktu 5 tahun terakhir. Nilai IKLH terendah berada di provinsi Sulawesi Selatan yaitu pada tahun 2011 sebesar 63,54 dan nilai IKLH tertinggi berada di provinsi Sulawesi Tengah yaitu pada tahun 2011 sebesar 81,14 dengan rata-rata IKLH sebesar 73,63. Angka kepadatan penduduk (X_1) cenderung mengalami peningkatan dalam kurun waktu 10 tahun terakhir, dimana Provinsi Sulawesi Selatan menjadi provinsi dengan nilai kepadatan penduduk tertinggi dan Provinsi Sulawesi Tengah menjadi provinsi dengan tingkat kepadatan penduduk terendah pada periode 2011-2020. Adapun rata-rata indeks pembangunan manusia (X_2) di Pulau Sulawesi mengalami peningkatan selama 10 tahun terakhir. Nilai IPM tertinggi selama periode 2011-2020 adalah Provinsi Sulawesi Utara sebesar 72,93 dan nilai IPM terendah selama periode 2011-2020 adalah Provinsi Sulawesi Barat sebesar 60,63. Rata-rata luas tanaman perkebunan (X_3) di Pulau Sulawesi cenderung fluktuatif dari tahun ke tahun. Luas tanaman perkebunan tertinggi berada di Provinsi Sulawesi Tengah yaitu pada tahun 2017 dengan luas 693 ribu hektar, sedangkan luas perkebunan terendah berada di Provinsi Gorontalo yaitu pada tahun 2011 dengan luas 24 ribu hektar. Rata-rata kepemilikan rumah (X_4) mengalami fluktuasi dalam periode 2011-2020. Secara berturut-turut, Provinsi Sulawesi Barat menjadi provinsi dengan nilai kepemilikan rumah tertinggi dan provinsi Sulawesi Utara menjadi provinsi dengan nilai kepemilikan rumah terendah dalam 10 tahun terakhir.

4.2. Analisis Inferensial

Estimasi model regresi data panel dilakukan dengan tiga pendekatan, yaitu *Common Effect Model* (CEM), *Fixed Effect Model* (FEM) dan *Random Effect Model* (REM). Hasil pengujiannya sebagai berikut:

1. Pemilihan Model Regresi Data Panel

a. Uji Chow

Tabel 4.1 Hasil Uji Chow

F_{hitung}	$P-value$	$F_{tabel(0,05;5,50)}$	Keputusan
5,2941	0,00055587	2,4004	Tolak H_0

Sumber: data diolah menggunakan *software* R 4.1.2

Dari hasil pengujian diperoleh nilai F_{hitung} sebesar 5,2941 sedangkan nilai F_{tabel} sebesar 2,4004 serta $P-value$ sebesar 0,00055587. Hal ini menunjukkan bahwa $F_{hitung} > F_{\alpha,(N-1,NT-N-K)}$ dan $P-value < \alpha (0,05)$ sehingga dapat disimpulkan bahwa menolak H_0 , artinya model yang tepat adalah model *fixed effect*.

b. Uji Hausman

Tabel 4.2 Hasil Uji Hausman

χ^2_{hitung}	$P-value$	$\chi^2_{tabel(0,05;4)}$	Keputusan
16,33	0,002607	9,49	Tolak H_0

Sumber: data diolah menggunakan *software R 4.1.2*

Dari hasil pengujian diperoleh nilai χ^2_{hitung} sebesar 16,33 sedangkan nilai χ^2_{tabel} sebesar 9,49 serta nilai $P-value$ sebesar 0,002607. Hal ini menunjukkan bahwa $\chi^2_{hitung} > \chi^2_{(\alpha;k)}$ dan $P-value < \alpha (0,05)$ sehingga dapat disimpulkan bahwa menolak H_0 , artinya persamaan regresi yang terpilih adalah *Fixed Effect Model (FEM)*.

Tabel 4.3 Nilai Estimasi Parameter Model Regresi *Fixed Effect Individual*

	Parameter	Nilai
Kepadatan Penduduk	$\hat{\beta}_1$	0,192955
IPM	$\hat{\beta}_2$	-0,073166
Luas Tanaman Perkebunan	$\hat{\beta}_3$	-0,059313
Kepemilikan Rumah	$\hat{\beta}_4$	-0,409608
Sulawesi Utara	$\hat{\gamma}_{1,t}$	88,08605
Sulawesi Tengah	$\hat{\gamma}_{2,t}$	145,89453
Sulawesi Selatan	$\hat{\gamma}_{3,t}$	99,81996
Sulawesi Tenggara	$\hat{\gamma}_{4,t}$	123,02755
Gorontalo	$\hat{\gamma}_{5,t}$	97,54240
Sulawesi Barat	$\hat{\gamma}_{6,t}$	117,58724

Sumber: data diolah menggunakan *software R 4.1.2*

Persamaan model regresi *fixed effect individual* untuk 6 provinsi di Pulau Sulawesi terhadap IKLH dengan hasil estimasi parameter γ pada Tabel 4.3 adalah sebagai berikut:

$$\hat{Y}_{it} = 88,08605D_1 + 145,89453D_2 + 99,81996D_3 + 123,02755D_4 + 97,54240D_5 + 117,58724D_6 + 0,192955X_{1it} - 0,073166X_{2it} - 0,059313X_{3it} - 0,409608X_{4it}$$

Tabel 4.4 Nilai Estimasi Parameter Model Regresi *Fixed Effect Time*

	Parameter	Nilai
Kepadatan Penduduk	$\hat{\beta}_1$	-0,067702
IPM	$\hat{\beta}_2$	-0,020936
Luas Tanaman Perkebunan	$\hat{\beta}_3$	0,001039
Kepemilikan Rumah	$\hat{\beta}_4$	-0,267712
2011	$\hat{\delta}_{i,1}$	103,330562
2012	$\hat{\delta}_{i,2}$	101,388867
2013	$\hat{\delta}_{i,3}$	100,119229
2014	$\hat{\delta}_{i,4}$	101,232515
2015	$\hat{\delta}_{i,5}$	102,032800
2016	$\hat{\delta}_{i,6}$	100,432922
2017	$\hat{\delta}_{i,7}$	101,750854
2018	$\hat{\delta}_{i,8}$	102,500295
2019	$\hat{\delta}_{i,9}$	102,960955
2020	$\hat{\delta}_{i,10}$	104,606443

Sumber: data diolah menggunakan *software R 4.1.2*

Model regresi *fixed effect time* untuk 6 Provinsi di Pulau Sulawesi terhadap IKLH periode 2011-2020 dengan hasil estimasi parameter β dan δ pada Tabel 4.4 adalah sebagai berikut:

$$\hat{Y}_{it} = 103,330562D_1 + 101,388867D_2 + 100,119229D_3 + 101,232515D_4 + 102,032800D_5 + 100,432922D_6 + 101,750854D_7 + 102,500295D_8 + 102,960955D_9 + 104,606443D_{10} - 0,067702X_{1it} - 0,020936X_{2it} - 0,001039X_{3it} - 0,267712X_{4it}$$

2. Pemeriksaan Persamaan Regresi Data Panel

a. Uji Serentak (Uji F)

Tabel 4.5 Hasil Pengujian Serentak

Model Regresi	F_{hitung}	P -value	$F_{tabel(0,05;9;53)}$	Keputusan
<i>Fixed effect individual</i>	4,5713	0,0031788	2,3894	Tolak H_0
<i>Fixed effect time</i>	12,8064	4,3889e-07	2,06201	Tolak H_0

Sumber: data diolah menggunakan *software* R 4.1.2

1) Model *fixed effect individual*

Dari hasil pengujian diperoleh nilai F_{hitung} sebesar 4,5713 sedangkan nilai F_{tabel} sebesar 2,3894 serta nilai P -value sebesar 0,0031788. Hal ini menunjukkan bahwa $F_{hitung} > F_{\alpha;(N-1,NT-N-1)}$ dan P -value $< \alpha$ (0,05) sehingga dapat disimpulkan bahwa menolak H_0 yang berarti paling tidak, ada satu variabel independen yang berpengaruh signifikan terhadap variabel dependen (IKLH).

2) Model *fixed effect time*

Dari hasil pengujian diperoleh nilai F_{hitung} sebesar 12,8064, sedangkan F_{tabel} sebesar 2,06201 dan nilai P -value sebesar 4,3889e-07. Hal ini menunjukkan bahwa $F_{hitung} > F_{\alpha;(T-1,NT-N-1)}$ dan P -value $< \alpha$ (0,05) sehingga dapat disimpulkan bahwa menolak H_0 yang berarti paling tidak, ada satu variabel independen yang berpengaruh signifikan terhadap variabel dependen (IKLH).

a. Uji Parsial (Uji t)

1) Model *fixed effect individual*

Hasil pengujian parsial efek individu disajikan pada Tabel 4.1.

Tabel 4.6 Hasil Pengujian Parsial Model *Fixed Effect Individual*

Variabel	t_{hitung}	P -value	$t_{tabel(0,025;50)}$	Keterangan
Kepadatan Penduduk (X_1)	0,8886	0,378493	2,3109	Tidak signifikan
IPM (X_2)	-0,1252	0,900856	2,3109	Tidak signifikan
Luas Perkebunan (X_3)	-3,0889	0,003276	2,3109	Signifikan
Kepemilikan Rumah (X_4)	-1,4550	0,151923	2,3109	Tidak signifikan

Sumber: data diolah menggunakan *software* R 4.1.2

Dari Tabel 4.6 diperoleh bahwa nilai t_{hitung} variabel luas perkebunan (X_3) sebesar -3,0889 dengan P -value sebesar 0,0033. Hal ini menunjukkan bahwa nilai $|t_{hitung}| > t_{tabel(\alpha/2;(NT-N-k))}$ dan P -value $< \alpha$ sehingga dapat disimpulkan bahwa variabel luas perkebunan berpengaruh signifikan terhadap variabel dependen (IKLH).

2) Model *fixed effect time*

Dari Tabel 4.7 diperoleh bahwa nilai t_{hitung} variabel kepadatan penduduk (X_1) sebesar -6,0328 dengan P -value sebesar 2,586e-07. Hal ini menunjukkan bahwa nilai $|t_{hitung}| > t_{tabel(\alpha/2;(NT-N-k))}$ dan P -value $< \alpha$ sehingga dapat disimpulkan bahwa variabel kepadatan penduduk berpengaruh signifikan terhadap variabel dependen (IKLH).

Tabel 4.7 Hasil Pengujian Parsial Model *Fixed Effect Time*

Variabel	t_{hitung}	$P-value$	$t_{tabel(0,025;50)}$	Keterangan
Kepadatan Penduduk (X_1)	-6,0328	2,586e-07	2,3109	Signifikan
IPM (X_2)	-0,0686	0,9456	2,3109	Tidak signifikan
Luas Perkebunan (X_3)	-0,2981	0,7670	2,3109	Tidak signifikan
Kepemilikan Rumah (X_4)	-1,3600	0,1805	2,3109	Tidak signifikan

Sumber: data diolah menggunakan *software* R 4.1.2

b. Koefisien Determinasi (R^2)

Nilai koefisien determinasi (R^2) dapat digunakan untuk memilih model terbaik antara model *Fixed effect individual* dan model *fixed effect time*.

Tabel 4.8 Koefisien Determinasi *Fixed Effect Model*

Koefisien Determinasi (R^2)	Nilai Koefisien
Model <i>fixed effect individual</i>	0,9987
Model <i>fixed effect time</i>	0,9982

Sumber: data diolah menggunakan *software* R 4.1.2

Pada Tabel 4.8 diketahui bahwa nilai koefisien determinasi model *fixed effect individual* diperoleh sebesar 0,9987. Hal ini menunjukkan bahwa variasi dari variabel independen dapat menjelaskan variasi dari variabel IKLH sebesar 99,87%, sedangkan 0,13% dijelaskan oleh variabel lain di luar model. Adapun nilai koefisien determinasi model *fixed effect time* diperoleh sebesar 0,9982. Hal ini menunjukkan bahwa variasi dari variabel independen dapat menjelaskan variasi dari variabel IKLH sebesar 99,82%, sedangkan 0,18% dijelaskan oleh variabel lain di luar model. Oleh karena itu, berdasarkan nilai koefisien determinasi tertinggi dapat disimpulkan bahwa model terbaik adalah model *fixed effect individual*.

3. Uji Asumsi Model Regresi Data panel Terbaik

Uji asumsi klasik terdiri dari uji normalitas, uji autokorelasi, uji multikolinearitas dan uji heteroskedastisitas. Model regresi data panel dapat dikatakan baik digunakan jika memenuhi uji asumsi klasik. Dari hasil pengujian diperoleh bahwa model regresi data panel dengan menggunakan pendekatan *fixed effect model* efek individu memenuhi semua kriteria uji asumsi klasik. Oleh karena itu, dapat disimpulkan bahwa model ini baik untuk digunakan.

5. Kesimpulan

Berdasarkan analisis yang telah dilakukan diperoleh bahwa karakteristik IKLH dari 6 provinsi di pulau Sulawesi pada tahun 2011-2015 cenderung mengalami penurunan. Namun, pada tahun 2016-2020 mulai mengalami peningkatan dari tahun sebelumnya. Nilai IKLH terendah berada di provinsi Sulawesi Selatan yaitu pada tahun 2011 sebesar 63,54 dan nilai IKLH tertinggi berada di provinsi Sulawesi Tengah yaitu pada tahun 2011 sebesar 81,14. Model regresi data panel terbaik yang dipilih untuk menjelaskan pengaruh variabel independen terhadap IKLH adalah model *fixed effect individual*. Dari model yang diperoleh dapat diketahui bahwa secara parsial, variabel luas tanaman perkebunan (X_3) berpengaruh signifikan terhadap Indeks Kualitas Lingkungan Hidup (IKLH) Provinsi di Pulau Sulawesi tahun 2011-2020. Adapun persamaan regresi data panel model *fixed effect individual* adalah sebagai berikut:

$$\hat{Y}_{it} = 88,08605D_1 + 145,89453D_2 + 99,81996D_3 + 123,02755D_4 + 97,54240D_5 + 117,58724D_6 + 0,192955X_{1it} - 0,073166X_{2it} - 0,059313X_{3it} - 0,409608X_{4it}$$

References

Ariefianto, M. D. (2012). *Ekonometrika: Esensi dan Aplikasi dengan Menggunakan EViews*. Penerbit Erlangga.

Astuti, T. D., & Maruddani, D. A. I. (2012). Analisis Data Panel Untuk Menguji Pengaruh Risiko Terhadap Return Saham Sektor Farmasi Dengan Least Square Dummy Variable. *Media Statistika*, 2(2), 71–80. <https://doi.org/10.14710/medstat.2.2.71-80>

- Baltagi, B. H. (2005). *Econometric Analysis of Panel Data* (3rd ed.). John Wiley & Sons Ltd.
- BPS. (2019). *Kajian Lingkungan Hidup: Kualitas Lingkungan Hidup Perkotaan 2019*. Badan Pusat Statistik Indonesia.
- BPS. (2020). *Statistik Lingkungan Hidup Indonesia*. Badan Pusat Statistik Indonesia.
- BPS. (2021). *Luas Tanaman Perkebunan Menurut Provinsi (Ribu Hektar)*. Badan Pusat Statistik Indonesia.
- BPS. (2023a). *[Metode Baru] Indeks Pembangunan Manusia*. Badan Pusat Statistik Indonesia.
- BPS. (2023b). *Penduduk, Laju Pertumbuhan Penduduk, Distribusi Persentase Penduduk, Kepadatan Penduduk, Rasio Jenis Kelamin Penduduk Menurut Provinsi*. Badan Pusat Statistik Indonesia.
- BPS. (2023c). *Persentase Rumah Tangga menurut Provinsi dan Status Kepemilikan Rumah Milik Sendiri (Persen)*. Badan Pusat Statistik Indonesia. <https://www.bps.go.id/indicator/29/849/4/persentase-rumah-tangga-menurut-provinsi-dan-status-kepemilikan-rumah-milik-sendiri.html>
- Dinas Lingkungan Hidup dan kehutanan DI Yogyakarta. (2019). *Laporan Indeks Kualitas Lingkungan Hidup (IKLH) Daerah Istimewa Yogyakarta Tahun 2019*. dlhk.jogjapro.go.id.
- Direktorat Statistik Ketahanan Sosial. (2022). *Statistik Lingkungan Hidup Indonesia 2022*. Badan Pusat Statistik Indonesia. <https://www.bps.go.id/publication.html>
- Gujarati, D. N., & Porter, D. C. (2008). *Basic Econometrics* (Fifth ed.). McGraw-Hill Education.
- Hidayati, A. Z., & Zakianis. (2022). Analisis Faktor-Faktor Yang Mempengaruhi Indeks Kualitas Lingkungan Hidup (IKLH) Di Indonesia Tahun 2017-2019. *Jurnal Medika Utama*, 03(01), 2327–2340. <http://jurnalmedikahutama.com/index.php/JMH/article/view/456>
- Juanda, B., & Junaidi. (2012). Ekonometrika Deret Waktu. *Teori dan Aplikasi*, 3.
- Kementerian Lingkungan Hidup dan Kehutanan. (2018). *Indeks Kualitas Lingkungan Hidup Indonesia 2017*. In *Kementerian Lingkungan Hidup dan Kehutanan Republik Indonesia*. Setjen KLHK.
- Pangestika, S. (2015). Analisis Estimasi Model Regresi Data Panel Dengan Pendekatan Common Effect Model (Cem), Fixed Effect Model (Fem), Dan Random Effect Model (Rem). *Unnes Journal*, 2(1), 106.
- Park, H. M. (2015). Linear Regression Models for Panel Data Using SAS, Stata, LIMDEP, and SPSS. *The Trustees of Indiana University*.
- Peraturan Presiden Republik Indonesia No. 18 Tahun 2020: Rencana Pembangunan Jangka Menengah Nasional 2020-2024, Sekretariat Presiden Republik Indonesia (2020).
- Pusat Penelitian Lingkungan Hidup IPB. (2012). Mengakrabi Paradigma dan Instrumen Baru Pengelolaan Lingkungan Hidup dalam UU No. 32 Tahun 2009. *Prosiding Seminar Nasional Institut Pertanian Bogor*, 8. <http://repository.ipb.ac.id/handle/123456789/79925>
- Saraswati, A. R., & Siagian, T. H. (2017). *Modeling Kualitas Lingkungan Hidup Di Indonesia Tahun 2017: Suatu Upaya Pencapaian SDGS (Modeling of Enviromental Quality in Indonesia in 2017: An Effort to Achieve SDGS)*. <https://prosiding.stis.ac.id/index.php/semnasoffstat/article/view/213/37>
- Sihombing, P. R. (2018). Analisis Regresi Data Panel Berganda. *Statistik Multivariat dalam Riset*, 18(2), 25.
- Teniwut, M. (2022, September 5). Urutan Lima Pulau Terbesar di Indonesia. *Media Indonesia*. <https://mediaindonesia.com/humaniora/520277/urutan-lima-pulau-terbesar-di-indonesia>
- Widarjono, A. (2005). *Ekonometrika: Teori dan Aplikasi untuk Ekonomi dan Bisnis* (Edisi 1). Ekonisia Fakultas Ekonomi UII.
- Wiyekti, N. (2021). Transisi menuju Ekonomi Hijau, Berkaitan dengan Kualitas Lingkungan Era Desentralisasi di Indonesia. *JIKOSTIK: Jurnal Ilmiah Komputasi dan Statistika*, 1(1), 32–39. www.bps.go.id
- Wooldridge, J. M. (2008). *Econometric Analysis of Cross Section and Panel Data*. The MIT Press. <https://ipcig.org/evaluation/apoio/Wooldridge - Cross-section and Panel Data.pdf>