

**SKRIPSI**

**PENERAPAN REGRESI DATA PANEL DALAM  
MENGIDENTIFIKASI FAKTOR PENTING YANG  
MEMPENGARUHI INDEKS PEMBANGUNAN MANUSIA DI  
PROVINSI SULAWESI BARAT**



**WARDIAH  
E0220310**

**PROGRAM STUDI STATISTIKA  
FAKULTAS MATEMATIKA DAN ILMU PENGETAHUAN ALAM  
UNIVERSITAS SULAWESI BARAT  
TAHUN 2025**

## HALAMAN PENGESAHAN

Skripsi ini diajukan oleh:

Nama : Wardiah

NIM : E0220310

Judul : Penerapan Regresi Data Panel dalam Mengidentifikasi Faktor Penting yang Mempengaruhi Indeks Pembangunan Manusia di Provinsi Sulawesi Barat

Telah berhasil dipertanggungjawabkan di hadapan Tim Penguji (SK Nomor 97/UN55.7/HK.04/2024, tanggal 12 Desember 2024) dan diterima sebagai bagian persyaratan memperoleh gelar Sarjana S1 Statistika pada Program Studi Statistika Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam, Universitas Sulawesi Barat.

Disahkan oleh:

Dekan FMIPA

Universitas Sulawesi Barat



Musafira, S.Si., M.Sc.

NIP. 197709112006042002

Tim Penguji:

Ketua Penguji : Musafira, S.Si., M.Sc.

Sekretaris : Muh. Hijrah, S.Pd., M.Si.

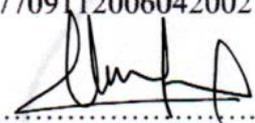
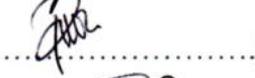
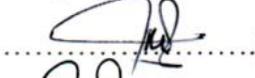
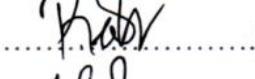
Pembimbing 1 : Retno Mayapada, S.Si., M.Si.

Pembimbing 2 : Putri Indi Rahayu S.Si., M.Stat.

Penguji 1 : Darma Ekawati, S.Pd., M.Sc.

Penguji 2 : Reski Wahyu Yanti, S.Si., M.Si.

Penguji 3 : Muh. Hijrah, S.Pd., M.Si.

()  
()  
()  
()  
()  
()  
()

## ABSTRAK

Indeks Pembangunan Manusia (IPM) adalah indikator utama yang mencerminkan kualitas pembangunan di suatu wilayah, yang mencakup tiga dimensi utama yaitu: kesehatan, pendidikan, dan pertumbuhan ekonomi. Keragaman IPM antar wilayah dan periode waktu memerlukan pendekatan analisis yang mampu menangkap perbedaan data secara menyeluruh. Salah satu metode yang dapat digunakan adalah regresi data panel, yang menggabungkan data antar unit (*cross-section*) dan antar waktu (*time series*). Penelitian ini bertujuan untuk mengidentifikasi faktor-faktor penting yang memengaruhi Indeks Pembangunan Manusia (IPM) di Provinsi Sulawesi Barat dengan menerapkan regresi data panel. Variabel bebas yang digunakan dalam penelitian ini adalah variabel Angka Partisipasi Sekolah (APS), Angka Harapan Hidup (AHH), Rata-rata Lama sekolah (RLS), Harapan Lama Sekolah (HLS), dan Pengeluaran Perkapita (PP) yang diperoleh dari enam kabupaten di Provinsi Sulawesi Barat selama periode 2018-2023. Model terbaik yang diterapkan dalam penelitian ini adalah *Fixed Effect Model (FEM)* yang dipilih berdasarkan hasil uji Chow dan uji Hausman. Hasil penelitian menunjukkan bahwa variabel AHH, RLS, HLS, dan PP berpengaruh signifikan terhadap IPM, sedangkan Angka Partisipasi Sekolah (APS) tidak berpengaruh signifikan secara statistik. Meskipun demikian, APS tetap perlu diperhatikan dalam kebijakan pembangunan manusia, terutama dalam meningkatkan akses dan kualitas pendidikan. Dengan dilakukannya penelitian ini, diharapkan dapat menjadi referensi dalam menganalisis faktor-faktor yang mempengaruhi IPM serta mendukung pembangunan yang lebih merata dan berkelanjutan, khususnya dalam kebijakan yang berfokus pada variabel yang berpengaruh signifikan maupun yang memerlukan perhatian lebih lanjut.

**Kata kunci:** *Fixed Effects Model (FEM)*, IPM, Regresi Data Panel

# **BAB I**

## **PENDAHULUAN**

### **1.1 Latar Belakang**

Pembangunan dapat diartikan sebagai upaya atau proses untuk menciptakan perubahan menuju kondisi yang lebih baik. Proses ini melibatkan berbagai aspek kehidupan masyarakat, seperti ekonomi, politik, sosial, dan budaya. Sementara itu, pembangunan ekonomi merupakan proses yang bertujuan untuk memperbaiki keadaan agar kesejahteraan dan kemakmuran masyarakat meningkat. Dalam konteks ekonomi pembangunan, pembangunan ekonomi sering dikaitkan dengan upaya menciptakan, mempertahankan, dan meningkatkan pendapatan nasional. Oleh karena itu, tujuan akhir pembangunan perlu difokuskan pada manusia sebagai inti dari pembangunan, sehingga tercipta lingkungan yang memungkinkan masyarakat menikmati umur panjang, hidup sehat, dan produktif. Konsep inilah yang kemudian menjadi dasar lahirnya Indeks Pembangunan Manusia (IPM) sebagai alat untuk mengukur keberhasilan pembangunan yang berfokus pada kesejahteraan manusia (IPM) (Putri & Muljaningsih, 2022).

IPM pertama kali diperkenalkan oleh Program Pembangunan Perserikatan Bangsa-Bangsa (PBB) pada tahun 1990 dan sejak itu indeks ini dipakai oleh *United Nation Development Programme* (UNDP) pada laporan IPM tahunannya. IPM telah menjadi ukuran yang banyak digunakan untuk memahami pola dari Pembangunan sosial ekonomi di Indonesia. Tujuan dari indikator ini adalah untuk menekankan bahwa kriteria utama dalam mengukur kemajuan suatu negara harus berfokus pada kualitas manusia dan kemampuannya, bukan hanya pada pertumbuhan ekonomi (Karyono dkk., 2021).

Menurut Badan Pusat Statistik, IPM Indonesia menunjukkan peningkatan setiap tahunnya hingga pada tahun 2023 (Santoso dkk., 2024). Sementara itu, IPM Sulawesi Barat termasuk dalam salah satu provinsi yang mengalami perlambatan pertumbuhan pembangunan manusia dilihat dari data tahun 2018 sebesar 65,10 hingga tahun 2023 sebesar 67,55 yang hanya selisih beberapa angka dalam peningkatannya dan berada pada peringkat 31 provinsi di Indonesia (BPS, 2023).

IPM dapat mengalami pertumbuhan dan penurunan yang berbeda-beda tergantung pada perbedaan karakteristik daerah masing-masing dengan periode waktu tertentu. Perbedaan IPM antar wilayah sangat dipengaruhi oleh faktor-faktor yang membentuk pembangunan di suatu daerah. Secara umum, IPM dipengaruhi oleh tiga dimensi utama, yaitu kesehatan, pendidikan, dan pertumbuhan ekonomi suatu wilayah. Oleh karena itu, untuk mengidentifikasi hubungan antara faktor-faktor tersebut terhadap IPM, diperlukan pendekatan analisis yang dapat menganalisis keragaman data antar wilayah dan periode waktu secara menyeluruh.

Salah satu metode analisis yang dapat digunakan adalah regresi data panel. Analisis regresi data panel merupakan metode yang relevan dalam mengidentifikasi faktor-faktor yang memengaruhi IPM. Dengan menggunakan data panel, perubahan IPM dapat diamati tidak hanya terbatas antar wilayah, tetapi juga antar periode waktu. Metode ini memperhitungkan perbedaan karakteristik setiap unit observasi serta perubahan yang terjadi dari waktu ke waktu. Hal ini memungkinkan analisis yang lebih komprehensif terhadap hubungan variabel-variabel terhadap perkembangan IPM dari tahun ke tahun.

Beberapa penelitian telah membahas mengenai faktor-faktor yang mempengaruhi IPM seperti penelitian yang dilakukan oleh Wahyudi dkk. (2023) yang menganalisis faktor yang mempengaruhi Indeks Pembangunan Manusia di Kalimantan Timur dengan menggunakan analisis regresi berganda dari penelitian tersebut menunjukkan bahwa variabel harapan lama sekolah, garis kemiskinan, dan pengeluaran perkapita berpengaruh signifikan terhadap Indeks Pembangunan Manusia. Sementara itu, Saputro (2022) menganalisis pengaruh tingkat kemiskinan terhadap IPM di Kabupaten Bengkulu Utara pada tahun 2010 sampai dengan tahun 2021 menggunakan analisis regresi sederhana yang menunjukkan bahwa tingkat kemiskinan berpengaruh negatif dan signifikan terhadap IPM.

Kedua penelitian tersebut menunjukkan bahwa analisis regresi mampu memberikan gambaran yang lebih jelas tentang hubungan antara variabel-variabel yang mempengaruhi IPM. Namun, baik regresi berganda maupun regresi sederhana memiliki keterbatasan dalam menangkap keragaman data yang

melibatkan dimensi waktu dan wilayah secara bersamaan. Dalam hal ini, regresi data panel menjadi solusi karena dapat menggabungkan data *cross-section* dan *time series*, sehingga analisis menjadi lebih komprehensif dan mampu menggambarkan hubungan antar variabel yang lebih dinamis.

Seiring berjalannya waktu, metode analisis regresi telah mengalami berbagai kemajuan yang pesat, baik dalam hal teknik estimasi maupun dalam variasi data yang digunakan. Kemajuan tersebut tidak terlepas dari kebutuhan akan alat analisis yang lebih efektif dalam mengelola berbagai jenis data, seperti data antar unit (*cross-section*), antar waktu (*time series*), serta gabungan keduanya, yang dikenal sebagai data panel. Salah satu keunggulan utama dari regresi data panel adalah kemampuannya dalam menangkap perbedaan antar unit, yang memungkinkan analisis yang lebih mendalam dibandingkan hanya menggunakan data *time series* saja (Prangga dkk., 2021).

Beberapa peneliti telah menggunakan regresi data panel, seperti Septianingsih (2022) melakukan penelitian mengenai Pemodelan data panel menggunakan *Random Effect* untuk mengetahui faktor yang mempengaruhi umur harapan hidup di Indonesia, dimana variabel akses sanitasi layak (ASL), variabel penduduk miskin (PM) dan variabel rata-rata lama sekolah (RLS) berpengaruh signifikan terhadap umur harapan hidup. Selain itu terdapat penelitian yang dilakukan oleh Rondonuwu dkk. (2022) menghasilkan model terbaik *Common Effect Model (CEM)* adalah model terbaik pada tingkat pengangguran di Provinsi Sulawesi Utara dengan faktor yang signifikan yaitu laju Produk Domestik Regional Bruto (PDRB) dan upah minimum regional, yang keduanya menunjukkan adanya pengaruh positif dan signifikan terhadap tingkat pengangguran. Selain itu, variabel upah minimum berpengaruh negatif dan signifikan terhadap tingkat pengangguran di Sulawesi Utara.

Berdasarkan uraian di atas, maka penulis tertarik untuk menerapkan regresi data panel dalam mengidentifikasi faktor penting yang mempengaruhi Indeks Pembangunan Manusia di Provinsi Sulawesi Barat.

## **1.2 Rumusan Masalah**

Berdasarkan uraian latar belakang di atas maka rumusan masalah dalam penelitian ini adalah:

1. Bagaimana penerapan regresi data panel pada Indeks Pembangunan Manusia yang ada di Provinsi Sulawesi Barat?
2. Faktor-faktor apa saja yang mempengaruhi Indeks Pembangunan Manusia di Provinsi Sulawesi Barat berdasarkan penerapan analisis regresi data panel?

## **1.3 Tujuan Penelitian**

Berdasarkan rumusan masalah yang telah dipaparkan di atas adapun tujuan yang ingin dicapai dalam penelitian adalah:

1. Untuk mengetahui penerapan regresi data panel pada Indeks Pembangunan Manusia yang ada di Provinsi Sulawesi Barat.
2. Untuk mengetahui faktor-faktor yang mempengaruhi Indeks Pembangunan Manusia di Provinsi Sulawesi Barat berdasarkan penerapan analisis regresi data panel.

## **1.4 Manfaat Penelitian**

Dengan tercapainya tujuan penelitian, penelitian ini diharapkan dapat memberikan manfaat:

1. Menambah wawasan tentang analisis regresi data panel pada Indeks Pembangunan Manusia dan menjadi referensi untuk penelitian selanjutnya.
2. Penelitian ini dapat menjadi acuan dalam melihat faktor-faktor yang mempengaruhi Indeks Pembangunan Manusia dan sebagai acuan bagi pemerintah dalam upaya meningkatkan pembangunan manusia di Provinsi Sulawesi Barat.

## **1.5 Batasan Masalah**

Batasan masalah dalam penelitian ini adalah:

1. Penelitian ini menggunakan regresi data panel untuk menentukan beberapa model pendekatan yang dilakukan dalam mengetahui faktor-faktor Indeks Pembangunan Manusia di Provinsi Sulawesi Barat.

2. Data yang digunakan dalam penelitian ini adalah data tahunan dari tahun 2018 hingga tahun 2023

## **BAB II**

### **KAJIAN PUSTAKA**

#### **2.1 Indeks Pembangunan Manusia**

Pembangunan manusia didefinisikan sebagai proses perluasan pilihan bagi masyarakat. *United Nation Development Progame* (UNDP) menyatakan bahwa tujuan dari pembangunan adalah menciptakan lingkungan yang memungkinkan masyarakat untuk menikmati umur panjang, sehat, dan menjalankan kehidupan yang produktif sebagai proses dari perluasan pilihan tersebut (BPS, 2021).

Indeks Pembangunan Manusia merupakan ukuran untuk melihat dampak kinerja pembangunan wilayah yang mempunyai dimensi yang sangat luas, karena memperlihatkan kualitas penduduk suatu wilayah dalam hal harapan hidup, intelegualitas dan standar hidup layak (Ashari & Athoillah, 2023). Pada pelaksanaan perencanaan pembangunan, Indeks Pembangunan Manusia juga berfungsi dalam memberikan tuntunan dalam menentukan prioritas perumusan kebijakan dan penentuan program pembangunan. Hal ini juga merupakan tuntunan dalam mengalokasikan anggaran yang sesuai dengan kebijakan umum yang telah ditentukan oleh pembuat kebijakan dan pengambilan keputusan (Heriansyah, 2018).

#### **2.2 Angka Partisipasi Sekolah (APS)**

Angka Partisipasi Sekolah (APS) merupakan ukuran yang menunjukkan sejauh mana sistem pendidikan mampu menjangkau penduduk usia sekolah, dan berfungsi sebagai indikator kemajuan pendidikan di suatu daerah. Dengan meningkatnya APS, jumlah penduduk yang memiliki akses untuk mendapatkan pendidikan juga semakin besar. Selain itu, peningkatan APS berperan penting dalam upaya pengentasan kemiskinan, karena pendidikan adalah pondasi utama dalam meningkatkan kualitas sumber daya manusia. Kualitas sumber daya manusia yang lebih baik akan mendorong kemajuan pembangunan negara dan berkontribusi pada peningkatan pendapatan, yang pada akhirnya dapat menurunkan angka kemiskinan (Kartini dkk., 2018)

### **2.3 Angka Harapan Hidup (AHH)**

Angka harapan hidup merupakan indikator yang digunakan untuk memperkirakan rata-rata usia seseorang dalam menjalani hidup (Tanadjaja dkk., 2017). AHH juga menggambarkan rata-rata jumlah tahun yang diperkirakan akan dijalani seseorang setelah mencapai usia tertentu. Jika AHH di suatu wilayah cenderung rendah, hal ini menunjukkan perlunya pengembangan program kesehatan dan inisiatif sosial lainnya, seperti program kesehatan lingkungan, pemenuhan gizi dan kalori, serta upaya untuk mengatasi masalah kemiskinan (Anggraini & Lisyaningsih, 2013).

### **2.4 Rata-rata Lama Sekolah (RLS)**

Rata-rata lama sekolah merupakan suatu indikator yang digunakan untuk mengukur rata-rata lamanya pendidikan yang ditempuh oleh seseorang. Tujuan dari penggunaan indikator ini adalah untuk menilai seberapa baik kualitas pendidikan di suatu wilayah. Semakin tinggi pendidikan yang ditempuh, maka semakin tinggi pula jenjang pendidikan yang berhasil diraih oleh penduduk. Oleh karena itu, indikator ini penting karena mencerminkan kualitas sumber daya manusia di suatu daerah (Aliyah, 2022).

Selain itu, indikator ini menggambarkan kecenderungan seseorang dalam memperoleh pekerjaan yang sesuai dengan tingkat pendidikannya. Pendidikan yang lebih tinggi dapat memberikan pengaruh terhadap cara berpikir dan perilaku seseorang dalam kehidupan sehari-hari. Meski demikian, tidak semua aspek kehidupan dapat diukur hanya dari lamanya waktu yang dihabiskan di bangku sekolah atau kuliah (Aliyah, 2022).

### **2.5 Harapan Lama Sekolah (HLS)**

Harapan Lama Sekolah adalah indikator yang penting digunakan untuk mengukur pemerataan pendidikan di Indonesia. Dengan menghitung jumlah tahun pendidikan yang diharapkan dapat diterima oleh anak-anak mulai dari usia tujuh tahun, HLS memberikan gambaran tentang akses dan partisipasi pendidikan di berbagai daerah. Angka ini mencerminkan potensi pendidikan yang bisa didapatkan oleh generasi mendatang, serta menjadi alat evaluasi untuk kebijakan pendidikan (Kahar, 2018).

## 2.6 Pengeluaran Perkapita (PP)

Pengeluaran perkapita adalah ukuran yang menunjukkan biaya konsumsi anggota rumah tangga dalam suatu periode tertentu. Pengeluaran berfungsi untuk mengukur standar hidup, yang dipengaruhi oleh pengetahuan dan kesempatan yang dimiliki individu untuk berpartisipasi dalam kegiatan produktif. Hasil dari aktivitas produktif baik berupa barang maupun jasa, akan menghasilkan pendapatan yang selanjutnya digunakan untuk konsumsi. Dengan demikian, pengeluaran perkapita mencerminkan daya beli masyarakat serta menjadi salah satu indikator penting dalam menilai pembangunan manusia di suatu wilayah (Mahrany, 2012).

## 2.7 Data Panel

Data panel merupakan kombinasi antar unit individu (*cross section*) dan antar waktu (*time series*) yang sering disebut dengan nama data terkelompok (*pooled data*) (Magfirah dkk., 2022). Data *cross section* adalah jenis data yang dikumpulkan melalui pengamatan terhadap banyak subjek pada waktu yang sama. Subjek tersebut dapat berupa individu, rumah tangga, perusahaan, sekolah, maupun wilayah seperti kabupaten/kota. Sementara itu, data *time series* diperoleh dari hasil pengamatan terhadap satu objek yang dilakukan secara berurutan dalam beberapa periode waktu, seperti harian, bulanan, kuartalan, tahunan, dan sebagainya (Alamsyah dkk., 2022).

Beberapa keuntungan yang dapat diperoleh dengan menggunakan data panel adalah sebagai berikut (Rahmadeni & Wulandari, 2017).

1. Data panel mampu menangkap keberagaman karakteristik individu secara eksplisit dengan mengikutsertakan variabel-variabel yang bersifat khusus pada masing-masing unit observasi. Hal ini membuat data panel menjadi metode yang efektif dalam membangun serta menguji model perilaku yang kompleks.
2. Jika efek spesifik individu memiliki korelasi yang signifikan dengan variabel-variabel penjelas lainnya, maka pemanfaatan data panel secara signifikan mengurangi permasalahan *omitted variables* yang sering muncul dalam model regresi.

3. Data panel mendasarkan diri pada observasi *cross section* yang berulang-ulang sehingga metode data panel cocok digunakan untuk *study of dynamic adjustment*.
4. Tingginya jumlah observasi dalam data panel meningkatkan variabilitas data, memberikan derajat kebebasan (*degree of freedom*) yang lebih besar, dan memungkinkan estimasi parameter yang lebih efisien.

## 2.8 Regresi Data Panel

Regresi data panel merupakan analisis regresi yang digunakan untuk melihat hubungan kausal antara satu variabel terikat dengan satu atau lebih variabel bebas (Jannah dkk., 2023).

Model umum regresi data panel sebagai berikut (Madany dkk., 2022).

$$\hat{Y}_{it} = \beta_0 + \beta_1 X_{1it} + \beta_2 X_{2it} + \dots + \beta_{kit} X_{kit} + \varepsilon_{it} \quad (2.1)$$

Keterangan:

- $i$  : 1,2,...,N, menunjukkan unit data *cross section*
- $t$  : 1,2,...,T, menunjukkan unit data *time series*
- $Y_{it}$  : Variabel terikat untuk objek ke- $i$  dan periode waktu ke- $t$
- $\beta_0$  : Koefisien intersep, yang bisa sama atau berbeda tergantung pada model yang digunakan (*Common Effect Model, Fixed Effect Model Random Effect Model*)
- $X_{kit}$  : Variabel bebas ke- $k$  untuk objek ke- $i$  pada waktu ke- $t$
- $\beta_k$  : Koefisien regresi untuk variabel bebas ke- $k$  yang menunjukkan seberapa besar pengaruhnya terhadap variabel terikat
- $\varepsilon_{it}$  : *Error* untuk objek ke- $i$  pada waktu ke- $t$

## 2.9 Estimasi model regresi data panel

Estimasi model regresi data panel dapat dilakukan melalui tiga pendekatan yaitu *Common Effect Model* (CEM), *Fixed Effect Model* (FEM) dan *Random Effect Model* (REM). Berikut penjelasan untuk masing-masing pendekatan model tersebut.

### 2.9.1 Common Effect Model (CEM)

*Common Effect Model* atau dikenal juga sebagai *Pooled Least Square*

(*PLS*) merupakan pendekatan model data panel yang paling sederhana karena hanya menggabungkan data *time series* dan *cross section*. Estimasi parameter yang digunakan dalam *Common Effect Model* dilakukan dengan menggunakan pendekatan *Ordinary Least Squares* (OLS) atau teknik kuadrat terkecil, dimana tujuannya adalah meminimalkan jumlah kuadrat dari selisih antara nilai observasi aktual dengan nilai prediksi model (Nandita dkk., 2019).

Model umum *Common Effect Model* sebagai berikut (Ayu dkk., 2023).

$$\hat{Y}_{it} = \beta_0 + \beta_1 X_{1it} + \beta_2 X_{2it} + \dots + \beta_{kit} X_{kit} + \varepsilon_{it} \quad (2.2)$$

Keterangan:

- $i$  : 1,2,...,N, menunjukkan unit data *cross section*
- $t$  : 1,2,...,T, menunjukkan unit data *time series*
- $Y_{it}$  : Variabel terikat untuk objek ke- $i$  dan periode waktu ke-
- $X_{kit}$  : Variabel bebas ke- $k$  untuk objek ke- $i$  pada waktu ke- $t$
- $\beta_0$  : Koefisien intersep
- $\beta_k$  : Koefisien regresi untuk variabel bebas ke- $k$  yang menunjukkan seberapa besar pengaruhnya terhadap variabel terikat
- $\varepsilon_{it}$  : *Error* untuk objek ke- $i$  dan unit waktu ke- $t$

### Estimasi parameter dengan *Ordinary Least Squares* (OLS)

*Common Effect Model* (CEM) mengasumsikan bahwa parameter yang diestimasi sama untuk seluruh individu dalam data panel. Estimasi parameter dalam model ini menggunakan metode *Ordinary Least Squares* (OLS), yang menghasilkan penduga efisien dan tak bias. Model CEM yang sebelumnya dinyatakan dalam persamaan 2.2 dapat ditulis dalam bentuk matriks sebagai berikut:

$$Y = X\beta + \varepsilon \quad (2.3)$$

Keterangan:

- $Y$  : Vektor nilai variabel terikat ( $n \times 1$ )
- $X$  : Matriks variabel bebas  $n \times (k + 1)$
- $\beta$  : Vektor koefisien regresi  $(k + 1) \times 1$
- $\varepsilon$  : Vektor *error* ( $n \times 1$ )

Berikut adalah langkah-langkah estimasi parameter OLS pada CEM:

1. Menentukan fungsi jumlah kuadrat sisa (JKS)

Untuk mendapatkan penduga parameter dari  $\beta$ , jumlah kuadrat sisa ( $\epsilon$ ) harus diminimalkan. Fungsi JKS dirumuskan sebagai berikut:

$$\text{JKS} = \sum_{i=1}^n \epsilon_i^2 = \epsilon' \epsilon = (\mathbf{Y} - \mathbf{X}\beta)' (\mathbf{Y} - \mathbf{X}\beta) \quad (2.4)$$

Fungsi ini harus diminimalkan untuk memperoleh penduga terbaik bagi parameter  $\beta$ .

2. Menurunkan fungsi JKS terhadap  $\beta$

Agar nilai kuadrat sisa minimum, turunan pertama dari JKS terhadap  $\beta$  dihitung dan disamakan dengan nol:

$$\frac{\partial}{\partial \beta} (\mathbf{Y} - \mathbf{X}\beta)' (\mathbf{Y} - \mathbf{X}\beta) = 0$$

Dengan menggunakan aturan turunan matriks, diperoleh:

$$\begin{aligned} -2\mathbf{X}'(\mathbf{Y} - \mathbf{X}\hat{\beta}) &= 0 \\ 2\mathbf{X}'\mathbf{X}\hat{\beta} &= 2\mathbf{X}'\mathbf{Y} \\ \mathbf{X}'\mathbf{X}\hat{\beta} &= \mathbf{X}'\mathbf{Y} \end{aligned}$$

Selanjutnya, kedua ruas dikalikan dengan  $(\mathbf{X}'\mathbf{X})^{-1}$ , untuk memperoleh nilai  $\hat{\beta}$ :

$$(\mathbf{X}'\mathbf{X})^{-1} \mathbf{X}'\mathbf{X}\hat{\beta} = (\mathbf{X}'\mathbf{X})^{-1} \mathbf{X}'\mathbf{Y}$$

Karena,  $(\mathbf{X}'\mathbf{X})^{-1} \mathbf{X}'\mathbf{X} = \mathbf{I}$ , Maka diperoleh penduga regresi:

$$\hat{\beta}_{ols} = (\mathbf{X}'\mathbf{X})^{-1} \mathbf{X}'\mathbf{Y} \quad (2.5)$$

Dengan demikian, dalam *Common Effect Model* (CEM), parameter  $\beta$  diestimasi menggunakan *Ordinary Least Squares* (OLS). Model ini mengasumsikan bahwa semua unit *cross-section* memiliki parameter yang sama tanpa mempertimbangkan perbedaan karakteristik individu.

#### **Perbedaan *Common Effect Model* (CEM) dan Regresi biasa**

CEM dan regresi biasa memiliki kesamaan dalam hal teknik estimasi, yaitu menggunakan *Ordinary Least Squares* (OLS), namun ada perbedaan signifikan dalam hal dimensi data dan asumsi yang diterapkan. Adapun perbedaannya sebagai berikut:

### 1. Dimensi data

- CEM : Digunakan untuk data panel, yang menggabungkan dua dimensi yaitu *cross section* (individu) dan *time series* (waktu). Data ini digabungkan dalam satu model, tanpa memisahkan efek individu atau waktu.
- Regresi biasa (OLS) : Digunakan untuk data yang hanya memiliki satu dimensi, seperti data *cross section* (beberapa individu pada satu titik waktu) atau *time series* (data dari satu individu selama periode waktu tertentu).

### 2. Asumsi model

- CEM : Diasumsikan bahwa pengaruh variabel terikat terhadap variabel bebas adalah sama di seluruh individu dan periode waktu yang diamati. Model ini tidak memperhitungkan variasi antar individu atau waktu.
- Regresi biasa (OLS) : Asumsi yang digunakan lebih sederhana, karena hanya berlaku untuk data satu dimensi. Tidak ada pengaruh perbedaan antar individu atau waktu yang diperhitungkan.

### 3. Pengaruh pada estimasi

- CEM : Menganggap seluruh unit individu dan periode waktu memiliki pengaruh yang seragam, sehingga tidak ada pemisahan efek waktu atau individu.
- Regresi biasa (OLS) : Hanya memperhitungkan data dalam satu dimensi dan tidak menggabungkan data panel seperti CEM.

#### **2.9.2 Fixed Effect Model (FEM)**

*Fixed Effect Model (FEM)* merupakan metode dalam analisis data panel yang digunakan untuk mengatasi perbedaan unik setiap individu yang bersifat tetap dan tidak berubah seiring waktu. Perbedaan ini mungkin tidak dapat diamati atau diukur secara langsung, namun tetap memengaruhi variabel terikat. FEM memungkinkan model untuk mengontrol pengaruh perbedaan tersebut, sehingga analisis fokus pada hubungan antara variabel yang dapat diukur (Nandita dkk., 2019).

Model umum *Fixed Effect Model* sebagai berikut:

$$\hat{Y}_{it} = \alpha_i + \beta_1 X_{1it} + \beta_2 X_{2it} + \dots + \beta_{kit} X_{kit} + \varepsilon_{it} \quad (2.6)$$

Keterangan:

- $i$  : 1,2,...,N, menunjukkan unit data *cross section*
- $t$  : 1,2,...,T, menunjukkan unit data *time series*
- $Y_{it}$  : Variabel terikat untuk objek ke-i dan periode waktu ke-
- $X_{kit}$  : Variabel bebas ke-k untuk objek ke-i pada waktu ke-t
- $\alpha_i$  : Efek individu yang mencerminkan karakteristik unik setiap objek atau wilayah
- $\beta_k$  : Koefisien regresi untuk variabel bebas ke-k yang menunjukkan seberapa besar pengaruhnya terhadap variabel terikat
- $\varepsilon_{it}$  : *Error* untuk objek ke-i dan unit waktu ke-t

#### **Estimasi Parameter dengan *Least Square Dummy Variable (LSDV)***

Pendugaan parameter menggunakan *Least Squares Dummy Variable (LSDV)* tidak jauh berbeda dengan metode *Ordinary Least Squares (OLS)*. Namun, dalam model regresi data panel, metode OLS tidak dapat menangkap perbedaan intersep antar unit *cross-section*. *Model Fixed Effect (FEM)* ) mengasumsikan bahwa koefisien *slope* untuk setiap variabel bersifat konstan, namun intersep dapat bervariasi untuk setiap unit *cross-section*. Untuk menangkap perbedaan intersep ini, digunakan variabel dummy, sehingga model ini dikenal sebagai *Least Squares Dummy Variable (LSDV)*. Dengan pendekatan ini, variabel dummy berfungsi untuk mengakomodasi efek tetap individu, memastikan bahwa setiap unit *cross-section* memiliki intersep yang unik, sementara koefisien *slope* tetap konstan (Ahmad & Raupong, 2023). Oleh karena itu, model FEM dapat dituliskan sebagai berikut:

$$\hat{Y}_{it} = \alpha_i + X_{it}\beta + \varepsilon_{it}$$

Dalam bentuk matriks, model dapat ditulis sebagai berikut:

$$\mathbf{Y} = \mathbf{D}\alpha + \mathbf{X}\beta + \varepsilon \quad (2.7)$$

Keterangan:

$Y$  : Vektor nilai variabel terikat ( $n \times 1$ )

$D$  : Matriks dummy berukuran ( $n \times N$ ) untuk menangkap efek tetap individu

$\alpha$  : Vektor parameter efek tetap individu berukuran ( $N \times 1$ )

$X$  : Matriks variabel bebas  $n \times (k + 1)$

$\beta$  : Vektor koefisien regresi  $(k + 1) \times 1$

$\varepsilon$  : Vektor *error* ( $n \times 1$ )

Dengan pendekatan matriks, model dapat dituliskan sebagai berikut:

$$\begin{bmatrix} Y_1 \\ Y_2 \\ \vdots \\ Y_n \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} 1 & 0 & \dots & 0 \\ 0 & 1 & \dots & 0 \\ \vdots & \vdots & \ddots & \vdots \\ 0 & 0 & \dots & 1 \end{bmatrix} \begin{bmatrix} \alpha_1 \\ \alpha_2 \\ \vdots \\ \alpha_n \end{bmatrix} + \begin{bmatrix} X_1 \\ X_2 \\ \vdots \\ X_n \end{bmatrix} \beta + \begin{bmatrix} \varepsilon_1 \\ \varepsilon_2 \\ \vdots \\ \varepsilon_n \end{bmatrix}$$

maka,

$$Y_{i(T \times 1)} = \begin{bmatrix} Y_{1i} \\ Y_{2i} \\ \vdots \\ Y_{Ni} \end{bmatrix}; \quad \mathbf{i}_{(T \times 1)} = \begin{bmatrix} 1 \\ 1 \\ \vdots \\ 1 \end{bmatrix}; \quad \varepsilon_{i(T \times 1)} = \begin{bmatrix} \varepsilon_{i1} \\ \varepsilon_{i2} \\ \vdots \\ \varepsilon_{iT} \end{bmatrix}$$

$$X_{i(T \times k)} = \begin{bmatrix} X_{1i1} & X_{2i1} & \vdots & X_{ki1} \\ X_{1i2} & X_{2i2} & \vdots & X_{ki2} \\ \vdots & \vdots & \ddots & \vdots \\ X_{1iT} & X_{2iT} & \vdots & X_{kiT} \end{bmatrix} \beta_{(1 \times k)} = \begin{bmatrix} \beta_1 \\ \beta_2 \\ \vdots \\ \beta_k \end{bmatrix}$$

Dalam FEM, efek individu tetap yang ditangkap oleh parameter  $\alpha_i$  harus dihilangkan agar dapat diperoleh estimasi parameter regresi  $\beta$  yang tidak bias. Salah satu cara yang digunakan adalah transformasi *within*, yang menggunakan transformasi *idempotent*  $Q$ . Transformasi ini bertujuan untuk menghilangkan efek tetap individu.

Berikut rumus transformasi *idempotent*  $Q$  (Mulia, 2022):

$$Q = I_T - T^{-1} e e' \quad (2.8)$$

Keterangan:

$I_T$  : Matriks identitas ( $T \times T$ )

$e$  : Vektor satuan ( $T \times 1$ ), dengan semua elemen bernilai 1

Selanjutnya, substitusi  $Q$  pada kedua sisi persamaan awal diperoleh:

$$QY = QD\alpha + QX\beta + Q\varepsilon$$

Kemudian, transformasi dari persamaan di atas menjadi:

$$\begin{aligned} QY &= [I_T - T^1 ee'] D\alpha + QX\beta + Q\varepsilon \\ &= [D\alpha I_T - D\alpha T^1 ee'] + QX\beta + Q\varepsilon \\ &= [D\alpha - D\alpha T^1 T] + QX\beta + Q\varepsilon \end{aligned}$$

Karena  $T^1 T = I_T$ , maka:

$$= 0 + QX\beta + Q\varepsilon$$

Sehingga persamaan dapat disederhanakan menjadi:

$$\begin{aligned} QY &= QX\beta + Q\varepsilon \\ Q\varepsilon &= QY - QX\beta \end{aligned}$$

Setelah dilakukan eliminasi efek tetap, parameter  $\beta$  dapat dieliminasi menggunakan metode *Ordinary Least Squares* (OLS) dengan meminimalkan jumlah kuadrat galat:

$$F = (Q\varepsilon)'(Q\varepsilon)$$

Dengan mensubstitusikan  $Q\varepsilon = QY - QX\beta$  ke dalam  $F$ , diperoleh :

$$\begin{aligned} F &= [QY - QX\beta]'(QY - QX\beta) \\ &= Q'Y'QY - Q'Y'Q\beta - Q'X'\beta'QY + Q'X'\beta'Q\beta \\ &= Q'QY'Y - 2Q'QY'X\beta + Q'QX'X\beta'\beta \end{aligned}$$

Untuk mendapatkan nilai  $\beta$  yang meminimalkan  $F$ , turunan pertama terhadap  $\beta$  dihitung dan disamakan dengan nol:

$$\frac{\partial F}{\partial \beta} = 0$$

Karena:

$$\begin{aligned} \frac{\partial F}{\partial \beta} &= \frac{\partial Q'QY'Y}{\partial \beta} - \frac{\partial 2Q'QY'X\beta}{\partial \beta} - \frac{\partial Q'QX'X\beta'\beta}{\partial \beta} \\ &= -2Q'QY'X + 2Q'QX'X\beta \end{aligned} \quad (2.9)$$

Dengan menyamakan turunan pertama dengan nol, diperoleh estimasi parameter *Least Squares Dummy Variable* (LSDV) sebagai berikut:

$$\begin{aligned} 2Q'QY'X + 2Q'QX'X\hat{\beta} &= 0 \\ 2Q'QX'X\hat{\beta} &= -2Q'QY'X \\ \hat{\beta}_{LSDV} &= (Q'QX'X)^{-1}(Q'QY'X) \end{aligned}$$

Dengan demikian, dalam *Fixed Effect Model* (FEM), parameter  $\beta$  diestimasi menggunakan dengan metode *Least Squares Dummy Variable* (LSDV). yang mengasumsikan bahwa perbedaan individu diakomodasi melalui variabel dummy, sehingga efek individu tetap  $\alpha_i$  telah dieliminasi dari model. Estimasi parameter  $\beta$  dalam model FEM diperoleh sebagai berikut:

$$\hat{\beta}_{LSDV} = (Q' QX' X)^{-1} (Q' QY' X) \quad (2.10)$$

### 2.9.3 *Random Effect Model (REM)*

*Random Effect Model* merupakan metode dalam analisis data panel yang digunakan untuk mengakomodasi perbedaan unik setiap individu dan waktu yang bersifat acak. Perbedaan ini tidak diukur secara langsung, tetapi dimodelkan sebagai bagian dari komponen *error*. REM memungkinkan analisis untuk menggabungkan pengaruh individu dan waktu secara acak, sehingga hubungan antara variabel yang dapat diukur dianalisis dengan lebih efisien (Alwi dkk., 2018).

Model umum *Random Effect Model* sebagai berikut (Ayu dkk., 2023).

$$\hat{Y}_{it} = \beta_0 + \beta_1 X_{1it} + \beta_2 X_{2it} + \dots + \beta_{kit} X_{kit} + u_i + \varepsilon_{it} \quad (2.11)$$

Keterangan:

- $i$  : 1,2,...,N, menunjukkan unit data *cross section*
- $t$  : 1,2,...,T, menunjukkan unit data *time series*
- $Y_{it}$  : Variabel terikat untuk objek ke- $i$  dan periode waktu ke- $t$
- $\beta_0$  : Koefisien intersep
- $X_{kit}$  : Variabel bebas ke- $k$  untuk objek ke- $i$  pada waktu ke- $t$
- $\beta_k$  : Koefisien regresi untuk variabel bebas ke- $k$  yang menunjukkan seberapa besar pengaruhnya terhadap variabel terikat
- $u_i$  : Komponen *error* dari estimasi koefisien tersebut
- $\varepsilon_{it}$  : *Error* untuk objek ke- $i$  pada waktu ke- $t$

### Estimasi Parameter dengan *Generalized Least Squares (GLS)*

Dalam *Random Effects Model* (REM), perbedaan antar objek dalam sampel dianggap sebagai efek acak. Berbeda dengan *Fixed Effects Model* (FEM) yang menganggap perbedaan objek tercermin dalam intersep tetap, model REM

mengasumsikan bahwa variasi antar objek diakomodasi dalam struktur *error*-nya.

Pada model *Random Effects*, *error* terdiri dari dua komponen yaitu:

$$v_{it} = u_i + \varepsilon_{it} \quad (2.12)$$

di mana  $v_{it}$  merupakan *error* total,  $u_i$  adalah efek individu yang bersifat acak, dan  $\varepsilon_{it}$  adalah *error* acak. Keberadaan  $u_i$  menyebabkan struktur *error* tidak bersifat homoskedastik, sehingga metode *Ordinary Least Squares* (OLS) tidak dapat memberikan estimasi yang efisien.

Oleh karena itu, digunakan *Generalized Least Squares* (GLS) untuk mengatasi heteroskedastisitas dalam *error* dan menghasilkan estimasi yang lebih efisien. REM juga disebut sebagai *Error Components Model* (ECM), karena struktur *error* dalam model ini terbagi menjadi dua komponen, yaitu efek individu dan *error* acak (Hakim & Abbas, 2019).

Bentuk matriks Bentuk matriks dari persamaan (2.12) dapat dinyatakan sebagai berikut:

$$\mathbf{Y} = \mathbf{X}\boldsymbol{\beta} + \boldsymbol{\varepsilon} + \mathbf{u} \quad (2.13)$$

Sehingga,

$$\begin{bmatrix} Y_1 \\ Y_2 \\ \vdots \\ Y_n \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} X_{11} & X_{12} & \cdots & X_{1(k+1)} \\ X_{21} & X_{22} & \cdots & X_{2(k+1)} \\ \vdots & \vdots & \ddots & \vdots \\ X_{n1} & X_{n2} & \cdots & X_{n(k+1)} \end{bmatrix} \begin{bmatrix} \beta_1 \\ \beta_2 \\ \vdots \\ \beta_{(k+1)} \end{bmatrix} + \begin{bmatrix} \varepsilon_1 \\ \varepsilon_2 \\ \vdots \\ \varepsilon_n \end{bmatrix} + \begin{bmatrix} u_1 \\ u_2 \\ \vdots \\ u_n \end{bmatrix}$$

Keterangan:

$Y$  : Vektor nilai variabel terikat ( $n \times 1$ )

$X$  : Matriks variabel bebas  $n \times (k+1)$

$\beta$  : Vektor koefisien regresi  $(k+1) \times 1$

$\varepsilon$  : Vektor *error* ( $n \times 1$ )

$u$  : Vektor efek acak individu ( $n \times 1$ )

Berdasarkan persamaan 2.13,  $\varepsilon$  dapat ditulis sebagai berikut:

$$\boldsymbol{\varepsilon} = \mathbf{Y} - \mathbf{X}\boldsymbol{\beta} - \mathbf{u} \quad (2.14)$$

Untuk menentukan penduga parameter  $\beta$ , kita meminimalkan jumlah kuadrat *error* (JKS), yang didefinisikan sebagai:

$$\text{JKS} = \boldsymbol{\varepsilon}'\boldsymbol{\varepsilon}$$

Substitusi nilai  $\varepsilon$

$$JKS = (Y - X\beta - u)'(Y - X\beta - u)$$

Selanjutnya, dilakukan transformasi perkalian matriks sebagai berikut:

$$= Y'Y - Y'X\beta - Y'u - X'Y\beta' + X'X\beta'\beta + X'\beta'u - u'Y + u'X\beta + u'u$$

Penyederhanaan dilakukan dengan mengelompokkan suku-suku yang serupa:

$$= Y'Y - (Y'X\beta)' - \beta'X'Y - (Y'u)' - u'Y + \beta'X'X\beta + (u'X\beta)' + \beta'X'u + u'u$$

Dengan memanfaatkan sifat simetri operasi matriks, persamaan ini dapat disederhanakan menjadi:

$$= Y'Y - \beta'X'Y - \beta'X'Y - u'Y - u'Y + \beta'X'X\beta + \beta'X'u + \beta'X'u + u'u$$

Maka, diperoleh bentuk akhir dari jumlah kuadrat *error*:

$$= Y'Y - 2\beta'X'Y - 2u'Y + \beta'X'X\beta + 2\beta'X'u + u'u$$

Untuk meminimalkan nilai  $\varepsilon'\varepsilon$ , turunan pertama dari JKS terhadap  $\beta$  dan disamakan dengan nol. Oleh Karena itu,

$$\frac{\partial JKS}{\partial \beta} = 0$$

$$\frac{\partial Y'Y}{\partial \beta} - \frac{\partial 2\beta'X'Y}{\partial \beta} - \frac{\partial 2u'Y}{\partial \beta} + \frac{\partial \beta'X'X\beta}{\partial \beta} + \frac{\partial 2\beta'X'u}{\partial \beta} + \frac{\partial u'u}{\partial \beta} = 0$$

Selanjutnya, turunan dari masing-masing suku dihitung sebagai berikut:

1. Turunan dari  $Y'Y$ :

$$\frac{\partial Y'Y}{\partial \beta} = 0$$

(Karena tidak mengandung  $\beta$ )

2. Turunan dari  $-2\beta'X'Y$ :

$$\frac{\partial 2\beta'X'Y}{\partial \beta} = -2X'Y$$

3. Turunan dari  $2u'Y$ :

$$\frac{\partial 2u'Y}{\partial \beta} = 0$$

(Karena tidak mengandung  $\beta$ )

4. Turunan dari  $\beta' X' X \beta$  :

$$\frac{\partial \beta' X' X \beta}{\partial \beta} = 2X' X \beta$$

5. Turunan dari  $2\beta' X' u$  :

$$\frac{\partial 2\beta' X' u}{\partial \beta} = 2X' u$$

6. Turunan dari  $u' u$  :

$$\frac{\partial u' u}{\partial \beta} = 0$$

(Karena tidak mengandung  $\beta$ )

Turunan yang telah diperoleh kemudian disubstitusikan ke dalam persamaan berikut:

$$-2X' Y + 2X' X \beta + 2X' u = 0$$

Dengan demikian, persamaan dapat dituliskan sebagai berikut:

$$-2X' Y + 2X' X \hat{\beta} + 2X' u = 0$$

$$2X' X \hat{\beta} = 2X' Y - 2X' u$$

$$X' X \hat{\beta} = X' Y - X' u$$

$$(X' X)^{-1} X' X \hat{\beta} = (X' X)^{-1} (X' Y - X' u)$$

$$\hat{\beta} = (X' X)^{-1} (X' Y - X' u)$$

Penduga parameter  $\beta$  dalam REM menggunakan metode *Generalized Least Squares* (GLS) diperoleh sebagai berikut:

$$\hat{\beta}_{LSDV} = (X' X)^{-1} (X' Y - X' u) \quad (2.15)$$

## 2.10 Pemilihan model terbaik

Pemilihan model dilakukan melalui beberapa pengujian spesifikasi untuk memperoleh estimasi model yang paling tepat. Terdapat tiga uji yang digunakan untuk menentukan estimasi terbaik, yaitu uji Chow, uji Hausman, dan uji Lagrange Multiplier (LM).

### 2.10.1 Uji Chow

Uji Chow atau *uji likelihood ratio* digunakan untuk menentukan apakah model yang lebih sesuai adalah *Fixed Effect Model* atau *Common Effect Model* dalam regresi data panel (Alwi, 2018).

Hipotesis untuk uji Chow sebagai berikut:

$H_0$  : Model yang sesuai adalah *Common Effect Model*

$H_1$  : Model yang sesuai adalah *Fixed Effect Model*

Statistika uji yang digunakan yaitu (Indrasetianingsih & Wasik, 2020).

$$F = \frac{(RSS_{CEM} - RRS_{FEM})/(n - 1)}{RRS_{FEM}/(n - k)} \quad (2.16)$$

Keterangan:

$RSS_{CEM}$  : Residual *Sum of Squares* dari *Common Effect Model*

$RRS_{FEM}$  : Residual *Sum of Squares* dari *Fixed Effect Model*

$n$  : Jumlah observasi

$k$  : Jumlah parameter yang di estimasi (jumlah variabel bebas)

Menolak  $H_0$  Jika nilai  $F_{hitung} > F_{tabel (n-1, n-k)}$  atau  $p\text{-value} < \alpha$  (taraf signifikan = 0,05), maka hipotesis nol ditolak dan model yang dipilih adalah *Fixed Effect Model*.

### 2.10.2 Uji Hausman

Uji Hausman dilakukan jika hasil dari uji Chow menunjukkan bahwa model yang tepat adalah *Fixed Effect*. Tujuan dari uji ini adalah untuk menentukan model estimasi terbaik antara *Fixed Effect Model* dan *Random Effect Model* (Ayu dkk., 2023).

Hipotesis untuk uji Hausman sebagai berikut:

$H_0$  : Model yang sesuai adalah *Random Effect Model*

$H_1$  : Model yang sesuai adalah *Fixed Effect Model*

Statistik uji yang di gunakan yaitu:

$$H = [\hat{\beta}_{FEM} - \hat{\beta}_{REM}]^T [Var(\hat{\beta}_{FEM}) - Var(\hat{\beta}_{REM})]^{-1} [\hat{\beta}_{FEM} - \hat{\beta}_{REM}] \quad (2.17)$$

Keterangan:

$\beta_{FEM}$  : Vektor estimasi parameter dari model *Fixed Effect*

$\beta_{REM}$  : Vektor estimasi parameter dari model *Random Effect*

$Var(\beta_{FEM})$  : Variansi dari estimasi parameter dari *Fixed Effect*

$Var(\beta_{REM})$  : Variansi dari estimasi parameter dari *Random Effect*

Pengujian Hausman didasarkan pada distribusi chi-square, dengan jumlah derajat kebebasan sebesar k, yaitu sebanyak variabel bebas yang digunakan dalam model. Apabila nilai statistik Hausman melebihi nilai kritis, maka  $H_0$  ditolak dan *Fixed Effect Model* dianggap sebagai model yang lebih sesuai. Sebaliknya, jika nilai statistik hausman lebih kecil dari nilai kritis, maka model yang lebih sesuai adalah *Random Effect Model*.

### 2.10.3 Uji Lagrange Multiplier

Uji Lagrange Multiplier merupakan pengujian yang digunakan untuk menentukan apakah *Random Effect Model* lebih baik dibandingkan dengan *Common Effect Model*. Uji LM mengikuti distribusi *chi-square* dengan jumlah derajat kebebasan sebesar jumlah variabel bebas.

Hipotesis untuk uji Lagrange Multiplier sebagai berikut:

$H_0$  : Model yang sesuai adalah *Common Effect Model*

$H_1$  : Model yang sesuai adalah *Random Effect Model*

Statistik uji yang digunakan yaitu (Nurlaily dkk., 2022).

$$LM = \frac{n}{2(T-1)} \left[ \frac{\sum_{i=1}^n \sum_{t=1}^T e_{it}}{\sum_{i=1}^n \sum_{t=1}^T e_{it}^2} - 1 \right]^2 \quad (2.18)$$

Keterangan:

$n$  : Jumlah observasi

$T$  : Jumlah periode waktu

$e_{it}$  : Residual model

Menolak  $H_0$  Jika hasil dari nilai LM lebih besar dari nilai kritis statistik *chi-square* dengan  $\alpha = 0,05$ , yang menunjukkan bahwa hipotesis nol ditolak dan model yang lebih tepat adalah *Random Effect Model*.

## 2.11 Uji Asumsi Klasik

Pada regresi data panel, dilakukan beberapa uji asumsi klasik seperti uji normalitas, uji multikolinearitas, uji heteroskedastisitas dan uji autokorelasi.

### 2.11.1 Uji Normalitas

Uji Normalitas merupakan pengujian yang dilakukan untuk memeriksa apakah residual regresi data panel berdistribusi normal. Salah satu pendekatan yang dapat digunakan untuk melakukan uji normalitas adalah uji *Shapiro Wilk* (Alwi dkk., 2019).

Hipotesis untuk uji normalitas adalah:

$H_0$  : Residual berdistribusi normal

$H_1$  : Residual tidak berdistribusi normal

Statistik uji yang digunakan adalah: (Nilpa & Ridwan, 2023) .

$$W = \frac{(\sum a_i x_i)^2}{\sum (x_i - \bar{x})^2} \quad (2.19)$$

Keterangan :

$a_i$  : Koefisien uji *Shapiro Wilk*

$x_i$  : Data sampel ke- $i$

$\bar{x}$  : Rata-rata data sampel

Jika  $p\text{-value} < \alpha$ , maka hipotesis  $H_0$  ditolak, yang menunjukkan bahwa residual tidak berdistribusi normal. Sebaliknya, jika  $p\text{-value} > \alpha$ , maka hipotesis  $H_0$  gagal ditolak, yang menunjukkan bahwa residual memiliki distribusi normal.

### 2.11.2 Uji Autokorelasi

Uji Autokorelasi bertujuan untuk mengukur adanya hubungan atau ketergantungan antara residual pada suatu waktu dengan residual pada waktu lainnya dalam model regresi. Pada model regresi data panel, Uji Wooldridge sering digunakan untuk mendeteksi autokorelasi dalam residual. Uji ini diterapkan pada residual *Fixed Effects Model* (FEM) untuk memastikan bahwa hasil estimasi tetap tidak bias dan efisien (Talmera, 2024).

Hipotesis untuk uji autokorelasi sebagai berikut:

$H_0 : \rho = 0$  ( Tidak ada autokorelasi)

$H_1 : \rho \neq 0$  (Ada autokorelasi)

Statistik uji yang digunakan adalah: (Venosia dkk., 2022).

$$\begin{aligned}(Y_{it} - Y_{it-1}) &= (X_{it} - X_{it-1})' \beta_1 + (\varepsilon_{it} - \varepsilon_{it-1}) \\ \Delta Y_{it} &= \Delta X_{it} \beta_1 + \Delta \varepsilon_{it}\end{aligned}\tag{2.20}$$

Keterangan:

$Y_{it}$  : Variabel terikat untuk objek ke- $i$  dan periode waktu ke- $t$

$X_{it}$  : Variabel bebas untuk objek ke- $i$  dan periode waktu ke- $t$

$\Delta Y_{it}$  : Perubahan Variabel terikat untuk objek ke- $i$  dan periode waktu ke- $t$

$\Delta X_{it}$  : Perubahan variabel bebas untuk objek ke- $i$  dan periode waktu ke- $t$

$\Delta \varepsilon_{it}$  : Perubahan *error* untuk objek ke- $i$  pada waktu ke- $t$

Jika  $p\text{-value} < \alpha$ , maka hipotesis  $H_0$  ditolak, yang menunjukkan bahwa terdapat autokorelasi pada residual. Sebaliknya, jika  $p\text{-value} > \alpha$ , maka hipotesis  $H_0$  gagal ditolak, yang menunjukkan bahwa tidak terdapat autokorelasi pada residual.

### 2.11.3 Uji Heteroskedastisitas

Uji Heteroskedastisitas digunakan untuk mengetahui apakah variansi dari residual bersifat konstan pada seluruh pengamatan. Jika tidak konstan, maka kesalahan tidak acak dan cenderung terkait dengan satu atau lebih variabel bebas. Salah satu metode yang umum digunakan adalah uji Breusch-Pagan. (Nur dkk., 2022).

Hipotesis untuk uji heteroskedastisitas sebagai berikut:

$H_0 : Var(\varepsilon_{it}) = \sigma^2$ , Tidak ada heteroskedastisitas

$H_1 : Var(\varepsilon_{it}) \neq \sigma^2$ , Ada heteroskedastisitas

Statistik uji yang digunakan adalah (Sulistianingsih dkk., 2022).

$$BP = n.R^2\tag{2.21}$$

Adapun  $R^2$  adalah Koefisien determinasi dari regresi *squared residual* terhadap variabel bebas dengan langkah-langkah sebagai berikut:

1. Hitung residual kuadrat:

Residual dari model estimasi  $e_{it}$  dikuadratkan menjadi  $e_{it}^2$

2. Regresi Residual Kuadrat terhadap variabel bebas:

Regresi residual kuadrat dinyatakan sebagai berikut:

$$e_{it}^2 = \alpha_i + \beta_1 X_{1it} + \beta_2 X_{2it} + \dots + \beta_{kit} X_{kit} + \varepsilon_{it}$$

3. Hitung uji *Breusch Pagan* dengan rumus:

$$BP = n.R^2$$

Keterangan:

$n$  : Jumlah observasi

$R^2$  : Koefisien determinasi

Jika  $p\text{-value} < \alpha$ , maka hipotesis  $H_0$  ditolak, yang menunjukkan adanya heteroskedastisitas. Sebaliknya, jika  $p\text{-value} > \alpha$ , maka hipotesis  $H_0$  gagal ditolak, yang menunjukkan bahwa tidak terdapat heteroskedastisitas.

#### 2.11.4 Uji Multikolinearitas

Uji Multikolinearitas bertujuan untuk menguji adanya korelasi antara variabel bebas dalam model regresi. Model regresi yang baik seharusnya yang tidak mengandung multikolinearitas. Untuk mendeteksi multikolinearitas, salah satu indikator yang digunakan adalah *Variance Inflation Factor* (VIF). Jika nilai VIF lebih dari 10, maka dapat disimpulkan bahwa model mengandung multikolinearitas. Sebaliknya, jika nilai VIF kurang dari 10, berarti tidak ada masalah multikolinearitas (Rondonuwu dkk., 2022).

Statistik uji yang digunakan adalah:

$$VIF_k = \frac{1}{1 - R_k^2}; K = 1, 2, \dots, k \quad (2.22)$$

Keterangan:

$VIF_k$  : *Varian Inflation Factor* untuk variabel bebas ke- $k$

$R_k^2$  : Koefisien determinasi dari regresi variabel bebas ke- $k$  terhadap variabel bebas lainnya

Adapun kriteria pengambilan keputusan uji multikolinearitas sebagai berikut:

1. Jika nilai VIF < 10, menunjukkan tidak adanya multikolinearitas dalam model
2. Jika nilai VIF > 10, menunjukkan adanya multikolinearitas dalam model

## 2.12 Uji Signifikansi Parameter

Uji signifikansi bertujuan untuk mengevaluasi koefisien dan signifikansi dari setiap variabel bebas dalam mempengaruhi variabel terikat. Uji hipotesis ini menjadi dasar untuk menentukan apakah hasil penelitian mendukung atau tidak pada hipotesis yang ditentukan pada penelitian. Pengujian ini terdiri dari uji simultan (uji F), uji parsial (uji t) dan koefisien determinasi R.

### 2.12.1 Uji Simultan (F)

Uji Simultan atau juga yang dikenal sebagai uji F, digunakan untuk menguji hipotesis mengenai koefisien regresi secara keseluruhan. Tujuan dari uji ini adalah untuk menilai kelayakan model yang dipilih (Nur dkk., 2022).

Hipotesis untuk uji simultan sebagai berikut:

$H_0$  :  $\beta_i = 0$ , untuk  $i = 1, 2, 3, 4, 5$  (Variabel bebas secara simultan tidak berpengaruh terhadap variabel terikat)

$H_1$  : Setidaknya ada satu  $\beta_i \neq 0$ , untuk  $i = 1, 2, 3, 4, 5$  (Variabel bebas secara simultan berpengaruh terhadap variabel terikat)

Statistik uji yang digunakan :

$$F_{hitung} = \frac{R^2/(k-1)}{(1-R^2)/(n-k)} \quad (2.23)$$

Keterangan:

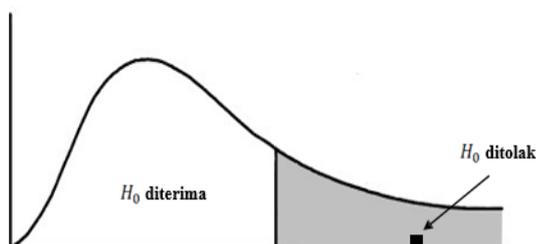
$R^2$  : Koefisien determinasi

$k$  : Jumlah variabel bebas termasuk konstanta

$n$  : Jumlah observasi

Jika  $F_{hitung} > F_{tabel}$  atau  $p\text{-value} < \alpha$ , maka hipotesis  $H_0$  ditolak, yang menunjukkan bahwa setidaknya ada satu variabel bebas yang berpengaruh signifikan terhadap variabel terikat secara simultan. Sebaliknya, jika  $p\text{-value} > \alpha$ , maka hipotesis  $H_0$  gagal ditolak, yang menunjukkan bahwa variabel bebas secara simultan tidak berpengaruh signifikan terhadap variabel terikat.

Distribusi uji F memiliki daerah kritis yang menentukan keputusan terhadap hipotesis  $H_0$ . Gambar berikut menunjukkan batas daerah penolakan dan penerimaan hipotesis berdasarkan nilai  $F_{hitung}$  dan  $F_{tabel}$ .



**Gambar 2.1. Daerah Penolakan dan Penerimaan Hipotesis pada Uji F**

Gambar 2.1 menunjukkan daerah penerimaan dan penolakan hipotesis dalam uji F. Wilayah di sebelah kiri garis  $F_{tabel}$  merupakan daerah penerimaan  $H_0$ , sedangkan wilayah yang diarsir di sebelah kanan merupakan daerah penolakan  $H_0$ . Jika  $F_{tabel}$  berada di daerah penerimaan, maka hipotesis  $H_0$  gagal ditolak, yang berarti variabel bebas secara simultan tidak berpengaruh signifikan terhadap variabel terikat. Sebaliknya, jika  $F_{hitung}$  berada di daerah penolakan, maka hipotesis  $H_0$  ditolak, yang menunjukkan adanya pengaruh signifikan secara simultan dari variabel bebas terhadap variabel terikat.

### 2.12.2 Uji Parsial (t)

Uji t digunakan untuk menguji apakah suatu variabel bebas berpengaruh signifikan secara individual (parsial) terhadap variabel terikat dalam model regresi. Uji ini mengukur kontribusi setiap variabel bebas dalam menjelaskan variasi variabel terikat (Ayu dkk., 2023).

Hipotesis untuk uji parsial sebagai berikut:

$H_0$  :  $\beta_1, \beta_2, \beta_3, \beta_4, \beta_5 = 0$  ( Variabel bebas tidak berpengaruh signifikan terhadap variabel terikat secara parsial)

$H_1$  :  $\beta_1, \beta_2, \beta_3, \beta_4, \beta_5 \neq 0$  (Variabel bebas berpengaruh signifikan terhadap variabel terikat secara parsial)

Statistik uji yang digunakan adalah :

$$t_{hitung} = \frac{\beta_k}{SE(\beta_k)} \quad (2.24)$$

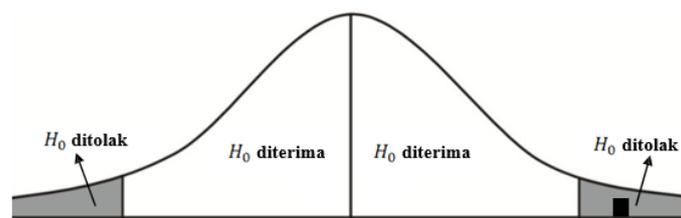
Keterangan:

$\beta_k$  : Koefisien regresi untuk variabel bebas ke- $k$  yang menunjukkan seberapa besar pengaruhnya terhadap variabel terikat

$SE(\beta_k)$  : Standar *error* dari estimasi koefisien regresi

Jika  $t_{hitung} > t_{tabel}$  atau  $p\text{-value} < \alpha$ , maka hipotesis  $H_0$  ditolak, yang menunjukkan bahwa variabel bebas berpengaruh signifikan terhadap variabel terikat secara parsial. Sebaliknya, jika  $p\text{-value} > \alpha$ , maka hipotesis  $H_0$  gagal ditolak, yang menunjukkan bahwa variabel bebas tidak berpengaruh signifikan terhadap variabel terikat.

Distribusi uji t memiliki daerah kritis yang menentukan keputusan terhadap hipotesis  $H_0$ . Gambar berikut menunjukkan batas daerah penolakan dan penerimaan hipotesis berdasarkan nilai  $t_{hitung}$  dan  $t_{tabel}$ .



**Gambar 2.2. Daerah Penolakan dan Penerimaan Hipotesis pada Uji t**

Gambar 2.2 menunjukkan daerah penerimaan dan penolakan hipotesis dalam uji t. Wilayah di tengah merupakan daerah penerimaan  $H_0$ , sedangkan dua wilayah yang diarsir di kedua ujung distribusi merupakan daerah penolakan  $H_0$ . Jika  $t_{hitung}$  berada di daerah penerimaan, maka hipotesis  $H_0$  gagal ditolak, yang berarti variabel bebas tidak berpengaruh signifikan terhadap variabel terikat. Sebaliknya, jika  $t_{hitung}$  berada di salah satu daerah penolakan (baik sisi kiri maupun kanan), maka hipotesis  $H_0$  ditolak, yang menunjukkan bahwa variabel bebas berpengaruh signifikan terhadap variabel terikat.

### 2.12.3 Koefisien determinasi R

Koefisien Determinasi (*Goodness of Fit*), yang dikenal juga sebagai  $R^2$ , merupakan ukuran penting dalam regresi karena dapat menunjukkan seberapa

besar variasi variabel terikat yang dapat dijelaskan oleh variabel bebas dalam model. Nilai  $R^2$  berkisar antara 0 hingga 1. Ketika  $R^2$  mendekati 0, hal ini mengindikasikan bahwa variabel-variabel bebas hampir tidak menjelaskan variasi yang terjadi pada variabel terikat. Sebaliknya, jika  $R^2$  yang mendekati 1 menunjukkan bahwa hampir seluruh variasi pada variabel terikat dapat dijelaskan oleh model. Dengan demikian, semakin tinggi nilai  $R^2$ , maka semakin baik pula kemampuan model regresi dalam merepresentasikan hubungan antara variabel-variabel yang dianalisis (Nirmolo & Widjajanti, 2018).

Adapun rumus  $R^2$  adalah sebagai berikut:

$$R^2 = 1 - \frac{RSS}{TSS} \quad (2.25)$$

Namun, nilai  $R^2$  selalu meningkat dengan penambahan variabel bebas, meskipun variabel tersebut tidak signifikan secara statistik. Untuk mengatasi kelemahan tersebut, digunakan *Adjusted  $R^2$* , yang memperbaiki nilai  $R^2$  dengan mempertimbangkan jumlah variabel bebas ( $k$ ) dan jumlah observasi ( $n$ ). *Adjusted  $R^2$*  atau koefisien determinasi yang disesuaikan, memberikan evaluasi yang lebih akurat terhadap kualitas model regresi.

Rumus *Adjusted  $R^2$*  adalah sebagai berikut: (Wohon, dkk 2017).

$$adj R^2 = 1 - \left( \frac{n-1}{n-k} \right) \cdot \frac{RSS}{TSS} \quad (2.26)$$

Keterangan :

$n$  : Jumlah observasi

$k$  : Jumlah parameter yang diestimasi (jumlah variabel bebas)

$RSS$  : *Residual sum of squares* (jumlah kuadrat residual)

$TSS$  : *Total sum of squares* (jumlah kuadrat variasi dalam variabel bebas)

Penggunaan *Adjusted  $R^2$*  membantu meningkatkan keakuratan evaluasi model regresi, terutama pada analisis data panel yang kompleks.

## DAFTAR PUSTAKA

- Ahmad, N. A., dan Raupong, R., 2023, Estimation Of Parameter Regression Panel Data Model Using Least Square Dummy Variable Method. *Jurnal Matematika, Statistika dan Komputasi*, No. 1, Vol. 20, 221-228. <https://journal.unhas.ac.id/index.php/jmsk/article/view/27530>.
- Alamsyah, I. F., Esra, R., Awalia, S., dan Nohe, D. A., 2022, Analisis Regresi Data Panel Untuk Mengetahui Faktor Yang Memengaruhi Jumlah Penduduk Miskin Di Kalimantan Timur. *In Prosiding Seminar Nasional Matematika dan Statistika*. Samarinda, Mei : <https://jurnal.fmipa.unmul.ac.id/index.php/snmsa/article/view/861>.
- Aliyah, A. H., 2022, Menelaah relasi gender equality terhadap pertumbuhan ekonomi di jawa tengah. *SETARA: Jurnal Studi Gender dan Anak*, No. 2, Vol. 4, 180-194. <https://e-journal.metrouniv.ac.id/jsnga/article/view/5638>.
- Alwi, W., dan Musfirah, M., 2021, Penerapan Regresi Nonparametrik Spline Dalam Memodelkan Faktor-Faktor yang Mempengaruhi Indeks Pembangunan Manusia (IPM) di Indonesia Tahun 2018. *Jurnal MSA (Matematika dan Statistika serta Aplikasinya)*, No. 2, Vol. 9, 112-119, : <https://journal.uin-alauddin.ac.id/index.php/msa/article/view/23055>.
- Alwi, W., Rayyan, I., dan Nurfadilah, K., 2018, Analisis Regresi Data Panel pada Faktor-Faktor yang Mempengaruhi Tingkat Kemiskinan Provinsi Sulawesi Selatan Tahun 2011-2015. *Jurnal MSA (Matematika dan Statistika serta Aplikasinya)*, No. 2, Vol. 6, 30-44, : <https://journal.uin-alauddin.ac.id/index.php/msa/article/view/6416>.
- Anggraini, E., dan Lisyaningsih, U., 2013, Disparitas spasial angka harapan hidup di indonesia tahun 2010. *Jurnal Bumi Indonesia*, No. 3, Vol. 2, 70-80, : <https://www.neliti.com/id/publications/78794/disparitas-spasial-angka-harap-hidup-di-indonesia-tahun-2010>.

- Ashari, R. T., dan Athoillah, M., 2023, Analisis pengaruh tingkat pengangguran terbuka, tingkat partisipasi angkatan kerja, upah minimum, indeks pembangunan manusia, pertumbuhan ekonomi dan jumlah penduduk terhadap kemiskinan di kawasan tapal kuda. *Journal of Development Economic and Social Studies*, No. 2, Vol. 2, 313-326, : <https://jdess.ub.ac.id/index.php/jdess/article/view/142>.
- Ayu, K. R., Aidid, M. K., dan Rais, Z., 2023, Analisis Regresi Data panel pada Angka Partisipasi Murni jenjang pendidikan SMP sederajat di Provinsi Jawa Barat pada tahun 2018-2021. *VARIANSI: Journal of Statistics and Its application on Teaching and Research*, No. 2, Vol. 5, 64-75, : <https://jurnal.variansi.unm.ac.id/index.php/variansi/article/view/113>.
- BPS, 2021, <https://www.bps.go.id/id/publication/2021/04/30/8e777ce2d7570ced44197a37/indeks-pembangunan-manusia2020.html>, diakses tanggal 28 September 2024.
- BPS, 2023, <https://sulbar.bps.go.id/id/statistics-table/2/NTAjMg==/indeks-pembangunan-manusia--ipm--metode-baru.html>, diakses tanggal 5 agustus 2024.
- Hakim, M. Z., dan Abbas, D. S., 2019, Pengaruh ukuran perusahaan, struktur modal, likuiditas, investment opportunity set (IOS), dan profitabilitas terhadap kualitas laba (perusahaan makanan dan minuman yang terdaftar di Bursa Efek Indonesia tahun 2013-2017). *Competitive Jurnal Akuntansi Dan Keuangan*, No. 2, Vol. 3, 26-51, : <https://jurnal.umt.ac.id/index.php/competitive/article/view/1826>.
- Heriansyah, R. D., Nuraini, I., dan Kusuma, H., 2018, Analisis Pengaruh Jumlah Industri dan Indeks Pembangunan Manusia Terhadap Jumlah Penduduk Miskin di Kabupaten/Kota Provinsi Banten. *Jurnal Ilmu Ekonomi JIE*, No. 3, Vol. 2, 453-463, : <https://ejournal.umm.ac.id/index.php/jie/article/view/7110>.

- Indrasetyaningih, A., dan Wasik, T. K. (2020). Model Regresi Data Panel Untuk Mengetahui Faktor Yang Mempengaruhi Tingkat Kemiskinan Di Pulau Madura. *Jurnal Gaussian*, No. 3, Vol. 9, 55-363, : <https://ejournal3.undip.ac.id/index.php/gaussian/article/view/28925>
- Jannah, M., Susanti, R., dan Ismail, A. B., 2023, Faktor Yang Memengaruhi Kejadian Diare Pada Balita Di Indonesia Dengan Menggunakan Regresi Data Panel. *In Prosiding Seminar Nasional Matematika dan Statistika*, 3, Samarinda, Agustus, : <https://jurnal.fmipa.unmul.ac.id/index.php/SNMSA/article/view/1181>.
- Kahar, A. M. 2018, Analisis angka harapan lama sekolah di Indonesia Timur menggunakan weighted least squares regression. *Jurnal Matematika Mantik*, No. 1, Vol. 4, 32-41, : <https://jurnalsaintek.uinsa.ac.id/index.php/mantik/article/view/231>.
- Karini, P., 2018, Pengaruh Tingkat Kemiskinan Terhadap Angka Partisipasi Sekolah Usia 16-18 Tahun di Provinsi Kepulauan Bangka Belitung. *Al-Ishlah, jurnal Pendidikan*, No. 1, Vol. 10, 103-115, : <https://journal.staihubbulwathan.id/index.php/alishlah/article/view/64>.
- Karyono, Y., Tusianti, E., Agun Rama Gunawa, I. G. N., Nugroho, A., dan Clarissa, A., 2021 publikasi Indeks pembangunan manusia 2020. Vol. 1, Badan Pusat Statistik, Jakarta, : <https://www.bps.go.id/id/publication/2021/04/30/8e777ce2d7570ced44197a37/indeks-pembangunan-manusia-2020.html>
- Magfirah, A. I., Raupong dan Tinungki, G. M., 2022, Estimasi Parameter Model Regresi Data Panel Efek Tetap dengan Metode First Difference. *ESTIMASI: Journal of Statistics and Its Application*. No. 2, Vol. 3, 59-69, : <https://journal.unhas.ac.id/index.php/ESTIMASI/article/view/1127>.
- Mahrany, Y., 2012, Pengaruh indikator komposit indeks pembangunan manusia terhadap pertumbuhan ekonomi di Sulawesi Selatan. *Skripsi: Sarjana*

Fakultas Ekonomi dan Bisnis Universitas Hassanudin, Makassar.:<https://core.ac.uk/download/pdf/25487666.pdf>.

Mulia, P. D., 2022., Analisis Regresi Data Panel untuk Pemodelan Laju Inflasi Tujuh Kota di Provinsi Jawa Barat Tahun 2013-2020. *Skripsi: Jurusan matematika dan ilmu pengetahuan alam*, Universitas Andalas. Padang, <http://scholar.unand.ac.id/106931/>.

Nandita, D. A., Alamsyah, L. B., Jati, E. P., dan Widodo, E., 2019, Regresi data panel untuk mengetahui faktor-faktor yang mempengaruhi PDRB di Provinsi DIY tahun 2011-2015. *Indonesian Journal of Applied Statistics*, No. 1, Vol. 2, 42-52, : <https://jurnal.uns.ac.id/ijas/article/view/28950>.

Nilpa, W., dan Ridwan, A. F., 2023, Pengaruh Model Pembelajaran Kooperatif Tipe Two Stay Two Stray Terhadap Pemahaman Konsep Matematis Siswa Kelas V SDN Cijambe. *KRAKATAU (Indonesian of Multidisciplinary Journals)*, No. 1, Vol. 1, 15-26, : <https://jurnal.desantapublisher.com/index.php/krakatau/article/view/98>.

Nirmolo, D., dan Widjajanti, K., 2018, Analisis Faktor-Faktor Yang Mempengaruhi Harga Saham Dengan Nilai Perusahaan Sebagai Variabel Intervening. *Jurnal Riset Ekonomi Dan Bisnis*, No. 1, Vol. 11, : <https://journals.usm.ac.id/index.php/jreb/article/view/1076>.

Nur, M. T., Khoirotunnisa, D., dan Nohe, D. A., 2022, Regresi Data Panel untuk Memodelkan Persentase Kemiskinan di Kalimantan Timur. *In Prosiding Seminar Nasional Matematika dan Statistika* , Samarinda, Mei. : <https://jurnal.fmipa.unmul.ac.id/index.php/SNMSA/article/view/901>.

Nurlaily,N., Aridinanti, L., dan Wildani, Z., 2022, Pemodelan Tingkat Pengangguran Terbuka di Provinsi Jambi Menggunakan Regresi Data Panel. *Jurnal Sains Dan Seni ITS*, No. 1, Vol. 11, D157-D162, : [https://ejournal.its.ac.id/index.php/sains\\_seni/article/download/69229/6993](https://ejournal.its.ac.id/index.php/sains_seni/article/download/69229/6993).

- Prangga, S., Sifriyani, S., dan Zarkasi, R. N., 2021, Analisis Faktor Faktor yang mempengaruhi Indeks Pembangunan Manusia di Kalimantan menggunakan regresi panel. *BAREKENG: Jurnal Ilmu Matematika Dan Terapan*, No. 2, Vol. 15, 277-28, : <https://www.neliti.com/id/publications/379082>.
- Putri, N. M., dan Muljaningsih, S., 2022, Analisis Pengaruh Indeks Pengangguran, Indeks Pelayanan Kesehatan dan Indeks Pendidikan Terhadap Indeks Pembangunan Manusia (Ipm) di Kabupaten Bojonegoro. *Equity: Jurnal Ekonomi*, No.1, Vol.10, 59-71, : <https://equity.ubb.ac.id/index.php/equity/acrticle/view/83>.
- Rahmadeni, R., dan Wulandari, N., 2017, Analisis Faktor-faktor yang Mempengaruhi Inflasi pada Kota Metropolitan di Indonesia dengan Menggunakan Analisis Data Panel. *Jurnal Sains Matematika Dan Statistika*, No. 2, Vol. 3, 34-42, : <https://ejournal.uinsuska.ac.id/index.php/JSMS/article/view/4475>.
- Rondonuwu, S., Prang, J., dan Paendong, M., 2022, Analisis Faktor-Faktor yang Mempengaruhi Tingkat Pengangguran di Provinsi Sulawesi Utara Menggunakan Metode Regresi Data Panel. *d'CARTESIAN: jurnal Matematika dan Aplikasi*, No. 1, Vol. 11, 32-37, : <https://ejournal.unsrat.ac.id/v3/index.php/decartesian/article/view/36689>.
- Santoso, D. H., Arsyi, F. A., Clarissa, A., Setiawan, I. N., Kurniati, E., dan Delyana, S., 2024., *Indeks Pembangunan Manusia 2023*, Vol 18, 2024, BadanPusat Statistik, Jakarta, : <https://www.bps.go.id/id/publication/2024/05/13/8f77e73a66a6f484c655985a/indeks-pembangunan-manusia-2023.html>.
- Saputro, M. H., 2022, Analisis Pengaruh Tingkat Kemiskinan Terhadap Indeks Pembangunan Manusia (IPM) Dengan Model Regresi Linier (Studi Kasus Di Kabupaten Bengkulu Utara Pada Tahun 2010-2021). *EKOMBIS REVIEW: Jurnal Ilmiah Ekonomi dan Bisnis*, No. 2, Vol. 10, 809-816, : <https://jurnal.unived.ac.id/index.php/er/article/view/2647>.

- Septianingsih, A., 2022, Pemodelan Data Panel Menggunakan Random Effect Model untuk Mengetahui Faktor Yang Mempengaruhi Umur Harapan Hidup di Indonesia. *Jurnal Lebesgue: Jurnal Ilmiah Pendidikan Matematika, Matematika dan Statistika*, No. 3, Vol. 3, 525-536, : <https://lebesgue.lppmbinabangsa.id/index.php/home/article/view/163>.
- Sulistianingsih, E., Suparti, S., dan Ispriyanti, D., 2023, Pemodelan Indeks Pembangunan Manusia di Jawa Tengah Menggunakan Metode Regresi Ridge dan Regresi Stepwise. *Jurnal Gaussian*, No.3, Vol 11, 468-477, : <https://ejournal3.undip.ac.id/index.php/gaussian/article/view/37430>.
- Talmera, D. A., 2024, Dampak Investasi Swasta Dan Publik Terhadap Pengurangan Kemiskinan (Studi Kasus: Provinsi Penghasil Nikel Di Indonesia). *Governance, JKMP (Governance, Jurnal Kebijakan & Manajemen Publik)*, No. 2, Vol. 14, 2-78, : <https://jurnal.uwp.ac.id/fisip/index.php/GovernanceJKMP/article/view/247>.
- Tanadjaja, A., Zain, I., dan Wibowo, W., 2017, Pemodelan angka harapan hidup di Papua dengan pendekatan Geographically Weighted Regression. *Jurnal Sains Dan Seni ITS*, No. 1, Vol. 6, 82–88, : <https://media.neliti.com/media/publications/134965-ID-pemodelan-angka-harapan-hidup-di-papua-d.pdf>.
- Venosia, D., Suliyanto, Sediono, & Chamidah, N., 2022, Pemodelan Persentase Kepesertaan BPJS Non Penerima Bantuan Iuran Dengan Pendekatan Regresi Data Panel. *J Statistika: Jurnal Ilmiah Teori Dan Aplikasi Statistika*, No. 1, Vol. 15, 116-126.
- Wahyudi, H., Naufal, F., Pongoh, F. W., dan Amelia, R., 2023, Analisis Faktor yang Mempengaruhi Indeks Pembangunan Manusia di Kalimantan Timur. *In Seminar Nasional Teknologi Informasi dan Matematika (SEMIOTIKA)*, Balikpapan, November, : <https://journal.itk.ac.id/index.php/semiotika/article/view/996>.

Wohon, S. C., Hatidja, D., dan Nainggolan, N., 2017, Penentuan model regresi Terbaik dengan menggunakan metode stepwise (Studi kasus: Impor beras di Sulawesi Utara). *Jurnal Ilmiah Sains*, 80-88, : <https://ejournal.unsrat.ac.id/v3/index.php/JIS/article/download/16834/16510/34162>.