

**ANALISIS REGRESI DATA PANEL FAKTOR SOSIAL-EKONOMI  
TERHADAP INDEKS PEMBANGUNAN MANUSIA DI KABUPATEN/KOTA  
PROVINSI LAMPUNG PERIODE 2019-2024**

**Skripsi**

**Oleh**

**ANESKA DENADAH  
NPM. 2217031051**



**FAKULTAS MATEMATIKA DAN ILMU PENGETAHUAN ALAM  
UNIVERSITAS LAMPUNG  
BANDAR LAMPUNG**

**2026**

## **ABSTRACT**

### **ANALISIS REGRESI DATA PANEL FAKTOR SOSIAL-EKONOMI TERHADAP INDEKS PEMBANGUNAN MANUSIA DI KABUPATEN/KOTA PROVINSI LAMPUNG PERIODE 2019-2024**

By

**Aneska Denadah**

The Human Development Index (HDI) is an important indicator in assessing the success of human development; however, there are still disparities in HDI among regencies and cities in Lampung Province. This study aims to analyze the effect of Gross Regional Domestic Product (GRDP), poverty level, and average years of schooling on the HDI of regencies/cities in Lampung Province using a panel data approach. The data used are secondary data from the Central Bureau of Statistics (BPS) for 15 regencies/cities during the period 2019–2024. The analytical method used is panel data regression with a two-way Fixed Effect Model (FEM) approach using the Least Square Dummy Variable (LSDV) estimation. The research results show that partially GRDP and average years of schooling have a significant effect on HDI, while the poverty level does not have a significant effect. These findings indicate that differences in economic and educational conditions play a role in HDI disparities among regions in Lampung Province.

**Keywords:** human development index, regional disparity, panel data, fixed effect, Lampung Province.

## ABSTRAK

### ANALISIS REGRESI DATA PANEL FAKTOR SOSIAL-EKONOMI TERHADAP INDEKS PEMBANGUNAN MANUSIA DI KABUPATEN/KOTA PROVINSI LAMPUNG PERIODE 2019-2024

Oleh

**Aneska Denadah**

Indeks Pembangunan Manusia (IPM) merupakan indikator penting dalam menilai keberhasilan pembangunan manusia, namun masih terdapat ketimpangan IPM antar kabupaten dan kota di Provinsi Lampung. Penelitian ini bertujuan untuk menganalisis pengaruh Produk Domestik Regional Bruto (PDRB), tingkat kemiskinan, dan rata-rata lama sekolah terhadap IPM kabupaten/kota di Provinsi Lampung menggunakan pendekatan data panel. Data yang digunakan merupakan data sekunder Badan Pusat Statistik (BPS) pada 15 kabupaten/kota selama periode 2019–2024. Metode analisis yang digunakan adalah regresi data panel dengan pendekatan *Fixed Effect Model* (FEM) *two-way effect* menggunakan estimasi *Least Square Dummy Variabel* (LSDV). Hasil penelitian menunjukkan bahwa secara parsial PDRB dan rata-rata lama sekolah berpengaruh signifikan terhadap IPM, sedangkan tingkat kemiskinan tidak berpengaruh signifikan. Temuan ini mengindikasikan bahwa perbedaan kondisi ekonomi dan pendidikan berperan dalam ketimpangan IPM antar wilayah di Provinsi Lampung.

**Kata kunci:** indeks pembangunan manusia, ketimpangan wilayah, data panel, *fixed effect*, Provinsi Lampung.

**ANALISIS REGRESI DATA PANEL FAKTOR SOSIAL-EKONOMI  
TERHADAP INDEKS PEMBANGUNAN MANUSIA DI KABUPATEN/KOTA  
PROVINSI LAMPUNG PERIODE 2019-2024**

**ANESKA DENADAH**

**Skripsi**

Sebagai Salah Satu Syarat untuk Memperoleh Gelar  
SARJANA MATEMATIKA

Pada

Jurusan Matematika

Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam



**FAKULTAS MATEMATIKA DAN ILMU PENGETAHUAN ALAM  
UNIVERSITAS LAMPUNG  
BANDAR LAMPUNG**

**2026**

Judul Skripsi : **ANALISIS REGRESI DATA PANEL  
FAKTOR SOSIAL-EKONOMI TERHADAP  
INDEKS PEMBANGUNAN MANUSIA DI  
KABUPATEN/KOTA PROVINSI LAMPUNG  
PERIODE 2019-2024**

Nama Mahasiswa : **Aneska Denadah**  
Nomor Pokok Mahasiswa : **2217031051**  
Program Studi : **Matematika**  
Fakultas : **Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam**

**MENYETUJUI**

**1. Komisi Pembimbing**

  
**Dr. Bernadhita H.S.U, S.Si., M.Sc.**  
NIP 199206302023212034

  
**Dr. Edwin Russel, S.E., M.Sc.**  
NIP 198406192024061001

**2. Wakil Dekan Bidang Akademik dan Kerjasama,  
FMIPA Universitas Lampung**

  
**Mulyono, S.Si., M.Si., Ph.D.**  
NIP. 197406112000031002

**MENGESAHKAN**

**1. Tim Penguji**

**Ketua : Dr. Bernadhita H.S.U, S.Si., M.Sc.**



**Sekretaris : Dr. Edwin Russel, S.E., M.Sc.**



**Penguji  
Bukan Pembimbing : Dr. Khoirin Nisa, M.Sc.**



**2. Dekan Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam**



**Dr. Eng. Heri Satria, S.Si., M.Si.**

**NIP. 197110012005011002**



**Tanggal Lulus Ujian Skripsi: 16 April 2026**

## PERNYATAAN SKRIPSI MAHASISWA

Yang bertanda tangan di bawah ini:

Nama : **Aneska Denadah**

Nomor Pokok Mahasiswa : **2217031051**

Jurusan : **Matematika**

Judul Skripsi : **Analisis Regresi Data Panel Faktor Sosial-Ekonomi Terhadap Indeks Pembangunan Manusia Di Kabupaten/Kota Provinsi Lampung Periode 2019-2024**

Dengan ini menyatakan bahwa skripsi ini adalah hasil pekerjaan saya sendiri. Apabila kemudian hari terbukti bahwa skripsi ini merupakan hasil salinan atau dibuat oleh orang lain, maka saya bersedia menerima sanksi sesuai dengan ketentuan akademik yang berlaku.

Bandar Lampung, 16 April 2026

Penulis,



Aneska Denadah

## **RIWAYAT HIDUP**

Penulis memiliki nama lengkap Aneska Denadah yang lahir di Bandar Lampung pada tanggal 24 April 2004. Penulis merupakan anak pertama dari dua bersaudara, putri dari pasangan Dedi Junaedi dan Nafrodah.

Penulis memulai pendidikan formal di TK Pratama Kids pada tahun 2008 dan menyelesaikannya pada tahun 2010. Kemudian, penulis melanjutkan pendidikan di SD Negeri 2 Sukabumi pada tahun 2010 sampai dengan 2016. Selanjutnya, penulis melanjutkan pendidikan di SMP Negeri 21 Bandar Lampung pada tahun 2016 sampai dengan tahun 2019, dan menyelesaikan pendidikan di SMA Gajah Mada pada tahun 2022.

Pada tahun 2022, penulis diterima di program studi S1 Matematika, Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam (FMIPA), Universitas Lampung melalui jalur Seleksi Nasional Masuk Perguruan Tinggi Negeri (SNMPTN). Pada akhir tahun 2024, penulis melaksanakan Kerja Praktik (KP) di Mal Pelayanan Publik (MPP) Kota Metro selama 40 hari sampai dengan Februari 2025, juga melaksanakan magang mandiri di Bank Indonesia pada bulan Februari 2026 dan di Otoritas Jasa Keuangan pada bulan April. Selain itu, sebagai bentuk pengabdian kepada masyarakat, penulis juga melaksanakan Kuliah Kerja Nyata (KKN) selama 40 hari di desa Kedaung, Kecamatan Kemiling, Bandar Lampung, sampai dengan Agustus 2025.

Selama masa aktif kuliah, penulis aktif sebagai anggota Reporter Chief Radio Kampus Universitas Lampung (RAKANILA) Tahun 2024, dan menjadi pengurus Himpunan Mahasiswa Jurusan Matematika (HIMATIKA) FMIPA Unila Periode 2023 sebagai anggota Bidang Eksternal

## KATA INSPIRASI

*"Dan bahwasannya seorang manusia tiada memperoleh selain apa yang telah diusahakannya"*

(QS. An-Najm: 39)

*"Allah tidak mengatakan hidup ini mudah. Tetapi Allah berjanji, bahwa sesungguhnya bersama kesulitan ada kemudahan"*

(Q.S AL-Insyirah: 5-6)

*"Bertahanlah, karena tidak ada kesulitan yang kekal."*

(Ali bin Abi Thalib r.a.)

*"Apapun yang terjadi dalam hidupmu, jangan katakan 'seandainya', tapi katakanlah 'Qadarullah' karna semua yang menjadi adalah takdir dan takdir Allah itu selalu baik, karna Allah itu maha baik."*

(Ust. Hanan Attaki)

*"Gotta ask and you shall receive Perseverance in the face of grief."*

(Hindia, Baskara Putra)

*Your long journey is not over today is just ordinary, you are okay."*

(Hindia, Baskara Putra)

*"Tumbuhku kini semoga sesuai yang kau impi."*

(Perunggu)

## SANWACANA

*Alhamdulillahirobbil' alamin,*

Alhamdulillah, puji dan syukur penulis panjatkan kepada Allah SWT atas limpahan rahmat dan karunia-Nya sehingga penulis dapat menyelesaikan skripsi ini yang berjudul "Analisis Regresi Data Panel Faktor Sosial-Ekonomi pada Indeks Pembangunan Manusia di Kabupaten/Kota Provinsi Lampung Periode 2019-2024" dengan baik dan lancar serta tepat pada waktu yang telah ditentukan. Shalawat serta salam semoga senantiasa tercurahkan kepada Nabi Muhammad SAW.

Dalam proses penyusunan skripsi ini, banyak pihak yang telah membantu memberikan bimbingan, dukungan, arahan, motivasi serta saran sehingga skripsi ini dapat terselesaikan. Oleh karena itu, dalam kesempatan ini penulis mengucapkan terimakasih kepada:

1. Ibu Dr. Bernahita Herindri Samodera Utami, S.Si., M.Sc. selaku Pembimbing 1 yang telah banyak meluangkan waktunya untuk memberikan arahan, bimbingan, motivasi, saran serta dukungan kepada penulis sepanjang proses penyusunan skripsi ini.
2. Bapak Dr. Edwin Russel, S.E., M.Sc. selaku Pembimbing 2 yang telah memberikan arahan, dukungan, serta doa sehingga penulis dapat menyelesaikan skripsi ini.
3. Ibu Dr. Khoirin Nisa, M.Si. selaku Penguji yang telah bersedia memberikan saran, kritik, serta evaluasi yang membangun sehingga penulis dapat menyelesaikan skripsi ini.
4. Bapak Drs. Tiryono Ruby, M.Sc., Ph.D. selaku dosen Pembimbing Akademik.
5. Bapak Dr. Aang Nuryaman, S.Si., M.Si. selaku Ketua Jurusan Matematika Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam Universitas Lampung.
6. Seluruh dosen, staff dan karyawan Jurusan Matematika Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam Universitas Lampung.

7. Kepada Ayah, Dedi Junaedi, dengan penuh cinta dan rasa hormat penulis mempersembahkan ucapan terima kasih yang tak terhingga kepada ayah tercinta. Sosok yang meneguhkan langkah di saat goyah dan menguatkan tanpa banyak kata. Sosok yang tidak banyak bicara, namun selalu hadir melalui doa, kerja keras, dan pengorbanan yang sering kali tak terlihat. Setiap langkah penulis hingga sampai di titik ini tidak pernah lepas dari peran ayah yang senantiasa berjuang, bahkan dalam diam.
8. Kepada Ibu, Nafrodah, dengan segala cinta dan kerendahan hati, penulis mempersembahkan terima kasih yang tak terhingga kepada ibu tercinta. Sosok yang tak pernah lelah berjuang dalam diam, yang dengan sepenuh jiwa rela mengorbankan apa pun demi kebahagiaan anaknya. Setiap doa yang ibu panjatkan, setiap lelah yang ibu sembunyikan, dan setiap air mata yang mungkin tak pernah terlihat, menjadi kekuatan yang menuntun penulis hingga sampai di titik ini.
9. Kepada adik laki-laki tercinta, M. Zidan Djuandah, penulis menyampaikan terima kasih yang tulus atas segala dukungan, semangat, dan kebersamaan yang telah diberikan selama proses penyusunan skripsi ini. Canda tawa serta momen-momen sederhana yang pernah dilalui bersama menjadi sumber kekuatan bagi penulis dalam menghadapi berbagai tantangan.
10. Haura Wahyu Ariestania dan Jenny Saputri, penulis mengucapkan terima kasih kepada teman-teman terdekat yang telah kebersamai sejak awal perjalanan hidup hingga bangku kuliah, yang tumbuh bersama dalam cerita, tawa, dan perjuangan yang tak tergantikan. Kehadiran kalian bukan hanya sebagai sahabat, melainkan saudara tapi tidak sedarah, menjadi penguat di setiap langkah hingga penulis mampu sampai di titik ini. Semoga kebersamaan yang telah terjalin menjadi kenangan indah yang tak lekang oleh waktu, dan kita semua senantiasa dipertemukan dalam kebahagiaan dan kesuksesan.
11. Titah Aura Maulia, Devinta Arianti, Desak Made A. Irania, Aurora Sara Prasetio, Heni Widia S, Fathan Alhindami, dan Zahra Gidant Dewigita, sebagai teman dalam lingkaran belajar yang telah menjadi ruang bertumbuh bersama selama perkuliahan. Terima kasih atas kebersamaan, diskusi, saling berbagi pemahaman, serta dukungan yang diberikan dalam setiap proses belajar hingga penyusunan skripsi ini. Kehadiran kalian menjadi penguat langkah dan penyemangat hingga penulis mampu menyelesaikan karya ini.
12. Rekan-Rekan HIMATIKA Universitas Lampung Periode 2024.

13. Rekan-Rekan UKM Radio Kampus Universitas Lampung Periode 2024 (Nadia Eksa A.P, Cindy Adelia, & Puteri Choirunnisa) yang telah kebersamai dalam setiap proses, berbagi pengalaman, cerita, dan kebersamaan yang penuh makna. Kehadiran kalian bukan hanya sebagai rekan organisasi, tetapi juga sebagai tempat bertumbuh dan saling menguatkan hingga penulis mampu sampai di titik ini.
14. Intan Nurafni, Addina Mutiarahma, Rosya Ramadhani, Ade Tiara Piogika, Moch Fadhli, Mohammad Tegar, dan Sultan Ja'far. Penulis mengucapkan apresiasi kepada teman-teman KKN Desa Kedaung atas kebersamaan dan kerja sama yang telah terjalin. Berbagai pengalaman yang dilalui bersama, baik dalam suka maupun tantangan, memberikan pelajaran dan dukungan yang berarti dalam proses penulis hingga menyelesaikan skripsi ini.
15. Tara Silvia, Vinca Rahmawati, Aliya Aryati dan Rehana Saskia, penulis mengucapkan terima kasih kepada teman-teman yang telah kebersamai dalam berbagai perjalanan, berbagi cerita, tawa, dan pengalaman yang penuh makna. Kebersamaan yang terjalin bukan sekadar pertemanan, tetapi telah menjadi seperti keluarga yang saling menguatkan di setiap proses hingga penulis mampu sampai di titik ini.
16. Ake Fiolita, Deka Sintiani, Dhiya Laila Azzahra, dan Yunita Puspita Sari, dengan penuh rasa terima kasih, penulis mengapresiasi teman-teman yang telah hadir dan berperan dalam proses penyelesaian skripsi ini. Terima kasih atas dukungan, semangat, serta kepedulian yang diberikan, baik melalui kebersamaan, bantuan, maupun doa yang tak pernah putus. Kehadiran kalian, dalam berbagai bentuk, telah menjadi bagian penting yang menguatkan penulis hingga mampu menyelesaikan skripsi ini.
17. Kepada diri sendiri, atas segala usaha, ketekunan, dan perjuangan yang telah dilakukan untuk menyelesaikan skripsi ini tepat pada waktunya, penulis menyampaikan terima kasih yang mendalam. Tidak mudah menjalani setiap proses yang penuh tekanan, keraguan, dan kelelahan, namun penulis tetap memilih untuk bertahan dan melangkah maju di tengah berbagai rintangan yang datang silih berganti. Setiap air mata yang mungkin pernah jatuh, setiap rasa lelah yang kerap disembunyikan, serta setiap kegagalan kecil yang sempat menggoyahkan, pada akhirnya menjadi bagian dari perjalanan yang menguatkan. Terima kasih telah tidak menyerah, telah terus berusaha meskipun dalam keadaan tidak selalu baik-baik saja, dan telah mempercayai bahwa semua ini

akan sampai pada titik penyelesaian. Semoga apa yang telah diperjuangkan menjadi awal dari langkah yang lebih besar dalam meraih cita-cita, serta menjadi pengingat bahwa diri ini mampu melewati hal-hal yang sebelumnya terasa begitu berat.

Semoga skripsi ini dapat bermanfaat bagi kita semua. Penulis menyadari bahwa skripsi ini masih jauh dari sempurna, sehingga penulis mengharapkan kritik dan saran yang membangun untuk menjadikan skripsi ini lebih baik lagi.

Penulis menyadari bahwa masih terdapat banyak kekurangan dalam penulisan skripsi ini. Oleh karena itu, penulis mengharapkan kritik dan saran yang membangun dari semua pihak.

Bandar Lampung, 16 April 2026

Aneska Denadah

## DAFTAR ISI

	Halaman
<b>DAFTAR ISI</b> . . . . .	<b>xiii</b>
<b>DAFTAR TABEL</b> . . . . .	<b>xvi</b>
<b>DAFTAR GAMBAR</b> . . . . .	<b>.xviii</b>
<b>I PENDAHULUAN</b> . . . . .	<b>1</b>
1.1 Latar Belakang Masalah . . . . .	1
1.2 Tujuan Penelitian . . . . .	3
1.3 Manfaat Penelitian . . . . .	4
<b>II TINJAUAN PUSTAKA</b> . . . . .	<b>5</b>
2.1 Analisis Regresi . . . . .	5
2.2 Regresi Data Panel . . . . .	7
2.2.1 <i>Common Effect Model</i> . . . . .	8
2.2.2 <i>Fixed Effect Model</i> . . . . .	9
2.2.3 <i>Random Effect Model</i> . . . . .	15
2.3 Tranformasi Logaritma . . . . .	16
2.4 Pemilihan Model Regresi Data Panel . . . . .	17
2.4.1 Uji <i>Chow</i> . . . . .	17
2.4.2 Uji <i>Hausman</i> . . . . .	18
2.4.3 Uji <i>FEM Two-Way vs Single-Way</i> . . . . .	18
2.5 Estimasi <i>Least Square Dummy Variable (LSDV)</i> . . . . .	19
2.6 Pengujian Uji Asumsi Model Regresi Data Panel . . . . .	22
2.6.1 Uji Multikolinearitas . . . . .	22
2.6.2 Uji Heteroskedastisitas . . . . .	23
2.6.3 Uji Autokorelasi . . . . .	24
2.6.4 Uji Normalitas . . . . .	25
2.7 <i>Driscoll–Kraay Robust Standard Error (SE)</i> . . . . .	26
2.8 Uji Kesesuaian Model . . . . .	27

2.8.1	Koefisien Determinasi . . . . .	27
2.8.2	Uji Simultan (Uji F) . . . . .	29
2.8.3	Uji Parsial (Uji t) . . . . .	29
2.9	Indeks Pembangunan Manusia . . . . .	30
2.10	Produk Domestik Regional Bruto (PDRB) . . . . .	32
2.11	Tingkat Kemiskinan . . . . .	33
2.12	Rata-Rata Lama Sekolah (RLS) . . . . .	34
<b>III</b>	<b>METODE PENELITIAN . . . . .</b>	<b>35</b>
3.1	Waktu dan Tempat Penelitian . . . . .	35
3.2	Metode Penelitian . . . . .	35
3.3	Langkah Analisis . . . . .	38
<b>IV</b>	<b>HASIL DAN PEMBAHASAN . . . . .</b>	<b>40</b>
4.1	Analisis Deskriptif Data . . . . .	40
4.2	Uji Multikolinearitas . . . . .	45
4.3	Estimasi Model Regresi Data Panel . . . . .	45
4.3.1	<i>Common Effect Model</i> . . . . .	46
4.3.2	<i>Fixed Effect Model</i> . . . . .	46
4.3.3	<i>Random Effect Model</i> . . . . .	47
4.4	Pemilihan Model Regresi Data Panel . . . . .	48
4.4.1	Uji <i>Chow</i> . . . . .	48
4.4.2	Uji <i>Hausman</i> . . . . .	49
4.4.3	Uji <i>FEM Two-Way vs Single-Way</i> . . . . .	50
4.5	Estimasi FEM menggunakan <i>Least Square Dummy Variable (LSDV)</i> . . . . .	51
4.6	Pengujian Uji Asumsi Model Regresi Data Panel . . . . .	58
4.6.1	Uji Heteroskedastisitas . . . . .	58
4.6.2	Uji Autokorelasi . . . . .	59
4.6.3	Uji Normalitas . . . . .	60
4.7	Uji Kesesuaian Model . . . . .	60
4.7.1	Uji Koefisien Determinasi . . . . .	61
4.7.2	Uji Simultan (F) . . . . .	61
4.7.3	Uji Parsial (t) . . . . .	62
4.8	Interpretasi . . . . .	63
<b>V</b>	<b>KESIMPULAN &amp; SARAN . . . . .</b>	<b>65</b>
5.1	Kesimpulan . . . . .	65
5.2	Saran . . . . .	66

**DAFTAR PUSTAKA . . . . . 67**

## DAFTAR TABEL

Tabel	Halaman
1 Struktur Data Panel . . . . .	7
2 Data Asli Variabel Panel . . . . .	36
3 Variabel Penelitian Data Panel . . . . .	38
4 Statistika Deskriptif IPM beserta variabel prediktor pada Kabupaten/Kota Provinsi Lampung . . . . .	40
5 Tren IPM Kabupaten/Kota Provinsi Lampung . . . . .	41
6 Tren PDRB Kabupaten/Kota Provinsi Lampung . . . . .	42
7 Tren Tingkat Kemiskinan Kabupaten/Kota Provinsi Lampung . . . . .	43
8 Tren Rata-Rata Lama Sekolah Terhadap IPM Provinsi Lampung . . . . .	44
9 Hasil Koefisien Korelasi dan VIF . . . . .	45
10 Hasil Estimasi CEM . . . . .	46
11 Hasil Estimasi FEM . . . . .	47
12 Hasil Estimasi REM . . . . .	48
13 Hasil Uji <i>Chow</i> . . . . .	49
14 Hasil Uji Hausman . . . . .	49
15 Hasil Uji FEM <i>Two-Way vs Single-Way</i> . . . . .	50
16 Estimasi FEM Menggunakan LSDV . . . . .	51
17 Hasil Intersep Dengan Efek Individu dan Waktu . . . . .	52
18 Persamaan FEM LSDV Dua Arah untuk Setiap Dummy Individu . . . . .	53
19 Hasil Uji <i>Breusch-Pagan</i> . . . . .	59
20 Hasil Uji <i>Breusch-Godfrey</i> . . . . .	59
21 Hasil Uji <i>Jarque-Berra</i> . . . . .	60
22 Hasil Uji Koefisien Determinasi . . . . .	61
23 Hasil Uji Simultan . . . . .	61
24 Hasil Uji Parsial FEM <i>Two-Way Effect</i> . . . . .	62

## DAFTAR GAMBAR

Gambar	Halaman
1 Tren IPM Kab/Kota Provinsi Lampung (2019–2024) . . . . .	41
2 Tren PDRB Terhadap IPM Provinsi Lampung (2019–2024) . . . . .	42
3 Tren kemiskinan (2019–2024) . . . . .	43
4 PLOT RLS terhadap IPM Provinsi Lampung (2019–2024) . . . . .	44

# BAB I

## PENDAHULUAN

### 1.1 Latar Belakang Masalah

Regresi merupakan salah satu metode statistika yang paling banyak digunakan untuk menganalisis hubungan antara variabel dependen dan independen. Melalui regresi linear, peneliti dapat mengetahui arah positif atau negatif dan besar pengaruh variabel independen terhadap variabel dependen. Namun demikian, regresi linear dengan data *cross-section* hanya mampu menangkap variasi antar unit dalam satu periode waktu, sedangkan regresi dengan data *time series* hanya dapat menggambarkan perubahan dari waktu ke waktu pada satu unit tertentu (Gujarati & Porter, 2009). Kedua pendekatan tersebut memiliki keterbatasan karena tidak mampu secara bersamaan melihat variasi antar unit maupun antar waktu (Baltagi, 2005).

Untuk mengatasi keterbatasan metode regresi *cross-section* dan *time series*, digunakanlah analisis data panel, yaitu gabungan antara *cross-section* dan *time series* (Baltagi, 2005). Data panel memungkinkan peneliti menganalisis banyak unit dalam beberapa periode waktu sekaligus, sehingga mampu menangkap dinamika perubahan antar waktu sekaligus perbedaan antar daerah. Selain itu, data panel memiliki kemampuan untuk menangkap heterogenitas individual yang tidak dapat diamati secara langsung dan stabil sepanjang waktu, seperti karakteristik unik untuk masing-masing daerah yang bisa mempengaruhi IPM. Data panel juga meningkatkan jumlah observasi, mengurangi masalah multikolinearitas, serta menghasilkan estimasi yang lebih efisien.

Data panel memiliki tiga pendekatan, di antaranya *Common Effect Model* (CEM) yang mengasumsikan semua individu homogen tanpa memperhitungkan perbedaan spesifik, *Fixed Effect Model* (FEM) yang memasukkan efek khusus tiap individu atau waktu melalui *intercept* berbeda, dan *Random Effect Model* (REM) yang

mengasumsikan perbedaan individu bersifat acak dan tidak berkorelasi dengan variabel independen. Pemilihan model terbaik biasanya dilakukan melalui uji *Chow*, *Hausman*, uji *two-way effect vs single-way effect* (Baltagi, 2005).

Dalam konteks pembangunan, Indeks Pembangunan Manusia (IPM) merupakan indikator komposit yang digunakan untuk mengukur kualitas pembangunan melalui tiga dimensi utama yakni pendidikan, kesehatan, dan standar hidup layak (Todaro & Smith, 2015). IPM adalah salah satu indikator yang dapat digunakan untuk mengukur skala ekonomi dan kualitas manusia. IPM mengacu pada bagaimana masyarakat mendapatkan hasil pembangunan dalam hal pendapatan, kesehatan, pendidikan, dan lain-lain. Berdasarkan perhitungan *united nations development programme* (UNDP), IPM diukur melalui tiga aspek yakni pendidikan yang diukur melalui HLS (Harapan Lama Sekolah) dan RLS (Rata-rata Lama Sekolah), aspek kesehatan diukur melalui AHH (Angka Harapan Hidup) dan standar hidup layak yang diukur melalui pengeluaran perkapita *riil*.

IPM diukur pada setiap indikator-indikator dari ketiga dimensi tersebut yang kemudian dinormalisasikan ke dalam bentuk indeks parsial melalui formula minimum–maksimum sehingga berada pada skala 0–1. Selanjutnya, ketiga indeks parsial tersebut digabungkan menggunakan rata-rata geometrik (*geometric mean*) untuk membentuk nilai IPM secara keseluruhan (BPS Provinsi Lampung, 2024).

Di Provinsi Lampung, capaian IPM dari tahun ke tahun cenderung meningkat, pada tahun 2024 IPM Provinsi Lampung mencapai angka 72,3 masih berada di bawah rata-rata nasional yaitu 75,02 (BPS Provinsi Lampung, 2025). Dalam peningkatannya Provinsi Lampung masih menunjukkan adanya kesenjangan antar kabupaten/kota. Kota Bandar Lampung dan Metro memiliki IPM relatif tinggi, sedangkan kabupaten-kabupaten lain masih berada di bawah rata-rata provinsi (Wanizal dkk., 2025). Ketimpangan ini menunjukkan bahwa pembangunan manusia di Provinsi Lampung belum merata, dan menimbulkan pertanyaan tentang faktor-faktor sosial-ekonomi apa yang berperan dalam menentukan perbedaan IPM antar daerah.

Oleh karena itu, pendekatan analisis data panel dipilih karena mampu menangkap variasi data antar wilayah kabupaten/kota dan antar waktu. Metode ini memberikan hasil estimasi yang lebih akurat jika dibandingkan dengan regresi *cross section* (Baltagi, 2021).

Berberapa penelitian terdahulu menunjukkan bahwa faktor internal memiliki pengaruh nyata terhadap IPM. Menurut Ramadanisa & Triwahyuningtyas., (2022), menemukan bahwa pendapatan per kapita dan belanja pendidikan berpengaruh positif terhadap IPM, sedangkan kemiskinan dan belanja kesehatan tidak signifikan dengan menggunakan pendekatan *Fixed Effect Model* (FEM). Selanjutnya, menurut Umamah & Syafitri., (2025) menunjukkan bahwa gini rasio berpengaruh negatif signifikan terhadap IPM, sedangkan jumlah penduduk berpengaruh positif dengan melakukan pendekatan *Random Effect*(REM). Dan menurut Wanizal dkk., (2025) penelitian dengan menggunakan pendekatan *Random Effect* (REM) yang fokus pada indikator internal IPM, dan menemukan bahwa angka harapan hidup serta rata-rata lama sekolah berpengaruh signifikan. Temuan-temuan tersebut menegaskan bahwa faktor sosial-ekonomi seperti pendapatan, kemiskinan, ketimpangan, dan pendidikan memang memengaruhi IPM, tetapi hasil antar penelitian masih beragam baik dari segi variabel maupun model yang digunakan.

Pada uraian sebelumnya, penelitian terdahulu menggunakan periode sebelum pandemi (2015–2019) atau hingga tahun 2023. Selanjutnya, terdapat variasi dalam pemilihan variabel, periode penelitian, dan model panel yang digunakan (*Fixed Effect vs Random Effect*), serta menghasilkan temuan yang berbeda-beda.

Dengan demikian, penelitian ini berjudul “Analisis Regresi Data Panel Faktor Sosial-Ekonomi pada Indeks Pembangunan Manusia di Kabupaten/Kota Provinsi Lampung Periode 2019–2024”. Penelitian ini menguji faktor sosial-ekonomi internal yang relevan, seperti faktor ekonomi yang diuji melalui PDRB dan tingkat kemiskinan, kemudian faktor sosial yang akan diuji melalui rata-rata lama sekolah (RLS) serta memilih pendekatan yang lebih baik diantara *CEM*, *FEM*, *REM*.

## **1.2 Tujuan Penelitian**

Adapun tujuan dari penelitian ini adalah untuk mengidentifikasi pendekatan analisis data panel yang paling tepat sehingga hasil estimasi yang diperoleh mampu menggambarkan hubungan antara faktor sosial-ekonomi terhadap IPM Provinsi Lampung periode 2019-2024, serta menganalisis pengaruh faktor-faktor sosial-ekonomi yang memiliki pengaruh signifikan terhadap IPM Provinsi Lampung.

### **1.3 Manfaat Penelitian**

Adapun manfaat dari penelitian ini yaitu:

1. Memperoleh model regresi data panel terbaik dalam menganalisis pengaruh faktor sosial-ekonomi terhadap IPM;
2. Memberikan gambaran kepada masyarakat mengenai faktor-faktor sosial-ekonomi yang paling memengaruhi IPM;
3. Memberikan gambaran mengenai penerapan ilmu matematika yang diperoleh dalam perkuliahan untuk menyelesaikan suatu permasalahan.

## BAB II

### TINJAUAN PUSTAKA

#### 2.1 Analisis Regresi

Analisis regresi adalah metode statistika yang digunakan untuk memodelkan dan menganalisis hubungan antara variabel terikat (dependen) dengan satu atau lebih variabel bebas (independen). Analisis regresi terbagi menjadi dua, yaitu analisis regresi linear sederhana dan analisis regresi linear berganda, regresi linear sederhana adalah jenis regresi dengan hanya ada satu variabel bebas yang digunakan untuk memprediksi variabel terikat. Model ini cocok jika hubungan antar variabel diasumsikan linear dan tidak ada variabel lain yang secara substansial memengaruhi variabel terikat dalam model. Dalam regresi linear sederhana biasanya diestimasi persamaan bentuk:

$$Y_i = \beta_0 + \beta_1 X_i + \varepsilon_i \quad (2.1)$$

dengan:

$$i = 1, 2, \dots, n$$

$$\beta_0 = \text{intercept}$$

$$\beta_1 = \text{koefisien variabel bebas}$$

$$X_i = \text{variabel bebas}$$

$$Y_i = \text{variabel terikat}$$

$$\varepsilon_i = \text{error.}$$

Regresi linear berganda digunakan apabila terdapat lebih dari satu variabel bebas yang diasumsikan berpengaruh terhadap variabel terikat (Anggraeni, 2021). Modelnya umum ditulis:

$$Y = \beta_0 + \beta_1 X_{1i} + \beta_2 X_{2i} + \dots + \beta_k X_{ki} + \varepsilon_i \quad (2.2)$$

dengan:

$\beta_0 = \text{intercept}$

$\beta_1 = \text{koefisien variabel bebas}$

$X_{1i} = \text{variabel bebas}$

$Y_i = \text{variabel terikat}$

$\varepsilon_i = \text{error}$ .

Menurut Basuki, (2021), persamaan regresi linear dalam bentuk matriks adalah sebagai berikut :

$$\mathbf{y} = \mathbf{X}\boldsymbol{\beta} + \boldsymbol{\varepsilon} \quad (2.3)$$

dengan,

$$\mathbf{y} = \begin{bmatrix} y_1 \\ y_2 \\ \vdots \\ y_n \end{bmatrix}, \quad \mathbf{X} = \begin{bmatrix} 1 & x_{11} & \cdots & x_{1k} \\ 1 & x_{21} & \cdots & x_{2k} \\ \vdots & \vdots & \ddots & \vdots \\ 1 & x_{n1} & \cdots & x_{nk} \end{bmatrix}, \quad \boldsymbol{\beta} = \begin{bmatrix} \beta_0 \\ \beta_1 \\ \vdots \\ \beta_k \end{bmatrix}, \quad \boldsymbol{\varepsilon} = \begin{bmatrix} \varepsilon_1 \\ \varepsilon_2 \\ \vdots \\ \varepsilon_n \end{bmatrix}$$

Keterangan:

$\mathbf{y}$  : Vektor respon (dependen)

$\mathbf{X}$  : Matriks prediktor (independen)

$\boldsymbol{\beta}$  : Vektor parameter

$\boldsymbol{\varepsilon}$  : Vektor error  $\varepsilon \sim N(0, \sigma^2 I)$ ,

dengan :

$$E(\varepsilon_i) = 0, \quad \text{Var}(\varepsilon_i) = \sigma^2$$

## 2.2 Regresi Data Panel

Regresi data panel adalah metode analisis untuk memodelkan hubungan variabel dependen (Y) dengan satu atau lebih variabel independen (X) menggunakan data panel, yaitu gabungan *cross-section* dan (Hutagulung & Darnius, 2020).

Keuntungan menggunakan data panel yaitu mampu menyediakan data lebih banyak dan menghasilkan derajat bebas yang lebih besar. Selain itu, data panel mampu mengontrol efek tetap individual dengan mengatasi permasalahan variabel yang dihilangkan (*omitted variable bias*) yang sering terjadi pada data *cross-sectional* maupun *time series* (Fitriani, 2024).

Menurut (Caraka & Yasin, 2021) berikut merupakan struktur data panel :

Tabel 1 Struktur Data Panel

Kabupaten/Kota	Tahun	IPM	PDRB	Kemiskinan	RLS
Individu	Waktu	$Y_{it}$	$X_{1it}$	$X_{2it}$	$\cdots X_{kit}$
$i = 1$	$t = 1$	$Y_{11}$	$X_{111}$	$X_{211}$	$\cdots X_{k11}$
	$t = 2$	$Y_{12}$	$X_{112}$	$X_{212}$	$\cdots X_{k12}$
	$t = 3$	$Y_{13}$	$X_{113}$	$X_{213}$	$\cdots X_{k13}$
	$\vdots$	$\vdots$	$\vdots$	$\vdots$	$\ddots$
	$t = T$	$Y_{1T}$	$X_{11T}$	$X_{21T}$	$\cdots X_{k1T}$
$i = 2$	$t = 1$	$Y_{21}$	$X_{121}$	$X_{221}$	$\cdots X_{k21}$
	$t = 2$	$Y_{22}$	$X_{122}$	$X_{222}$	$\cdots X_{k22}$
	$t = 3$	$Y_{23}$	$X_{123}$	$X_{223}$	$\cdots X_{k23}$
	$\vdots$	$\vdots$	$\vdots$	$\vdots$	$\ddots$
	$t = T$	$Y_{2T}$	$X_{12T}$	$X_{22T}$	$\cdots X_{k2T}$
$\vdots$	$\vdots$	$\vdots$	$\vdots$	$\vdots$	$\ddots$
$i = N$	$t = 1$	$Y_{N1}$	$X_{1N1}$	$X_{2N1}$	$\cdots X_{kN1}$
	$t = 2$	$Y_{N2}$	$X_{1N2}$	$X_{2N2}$	$\cdots X_{kN2}$
	$t = 3$	$Y_{N3}$	$X_{1N3}$	$X_{2N3}$	$\cdots X_{kN3}$
	$\vdots$	$\vdots$	$\vdots$	$\vdots$	$\ddots$
	$t = T$	$Y_{NT}$	$X_{1NT}$	$X_{2NT}$	$\cdots X_{kNT}$

Persamaan umum data panel adalah :

$$Y_{it} = \beta_{0it} + \sum_{k=1}^K \beta_{kit} X_{kit} + \varepsilon_{it} \quad (2.4)$$

Keterangan:

$Y_{it}$  : Variabel dependen ke- $i$  pada data *cross section* untuk waktu ke- $t$

$\beta_0$  : Intersep

$\beta_1$  : Koefisien *slope* untuk semua unit

$X_i$  : Variabel independen untuk unit *cross section* ke- $i$  dan waktu ke- $t$

$\varepsilon_{it}$  : *Error* regresi dari individu ke- $i$  untuk periode waktu ke- $t$

$i$  :  $1, 2, \dots, N$  untuk unit individu

$t$  :  $1, 2, \dots, T$  untuk waktu

Seluruh variabel independen dalam data panel berasumsi *non-stochastic* dan memiliki residual normal,  $\varepsilon_{it} \sim N(0, \sigma^2)$ .

Data panel mampu menangkap variasi antara individu/daerah/perusahaan sekaligus dengan variasi antar periode waktu sehingga mampu memberikan informasi yang lebih kaya dibanding hanya menggunakan salah satunya. Selain itu juga, data panel menghasilkan prediksi yang lebih akurat dan tepat untuk menangkap dinamika perubahan (Gujarati & Porter, 2009).

### 2.2.1 *Common Effect Model*

Pendekatan efek gabungan (*Common Effect Model*) merupakan pendekatan model data panel yang paling sederhana karena hanya mengkombinasikan data *time series* dan *cross section*. Pada model ini tidak diperhatikan dimensi waktu maupun individu, sehingga diasumsikan bahwa perilaku data perusahaan sama dalam berbagai kurun waktu. Metode ini bisa menggunakan pendekatan *Ordinary Least Square* (OLS) atau teknik kuadrat terkecil untuk mengestimasi model data panel.

Dengan persamaan :

$$Y_{it} = \beta_0 + \sum_{k=1}^p \beta_k x_{kit} + e_{it} \quad (2.5)$$

dengan:

$Y_{it}$  = Menyatakan variabel respon pada unit pengamatan ke-  $i$  dan periode waktu ke- $t$

$\beta_0$  = *Intercept* model regresi pada unit observasi ke- $i$  dan waktu ke- $t$

$\beta_k$  = Koefisien *slope*

$x_{it}$  = Variabel prediktor untuk unit observasi ke- $i$  periode waktu ke- $t$

$\mu_i$  = Menunjukkan galat atau *error* pada unit pengamatan ke- $i$

$e_{it}$  = Komponen *error* pada unit pengamatan ke- $i$  dan periode waktu ke- $t$

$i$  = Menunjukkan indeks unit *cross section* , yaitu  $i = 1, 2, \dots, N$

$t$  = Menunjukkan indeks unit *time series* , yaitu  $t = 1, 2, \dots, T$

$k$  = Merupakan jumlah variabel prediktor yaitu,  $k = 1, \dots, k$ .

### 2.2.2 Fixed Effect Model

Pendekatan efek tetap (*Fixed Effect Model*) merupakan metode analisis data panel yang mempertimbangkan efek individu (*cross-section*) dalam hubungan antara variabel dependen dan independen. Pendekatan FEM menghilangkan bias akibat korelasi antara faktor tak teramati yang konstan dengan variabel penjelas, dengan cara memberikan intercept khusus bagi tiap entitas (Wooldridge, 2010).

Dengan memiliki persamaan :

$$Y_{it} = \beta_{it} + \sum_{k=1}^K \beta_k X_{kit} + \varepsilon_{it} \quad (2.6)$$

dengan:

$Y_{it}$  = Variabel dependen *cross section* ke- $i$  dan *time series* ke- $t$ ,  $i = 1, 2, \dots, N$  dan  $t = 1, 2, \dots, T$

$X_{kit}$  = variabel independen ke- $k$  untuk unit *cross section* ke- $i$  dan *time series* ke- $t$

$\beta_{it}$  = *intercept* untuk *cross-section* ke- $i$  dan *time series* ke- $t$

$\beta_k$  = *slope* regresi ke- $k$

$\varepsilon_{it}$  = nilai *error* untuk unit *cross section* ke- $i$  dan *time series* ke- $t$

$K$  = banyaknya parameter dalam regresi yang akan diduga

Salah satu metode untuk menduga parameter dalam FEM adalah *Least Square Dummy Variable* dengan cara menambahkan variabel *dummy* untuk setiap unit individu (misalnya kabupaten di Lampung) atau periode waktu, sehingga menangkap heterogenitas intersep secara eksplisit (Wooldridge, 2020).

Keunggulan utama metode *Least Square Dummy Variable* (LSDV) adalah kemampuannya dalam mengendalikan efek tetap individu dengan memasukkan variabel *dummy* bagi setiap unit observasi, sehingga heterogenitas yang tidak teramati antar individu dapat ditangkap melalui perbedaan intersep. Pendekatan ini menjadikan proses estimasi lebih sederhana dan efisien secara komputasi, terutama ketika jumlah unit individu dalam sampel berukuran besar. Secara matematis, hasil estimasi yang diperoleh melalui metode LSDV, namun dengan proses perhitungan yang lebih ringan serta memberikan kemudahan dalam interpretasi koefisien regresi (Wooldridge, 2020).

#### a. FEM dengan Efek Individu

Dalam pendekatan *Least Squares Dummy Variable* (LSDV), efek individu dimodelkan secara eksplisit melalui variabel *dummy* untuk setiap unit *cross-section* (Wooldridge, 2010). Model ini memungkinkan adanya perbedaan intersep antar individu, namun mengasumsikan bahwa *slope* antar variabel independen bersifat konstan.

Model dasar *Fixed Effect Model* dengan efek individu dapat dituliskan sebagai berikut:

$$Y_{it} = \alpha_i + \beta_1 X_{1it} + \beta_2 X_{2it} + \dots + \beta_K X_{Kit} + u_{it}, \quad i = 1, 2, \dots, N; \quad t = 1, 2, \dots, T \quad (2.7)$$

dengan:

$Y_{it}$  : variabel dependen untuk individu ke- $i$  pada waktu ke- $t$ ,

$\alpha_i$  : intersep spesifik individu,

$\beta_k$  : parameter slope,

$X_{kit}$  : variabel independen ke- $k$ ,

$u_{it}$  : komponen error.

Karena terdapat  $N$  individu, maka diperlukan  $N$  intersep berbeda. Untuk menghindari *dummy variable trap*, digunakan  $N - 1$  variabel *dummy*. Misalkan didefinisikan variabel *dummy* sebagai:

$$D_{ji} = \begin{cases} 1, & \text{jika individu } i = j, \\ 0, & \text{lainnya,} \end{cases} \quad j = 2, 3, \dots, N$$

Sehingga model LSDV dapat dituliskan sebagai:

$$Y_{it} = \alpha_1 + \delta_2 D_{2i} + \delta_3 D_{3i} + \dots + \delta_N D_{Ni} + \beta_1 X_{1it} + \dots + \beta_K X_{Kit} + u_{it} \quad (2.8)$$

dengan:

$\alpha_1$  adalah intersep untuk individu referensi,

$\delta_j$  menunjukkan perbedaan intersep individu ke- $j$  terhadap individu referensi.

Intersep untuk masing-masing individu dapat dituliskan sebagai:

$$\alpha_j = \alpha_1 + \delta_j, \quad j = 2, 3, \dots, N \quad (2.9)$$

Dengan demikian, persamaan (2.8) ekuivalen dengan model (2.7).

Dengan menggunakan matriks, model LSDV dapat dituliskan sebagai:

$$\mathbf{Y} = \mathbf{Z}\boldsymbol{\theta} + \mathbf{u} \quad (2.10)$$

dengan:

$$\mathbf{Z} = [\mathbf{D} \ \mathbf{X}], \quad \boldsymbol{\theta} = \begin{pmatrix} \boldsymbol{\alpha} \\ \boldsymbol{\beta} \end{pmatrix}$$

Estimator parameter diperoleh menggunakan metode Ordinary Least Squares (OLS) (Hsiao, 2022) :

$$\hat{\boldsymbol{\theta}} = (\mathbf{Z}'\mathbf{Z})^{-1}\mathbf{Z}'\mathbf{Y} \quad (2.11)$$

## b. FEM dengan Efek Waktu

Dalam mempertimbangkan efek individu (*individual fixed effects*), FEM juga dapat diperluas dengan memasukkan efek waktu (*time fixed effects*). Efek waktu berfungsi untuk menangkap pengaruh kejadian atau guncangan bersama (*common shocks*) yang memengaruhi seluruh unit pada periode tertentu (Baltagi, 2021).

Penambahan *time fixed effects* sangat penting apabila terdapat faktor makro yang memengaruhi semua unit secara serentak. Apabila komponen waktu tidak dimasukkan ke dalam model, hal tersebut dapat menimbulkan bias pada hasil estimasi (Wooldridge, 2025).

Berikut persamaan FEM dengan efek waktu

Selain efek individu, heterogenitas dalam data panel juga dapat muncul akibat perbedaan karakteristik antar waktu. Fixed Effect Model (FEM) dengan efek waktu memungkinkan adanya perbedaan intersep untuk setiap periode waktu, namun mengasumsikan bahwa slope antar variabel independen bersifat konstan.

Model dasar FEM dengan efek waktu dapat dituliskan sebagai berikut:

$$Y_{it} = \alpha_t + \beta_1 X_{1it} + \beta_2 X_{2it} + \dots + \beta_K X_{Kit} + u_{it}, \quad i = 1, 2, \dots, N; \quad t = 1, 2, \dots, T \quad (2.12)$$

dengan:

- $Y_{it}$  : variabel dependen untuk individu ke- $i$  pada waktu ke- $t$ ,
- $\alpha_t$  : intersep spesifik waktu,
- $\beta_k$  : parameter slope,
- $X_{kit}$  : variabel independen ke- $k$ ,
- $u_{it}$  : komponen error.

Untuk mengestimasi model menggunakan pendekatan LSDV, digunakan  $T - 1$  variabel *dummy* waktu guna menghindari *dummy variable trap*. Definisikan variabel *dummy* waktu sebagai:

$$D_{st} = \begin{cases} 1, & \text{jika } t = s, \\ 0, & \text{lainnya,} \end{cases} \quad s = 2, 3, \dots, T \quad (2.13)$$

Sehingga model LSDV dengan efek waktu dapat dituliskan sebagai:

$$Y_{it} = \alpha_1 + \gamma_2 D_{2t} + \gamma_3 D_{3t} + \dots + \gamma_T D_{Tt} + \beta_1 X_{1it} + \dots + \beta_K X_{Kit} + u_{it} \quad (2.14)$$

dengan:

- $\alpha_1$  adalah intersep periode referensi,
- $\gamma_s$  menunjukkan perbedaan intersep periode ke- $s$  terhadap periode referensi.

Intersep untuk masing-masing periode waktu dapat dituliskan sebagai:

$$\alpha_s = \alpha_1 + \gamma_s, \quad s = 2, 3, \dots, T \quad (2.15)$$

Dengan demikian, persamaan (2.14) ekuivalen dengan persamaan (2.12).

Model dalam bentuk matriks dapat dituliskan sebagai:

$$\mathbf{Y} = \mathbf{Z}\boldsymbol{\theta} + \mathbf{u} \quad (2.16)$$

dengan:

$$\mathbf{Z} = [\mathbf{D}_t \ \mathbf{X}], \quad \boldsymbol{\theta} = \begin{pmatrix} \boldsymbol{\alpha} \\ \boldsymbol{\beta} \end{pmatrix}$$

Estimator parameter diperoleh menggunakan metode Ordinary Least Squares (OLS):

$$\hat{\boldsymbol{\theta}} = (\mathbf{Z}'\mathbf{Z})^{-1}\mathbf{Z}'\mathbf{Y} \quad (2.17)$$

Model ini mengasumsikan bahwa perbedaan antar waktu ditangkap sepenuhnya oleh perbedaan intersep periode, sedangkan pengaruh variabel independen terhadap variabel dependen tetap konstan sepanjang waktu.

### c. FEM dengan Efek Dua Arah

FEM dengan efek dua arah atau *two-way effect* berasumsi bahwa efek individu dan efek waktu bersifat tetap serta bisa berkorelasi dengan variabel independennya

(Baltagi, 2021). Melalui pendekatan dua arah ini memungkinkan adanya heterogenitas baik antar individu maupun antar waktu. Dengan demikian, perbedaan karakteristik yang tidak teramati tetapi bersifat tetap sepanjang waktu (*individual effect*) serta perbedaan yang memengaruhi seluruh individu pada periode tertentu (*time effect*) dapat dikontrol dalam model.

Model dasar *Two-Way Fixed Effect* dapat dituliskan sebagai berikut (Wooldridge, 2025):

$$Y_{it} = \alpha_i + \gamma_t + \beta_1 X_{1it} + \beta_2 X_{2it} + \dots + \beta_K X_{Kit} + u_{it}, \quad i = 1, 2, \dots, N; \quad t = 1, 2, \dots, T \quad (2.18)$$

dengan:

$Y_{it}$  : variabel dependen individu ke- $i$  pada waktu ke- $t$ ,

$\alpha_i$  : efek tetap individu,

$\gamma_t$  : efek tetap waktu,

$\beta_k$  : parameter slope,

$u_{it}$  : komponen error.

Dengan menggunakan estimasi LSDV, akan menghindari *double trap* dengan menggunakan :

$N - 1$  *dummy* individu,

$T - 1$  *dummy* waktu,

Definisikan *dummy* individu sebagai:

$$D_{ji} = \begin{cases} 1, & \text{jika individu } i = j, \\ 0, & \text{lainnya,} \end{cases} \quad j = 2, 3, \dots, N \quad (2.19)$$

dan *dummy* waktu sebagai:

$$D_{st} = \begin{cases} 1, & \text{jika } t = s, \\ 0, & \text{lainnya,} \end{cases} \quad s = 2, 3, \dots, T \quad (2.20)$$

Sehingga model LSDV dua arah dapat dituliskan sebagai:

$$\begin{aligned}
Y_{it} = & \alpha_1 + \delta_2 D_{2i} + \cdots + \delta_N D_{Ni} \\
& + \gamma_2 D_{2t} + \cdots + \gamma_T D_{Tt} \\
& + \beta_1 X_{1it} + \cdots + \beta_K X_{Kit} + u_{it}
\end{aligned} \tag{2.21}$$

dengan:

$\alpha_1$  adalah intersep dasar (baseline),

$\delta_j$  menunjukkan perbedaan intersep individu ke- $j$  terhadap individu referensi,

$\gamma_s$  menunjukkan perbedaan intersep periode ke- $s$  terhadap periode referensi.

Intersep total untuk individu ke- $i$  pada periode ke- $t$  adalah:

$$\alpha_i + \gamma_t \tag{2.22}$$

Dengan menggunakan matriks, model dapat dituliskan sebagai berikut :

$$\mathbf{Y} = \mathbf{Z}\boldsymbol{\theta} + \mathbf{u} \tag{2.23}$$

dengan:

$$\mathbf{Z} = [\mathbf{D}_i \ \mathbf{D}_t \ \mathbf{X}], \quad \boldsymbol{\theta} = \begin{pmatrix} \alpha \\ \gamma \\ \beta \end{pmatrix}$$

Estimator parameter diperoleh menggunakan metode *Ordinary Least Squares* (OLS):

$$\hat{\boldsymbol{\theta}} = (\mathbf{Z}'\mathbf{Z})^{-1}\mathbf{Z}'\mathbf{Y} \tag{2.24}$$

Model ini mampu mengontrol heterogenitas yang tidak teramati baik antar individu maupun antar waktu, sehingga estimasi parameter  $\beta$  menjadi tidak bias sepanjang asumsi klasik terpenuhi.

### 2.2.3 *Random Effect Model*

*Random Effect Model* (REM) akan mengestimasi data panel dimana variabel gangguan mungkin saling berhubungan antar waktu atau antar individu. Pada

FEM bisa menimbulkan masalah, salah satunya adalah berkurangnya nilai derajat kebebasan (*degree of freedom*) yang berakibat pada pengurangan efisiensi parameter, sehingga muncul REM yang bertujuan untuk mengatasi masalah yang ditimbulkan oleh FEM (Salsabila, 2022). Persamaan REM dinyatakan sebagai berikut:

$$Y_{it} = \beta_0 + \sum_{k=1}^p \beta_k x_{kit} + \mu_i + e_{it} \quad (2.25)$$

dengan:

$Y_{it}$  = Variabel respon pada unit pengamatan ke- $i$  dan periode waktu ke- $t$

$\beta_0$  = *Intercept* model regresi pada unit pengamatan ke- $i$  dan periode waktu ke- $t$

$\beta_k$  = Koefisien *slope*

$x_{it}$  = Variabel prediktor untuk unit pengamatan ke- $i$  periode waktu ke- $t$

$\mu_i$  = Galat atau *error* pada unit pengamatan ke- $i$

$e_{it}$  = Komponen *error* pada unit pengamatan ke- $i$  dan periode waktu ke- $t$

$i$  = Indeks unit *cross section* yaitu,  $i = 1, 2, \dots, N$

$t$  = Indeks unit *time series* yaitu,  $t = 1, 2, \dots, T$

$k$  = Jumlah variabel prediktor yaitu,  $k = 1, \dots, n$ .

### 2.3 Tranformasi Logaritma

Transformasi logaritma natural (ln) merupakan pendekatan yang sering digunakan dalam analisis data panel untuk mengatasi permasalahan seperti ketidaklinearan hubungan antarvariabel, ketidakstabilan *varians* (heteroskedastisitas), serta ketidakwajaran distribusi data (Gujarati & Porter, 2009).

Dalam teknisnya, transformasi logaritma dapat mengubah variabel asli menjadi skala logaritmik, yang dapat membantu mengurangi pengaruh nilai ekstrem dan memperbaiki asumsi normalitas dan homoskedastisitas pada residu model regresi. Transformasi ini memungkinkan koefisien regresi diinterpretasikan sebagai elastisitas, yang berarti koefisien tersebut menunjukkan persentase perubahan variabel dependen akibat perubahan satu persen pada variabel independen, sehingga memberikan makna ekonomis yang lebih jelas dan mudah dipahami.

Model regresi panel yang menggunakan bentuk logaritma natural dikenal dengan istilah model log-log, karena baik variabel dependen maupun independennya ditransformasi ke bentuk logaritma (Wooldridge, 2025).

$$\ln(Y_{it}) = \alpha_i + \beta_1 \ln(X_{1,it}) + \beta_2 \ln(X_{2,it}) + \beta_3 \ln(X_{3,it}) + \varepsilon_{it} \quad (2.26)$$

dengan :

$Y_{it}$  : variabel dependen untuk individu ke- $i$  dan waktu ke- $t$ ,

$X_{j,it}$  : variabel independen ke- $j$  untuk individu ke- $i$  dan waktu ke- $t$ ,

$\alpha_i$  : efek tetap individu (misalnya perbedaan karakteristik antar kabupaten/kota),

$\varepsilon_{it}$  : komponen error,

$\ln$  : logaritma natural.

## 2.4 Pemilihan Model Regresi Data Panel

Terdapat tiga jenis uji khusus yang digunakan untuk memilih model regresi data panel yang terbaik untuk suatu permasalahan yang ada, yaitu uji *chow*, uji *hausman*, dan uji *lagrange multiplier*.

### 2.4.1 Uji Chow

Uji *Chow* merupakan uji untuk menentukan model terbaik antara *Fixed Effect Model* dengan *Common Effect Model*. Jika hasilnya menyatakan menerima hipotesis nol maka model yang terbaik untuk digunakan adalah *Common Effect Model*. Akan tetapi, jika hasilnya menyatakan menolak hipotesis nol maka model terbaik yang digunakan adalah *Fixed Effect Model*, dan pengujian akan berlanjut ke uji Hausman (Basuki, 2021).

Hipotesis dalam uji *chow* adalah:

$H_0$  : *Common Effect Model* atau *Pooled OLS*

$H_1$  : *Fixed Effect Model*

Statistik Uji :

$$F_{hitung} = \frac{(JKG_{ce} - JKG_{fe}) / (N - 1)}{JKG_{fe} / (NT - N - K)} \quad (2.27)$$

dengan:

N = Banyaknya individu

T = Banyaknya kurun waktu

K = Banyaknya variabel independen.

Kriteria : Jika  $F_{hit} > F_{(N-1, NT-N-K)}$  atau  $p\text{-value} < \alpha (0,05)$ , maka terdapat cukup bukti untuk menolak  $H_0$  (Wanizal, 2025).

#### 2.4.2 Uji Hausman

*Hausman test* yakni pengujian untuk menentukan model *Fixed Effect* dengan *Random Effect* yang paling tepat digunakan dalam mengestimasi data panel. Hipotesis dalam uji *Hausman* adalah:

$H_0$  : *Random Effect Model*

$H_1$  : *Fixed Effect Model*

Jika dari hasil Uji *Hausman* tersebut menyatakan menerima hipotesis nol maka model yang terbaik untuk digunakan adalah model *Random Effect*. Akan tetapi, jika hasilnya menyatakan menolak hipotesis nol maka model terbaik yang digunakan adalah model *Fixed Effect*.

Statistik Uji :

$$\chi_{hit}^2 = (\beta_{re} - \beta_{fe})' [Var(\beta_{re} - \beta_{fe})]^{-1} (\beta_{re} - \beta_{fe}) \quad (2.28)$$

Dengan  $\beta$  adalah vektor koefisien variabel independen.

Kriteria : Jika  $\chi_{hit}^2 > \chi_{(k,\alpha)}^2$  atau  $p\text{-value} < \alpha (0,05)$ , maka terdapat cukup bukti untuk menolak  $H_0$ .

#### 2.4.3 Uji FEM Two-Way vs Single-Way

Uji *Fixed Effect Model* dua arah dilakukan bertujuan untuk menentukan apakah FEM *single way* atau satu arah baik individu maupun waktu merupakan yang terbaik, atau perlu ditingkatkan menjadi model FEM *two way effect* atau dua arah.

Secara teoritis, model *two way effect* mampu mengendalikan perbedaan karakteristik tetap antar unit sekaligus guncangan makro yang bersifat umum pada tiap periode,

sehingga menghasilkan estimasi yang lebih konsisten dibandingkan dengan FEM *single way* atau FEM satu arah baik individu maupun waktu (Wooldridge, 2025).

Hipotesis yang digunakan dalam pengujian ini adalah sebagai berikut:

$H_0$  : Model *fixed effect* satu-arah sudah memadai (efek waktu tidak diperlukan),

$H_1$  : Model *fixed effect* dua-arah lebih tepat digunakan.

Statistik uji yang digunakan untuk membandingkan model *fixed effect* satu-arah dan dua-arah adalah uji F berjenjang (*nested F-test*), dengan rumus :

$$F = \frac{(RSS_R - RSS_{UR})/q}{RSS_{UR}/(NT - N - T - K + 1)} \quad (2.29)$$

dengan:

$RSS_R$  : Residual Sum of Squares dari model satu-arah (*restricted*),

$RSS_{UR}$  : Residual Sum of Squares dari model dua-arah (*unrestricted*),

$q$  : jumlah restriksi (banyaknya efek yang diuji),

$N$  : jumlah individu,

$T$  : jumlah waktu,

$K$  : jumlah variabel independen.

Kriteria pengambilan keputusan yang digunakan adalah sebagai berikut:

Jika  $p\text{-value} < \alpha$ , maka  $H_0$  ditolak dan model *fixed effect* dua-arah lebih tepat digunakan.

Jika  $p\text{-value} \geq \alpha$ , maka  $H_0$  gagal ditolak dan model *fixed effect* satu-arah sudah memadai.

## 2.5 Estimasi *Least Square Dummy Variable* (LSDV)

Dalam analisis regresi data panel, *Least Squares Dummy Variable* (LSDV) digunakan sebagai salah satu metode untuk mengestimasi model dengan efek tetap (*Fixed Effects Model*). Teknik ini memperluas regresi *ordinary least squares* (OLS) dengan menambahkan variabel *dummy* untuk setiap unit pengamatan, sehingga masing-masing unit memiliki intersep yang berbeda. Perbedaan intersep tersebut

mencerminkan karakteristik spesifik unit yang tidak dapat diamati secara langsung tetapi diasumsikan konstan sepanjang waktu. Dengan mengakomodasi heterogenitas individual yang tidak terobservasi tersebut, metode LSDV mampu mengurangi bias estimasi yang dapat muncul akibat variabel laten yang bersifat tetap antar waktu.

Variabel *dummy* yang dibentuk berjumlah N-1, dengan  $\beta_0$  sebagai intersep untuk unit *cross section* yang pertama (Imani dkk. 2025). Model *fixed effect* dengan variabel *dummy* dapat dituliskan sebagai berikut:

$$Y_{it} = \beta_0 + \sum_{i=1}^{N-1} \delta_i D_i + \sum_{t=1}^{T-1} \gamma_t F_t + \sum_{k=1}^K \beta_k X_{kit} + \varepsilon_{it} \quad (2.30)$$

dengan dummy pada intersep individu dan waktu dapat dituliskan sebagai:

$$D_{ki} = \begin{cases} 1, & \text{jika } k = i \\ 0, & \text{jika } k \neq i \end{cases} \quad F_{lt} = \begin{cases} 1, & \text{jika } l = t \\ 0, & \text{jika } l \neq t \end{cases}$$

Atau dapat ditulis :

$$Y_{it} = \sum_{k=1}^N \beta_{0k} D_{ki} + \sum_{l=1}^T \gamma_{0l} F_{lt} + \sum_{k=1}^K \beta_k X_{kit} + \varepsilon_{it} \quad (2.31)$$

atau secara ringkas :

$$Y_{it} = \alpha_i + \gamma_t + X'_{it} \beta + \varepsilon_{it} \quad (2.32)$$

Model *fixed effect* terdiri dari N x T pengamatan, berdasarkan uraian bentuk matriks yang sudah dijelaskan sebelumnya untuk masing-masing individu (*cross section*) maka secara keseluruhan N x T pengamatan dapat dituliskan dalam bentuk matriks sebagai berikut:

$$\begin{array}{c}
\begin{bmatrix} Y_{11} \\ Y_{12} \\ \vdots \\ Y_{1T} \\ Y_{21} \\ Y_{22} \\ \vdots \\ Y_{2T} \\ \vdots \\ Y_{N1} \\ Y_{N2} \\ \vdots \\ Y_{NT} \end{bmatrix} \\
\underbrace{\hspace{1.5cm}}_{\mathbf{Y}}
\end{array}
=
\begin{array}{c}
\begin{bmatrix} 1 & 0 & \cdots & 0 \\ 1 & 0 & \cdots & 0 \\ \vdots & \vdots & & \vdots \\ 1 & 0 & \cdots & 0 \\ 0 & 1 & \cdots & 0 \\ 0 & 1 & \cdots & 0 \\ \vdots & \vdots & & \vdots \\ 0 & 1 & \cdots & 0 \\ \vdots & \vdots & \ddots & \vdots \\ 0 & 0 & \cdots & 1 \\ 0 & 0 & \cdots & 1 \\ \vdots & \vdots & & \vdots \\ 0 & 0 & \cdots & 1 \end{bmatrix} \\
\underbrace{\hspace{1.5cm}}_{\mathbf{D}_\alpha}
\end{array}
\begin{array}{c}
\begin{bmatrix} \alpha_1 \\ \alpha_2 \\ \vdots \\ \alpha_N \end{bmatrix} \\
+
\end{array}
\begin{array}{c}
\begin{bmatrix} 1 & 0 & \cdots & 0 \\ 0 & 1 & \cdots & 0 \\ \vdots & \vdots & & \vdots \\ 0 & 0 & \cdots & 1 \\ 1 & 0 & \cdots & 0 \\ 0 & 1 & \cdots & 0 \\ \vdots & \vdots & & \vdots \\ 0 & 0 & \cdots & 1 \\ \vdots & \vdots & \ddots & \vdots \\ 1 & 0 & \cdots & 0 \\ 0 & 1 & \cdots & 0 \\ \vdots & \vdots & & \vdots \\ 0 & 0 & \cdots & 1 \end{bmatrix} \\
\underbrace{\hspace{1.5cm}}_{\mathbf{D}_\gamma}
\end{array}
\begin{array}{c}
\begin{bmatrix} \gamma_1 \\ \gamma_2 \\ \vdots \\ \gamma_T \end{bmatrix} \\
+
\end{array}
\begin{array}{c}
\begin{bmatrix} X_{11} \\ X_{12} \\ \vdots \\ X_{1T} \\ X_{21} \\ X_{22} \\ \vdots \\ X_{2T} \\ \vdots \\ X_{N1} \\ X_{N2} \\ \vdots \\ X_{NT} \end{bmatrix} \\
\underbrace{\hspace{1.5cm}}_{\mathbf{X}}
\end{array}
\boldsymbol{\beta}
+
\begin{array}{c}
\begin{bmatrix} \varepsilon_{11} \\ \varepsilon_{12} \\ \vdots \\ \varepsilon_{1T} \\ \varepsilon_{21} \\ \varepsilon_{22} \\ \vdots \\ \varepsilon_{2T} \\ \vdots \\ \varepsilon_{N1} \\ \varepsilon_{N2} \\ \vdots \\ \varepsilon_{NT} \end{bmatrix} \\
\underbrace{\hspace{1.5cm}}_{\boldsymbol{\varepsilon}}
\end{array}
\quad (1)$$

atau secara ringkas:

$$\mathbf{Y} = \begin{bmatrix} \mathbf{D} & \mathbf{F} & \mathbf{X} \end{bmatrix} \begin{bmatrix} \boldsymbol{\delta} \\ \boldsymbol{\gamma} \\ \boldsymbol{\beta} \end{bmatrix} \quad (2.34)$$

dengan :

$$\mathbf{Z} = [\mathbf{D} \ \mathbf{F} \ \mathbf{X}], \quad \boldsymbol{\theta} = \begin{bmatrix} \boldsymbol{\delta} \\ \boldsymbol{\gamma} \\ \boldsymbol{\beta} \end{bmatrix} \quad (2.35)$$

sehingga diperoleh bentuk akhir :

$$\mathbf{Y} = \mathbf{Z}\boldsymbol{\theta} + \boldsymbol{\varepsilon} \quad (2.36)$$

Dengan menggunakan pendekatan LSDV digunakan metode *Ordinary Least Square (OLS)*. Estimasi ini dilakukan dengan meminimumkan jumlah kuadrat galat yang secara matematis akan dirumuskan sebagai berikut :

$$\begin{aligned}
\mathbf{S} &= \boldsymbol{\varepsilon}^T \boldsymbol{\varepsilon} \\
&= (\mathbf{y} - \mathbf{Z}\boldsymbol{\theta})^T (\mathbf{y} - \mathbf{Z}\boldsymbol{\theta}) \\
&= \mathbf{y}^T \mathbf{y} - 2\boldsymbol{\theta}^T \mathbf{Z}^T \mathbf{y} + \boldsymbol{\theta}^T \mathbf{Z}^T \mathbf{Z} \boldsymbol{\theta}
\end{aligned} \tag{2.37}$$

Untuk meminimumkan fungsi  $S$  maka dilakukan turunan  $S$  terhadap  $\boldsymbol{\theta}$  dan disamakan dengan nol, yaitu:

$$\begin{aligned}
\frac{\partial \mathbf{S}}{\partial \boldsymbol{\theta}} &= -2\mathbf{Z}^T \mathbf{y} + 2\mathbf{Z}^T \mathbf{Z} \hat{\boldsymbol{\theta}} = 0 \\
\Rightarrow \mathbf{Z}^T \mathbf{Z} \hat{\boldsymbol{\theta}} &= \mathbf{Z}^T \mathbf{y}
\end{aligned} \tag{2.38}$$

Sehingga diperoleh estimator *Ordinary Least Squares* (OLS):

$$\hat{\boldsymbol{\theta}} = \begin{pmatrix} \hat{\boldsymbol{\delta}} \\ \hat{\boldsymbol{\gamma}} \\ \hat{\boldsymbol{\beta}} \end{pmatrix} \tag{2.39}$$

## 2.6 Pengujian Uji Asumsi Model Regresi Data Panel

Pengujian asumsi model regresi data panel adalah serangkaian uji statistik yang dilakukan untuk memastikan bahwa model regresi data panel memenuhi asumsi-asumsi klasik agar hasil estimasi menjadi valid dan dapat dipercaya. Asumsi yang diuji biasanya meliputi normalitas residual, tidak adanya *heteroskedastisitas*, tidak adanya *autokorelasi*, serta tidak adanya multikolinearitas antar variabel.

### 2.6.1 Uji Multikolinearitas

Multikolinearitas adalah kondisi di mana terdapat hubungan linier yang sangat kuat antara dua atau lebih variabel bebas dalam model regresi. Fenomena ini menyebabkan sulit untuk mengukur pengaruh individual dari variabel bebas terhadap variabel dependen karena variabel-variabel bebas saling berkorelasi tinggi.

Deteksi multikolinearitas biasanya dilakukan dengan melihat koefisien korelasi antar variabel bebas, nilai *Variance Inflation Factor* (VIF), atau nilai *tolerance*. Jika VIF

> 10 atau *tolerance* rendah, menunjukkan adanya multikolinearitas (Gujarati, 2009).

$$VIF_j = \frac{1}{1 - R_j^2} \quad (2.40)$$

dengan:

- $VIF_j$  : Variance Inflation Factor untuk variabel independen ke- $j$
- $R_j^2$  : koefisien determinasi dari regresi variabel  $X_j$  terhadap variabel independen lainnya

Kriteria pengambilan keputusan terkait uji multikolinearitas adalah sebagai berikut :

- Nilai  $R^2$  yang dihasilkan oleh suatu estimasi model regresi empiris sangat tinggi, tetapi secara individual variabel independen banyak yang tidak signifikan mempengaruhi variabel dependen.
- Menganalisis matrik korelasi variabel-variabel independen. Jika ada korelasi yang cukup tinggi (umumnya di atas 0.90), maka hal ini merupakan indikasi adanya multikolinearitas.
- Nilai *tolerance* yang rendah sama dengan nilai VIF tinggi (karena  $VIF = 1/\text{Tolerance}$ ). Nilai *cutoff* yang umum dipakai untuk menunjukkan nilai *tolerance*  $\geq 0.10$  atau sama dengan nilai  $VIF \leq 10$ , artinya bahwa semua variabel yang akan dimasukkan dalam perhitungan model regresi harus mempunyai *tolerance* di atas 0.10. Jika nilai *tolerance* kurang dari 0.10 maka terjadi multikolinearitas. Sedangkan hasil perhitungan nilai VIF, jika memiliki nilai VIF kurang dari 10, maka tidak mempunyai persoalan multikolinearitas (Pratama, 2025).

### 2.6.2 Uji Heteroskedastisitas

Heteroskedastisitas dalam konteks data panel mengacu pada kondisi di mana varians kesalahan (residual) dalam model regresi tidak konstan di seluruh rentang nilai variabel independen. Dalam istilah sederhana, ini berarti bahwa penyebaran nilai residual berbeda-beda pada level variabel prediktor yang berbeda (Gujarati, 2009).

Dengan menggunakan uji *Breusch-Pagan* akan menguji apakah varians residual model regresi bergantung pada variabel bebas tertentu. Jika varians residual tidak konstan (heteroskedastisitas), maka estimasi model tersebut menjadi tidak efisien dan validitas inferensi regresi dapat terganggu.

Berikut merupakan hipotesis dan statistik uji menggunakan uji *Breusch-Pagan*

$H_0$ : Varians residual konstan (homoskedastisitas)

$H_1$ : Varians residual tidak konstan (heteroskedastisitas)

Statistik uji *Breusch-Pagan* dihitung dengan rumus :

$$LM = n \times R^2 \quad (2.40)$$

dengan:

$n$  = Jumlah observasi

$R^2$  = Koefisien determinasi dari regresi auxiliary, yaitu regresi kuadrat residual terhadap variabel bebas.

Statistik  $LM$  mengikuti distribusi *Chi-Square* dengan derajat kebebasan sama dengan jumlah variabel bebas.

Keputusan:

- Tolak  $H_0$  jika nilai  $p$ -value  $< \alpha$  menunjukkan adanya heteroskedastisitas.
- Gagal tolak  $H_0$  jika nilai  $p$ -value  $\geq \alpha$ , menunjukkan tidak ada heteroskedastisitas.

### 2.6.3 Uji Autokorelasi

Autokorelasi adalah keadaan di mana *residual* (kesalahan) dalam model regresi tidak independen satu sama lain, khususnya terdapat korelasi antar *residual* pada observasi yang berurutan, seperti data deret waktu. Autokorelasi dapat menyebabkan estimasi OLS menjadi tidak efisien dan standar *error* menjadi bias sehingga uji statistik menjadi tidak valid. Salah satu uji yang banyak digunakan adalah Uji *Breusch-Godfrey* (BG Test), yang merupakan pengembangan dari uji *Durbin-Watson* agar dapat digunakan pada model dengan variabel lag dependen maupun model dengan orde autokorelasi lebih tinggi.

Berikut merupakan uji statistik dan hipotesis dari Uji *Breusch-Godfrey* (Wooldridge, 2013).

Hipotesis Uji :

$H_0$ : Tidak ada autokorelasi sampai orde ke- $p$ .

$H_1$ : Ada autokorelasi sampai orde ke- $p$ .

Statistik uji *Breusch-Godfrey* adalah:

$$LM = n \cdot R^2 \quad (2.41)$$

dengan:

$n$  = jumlah observasi

$R^2$  = koefisien determinasi dari regresi tambahan

Kriteria pengujian:

- Jika  $LM > \chi^2_{(p,\alpha)}$ , maka gagal tolak  $H_0$  (Tidak ada autokorelasi).
- Jika  $LM \leq \chi^2_{(p,\alpha)}$ , maka tolak  $H_0$  (Ada autokorelasi).

#### 2.6.4 Uji Normalitas

Uji normalitas berguna untuk membuktikan data dari sampel yang dimiliki berasal dari populasi berdistribusi normal atau data populasi yang dimiliki berdistribusi normal. Salah satu uji statistik normalitas residual yang dapat digunakan adalah uji *Jarque-Bera* (JB) (Fitriani, 2024). Dengan hipotesis sebagai berikut:

$H_0$ : Error berdistribusi normal.

$H_1$ : Error tidak berdistribusi normal.

$$JB = \frac{n}{6} \left[ S^2 + \frac{(K-3)^2}{4} \right] \quad (2.42)$$

dengan :

$n$  = Ukuran sampel

$S$  = Kemencengan

$K$  = Peruncingan

Kriteria uji: Hipotesis nol akan ditolak apabila p-value memiliki nilai yang lebih kecil dari  $\alpha$  atau apabila statistik uji JB melebihi nilai kritisnya ( $JB > \chi^2_{(\alpha,2)}$ ), kondisi ini menunjukkan bahwa residual tidak berdistribusi normal.

## 2.7 Driscoll–Kraay Robust Standard Error (SE)

Dalam analisis data panel, pelanggaran asumsi klasik seperti adanya heteroskedastisitas, autokorelasi, dan dependensi antar unit cross-section sering kali membuat hasil uji statistik menjadi tidak reliabel. Untuk mengatasinya, Driscoll dan Kraay (1998) mengusulkan pendekatan robust standard error yang mampu memberikan hasil estimasi kovarian yang tetap konsisten meskipun ketiga masalah tersebut muncul (Driscoll & Kraay, 1998).

Estimator *Driscoll–Kraay* merupakan pengembangan dari metode *Newey–West HAC* estimator, namun disesuaikan untuk konteks data panel yang memiliki dimensi waktu dan individu. Pendekatan ini memungkinkan diperolehnya inferensi statistik yang konsisten secara asimtotik meskipun terdapat ketergantungan temporal dan lintas-seksi, tanpa memerlukan asumsi pembatas yang ketat (Auntu & Pilinkienė, 2026).

Dengan mengestimasi model FEM *two-way effect* menggunakan LSDV, residual model dihitung sebagai berikut :

$$y_{it} = \alpha + \sum_{i=1}^{N-1} \delta_i D_i + \sum_{t=1}^{T-1} \gamma_t T_t + X'_{it} \beta + u_{it}, \quad (2.43)$$

Residual model LSDV dua arah dihitung sebagai:

$$\hat{u}_{it} = y_{it} - \hat{\alpha} - \sum_{i=1}^{N-1} \hat{\delta}_i D_i - \sum_{t=1}^{T-1} \hat{\gamma}_t T_t - X'_{it} \hat{\beta}, \quad (2.44)$$

di mana  $\hat{u}_{it}$  menunjukkan selisih antara nilai aktual dan nilai prediksi model setelah efek individu dan waktu dikontrol.

Karena dalam praktik sering terjadi heteroskedastisitas, autokorelasi, dan ketergantungan lintas panel (*cross-sectional dependence*), maka standar error koefisien  $\hat{\beta}$  dihitung menggunakan estimator *Driscoll–Kraay* yang *robust* terhadap berbagai bentuk korelasi tersebut.

Dengan menggunakan estimator *Driscoll–Kraay*, maka :

$$SE_{DK}(\hat{\beta}_j) = \sqrt{\left[ \widehat{\text{Var}}_{DK}^{\text{adj}}(\hat{\beta}) \right]_{jj}} \quad (2.45)$$

$$\widehat{\text{Var}}_{DK}(\hat{\beta}) = (\mathbf{X}'\mathbf{X})^{-1}\widehat{\Omega}_{DK}(\mathbf{X}'\mathbf{X})^{-1} \quad (2.46)$$

dengan :

$\widehat{\text{Var}}_{DK}(\hat{\beta})$  : matriks varians–kovarians koefisien regresi yang robust terhadap heteroskedastisitas, autokorelasi, dan ketergantungan antar unit penampang (*cross-sectional dependence*).

$\hat{\beta}$  : vektor koefisien regresi hasil estimasi *Fixed Effect Model* (FEM).

$(\mathbf{X}'\mathbf{X})^{-1}$  : invers dari matriks hasil perkalian transpose  $\mathbf{X}$  dengan  $\mathbf{X}$ .

$\mathbf{X}$  : matriks variabel independen yang telah ditransformasi dengan metode LSDV.

$\widehat{\Omega}_{DK}$  : *estimator long-run variance Driscoll–Kraay*.

## 2.8 Uji Kesesuaian Model

Uji kesesuaian model yang dilakukan meliputi uji koefisien determinasi, uji parsial, dan uji simultan.

### 2.8.1 Koefisien Determinasi

Uji koefisien determinasi atau (*Within R<sup>2</sup>*) memiliki kemampuan pada variabel independen yang menjelaskan variasi variabel dependen setelah semua efek tetap (individual dan waktu) dihilangkan. Pada model FEM *two-way effect* perhitungan ukuran kecocokan model (*R-square*) harus didasarkan pada variabel dan residual hasil transformasi within yang dikenal sebagai *within R<sup>2</sup>* (Wooldridge, 2010).

Koefisien determinasi untuk *fixed effects (within R-square)* dirumuskan sebagai:

$$R_{within}^2 = 1 - \frac{RSS}{TSS} \quad (2.47)$$

dengan :

(a)

$$TSS = \sum_{i=1}^N \sum_{t=1}^T (y_{it} - \bar{y}_i - \bar{y}_t + \bar{y})^2. \quad (2.48)$$

(b)

$$RSS = \sum_{i=1}^N \sum_{t=1}^T \hat{\epsilon}_{it}^2 \quad (2.49)$$

keterangan:

TSS (*Total Sum of Square*) = jumlah kuadrat total,

RSS (*Residual Sum of Square*) = jumlah kuadrat sisa,

$e_i$  = galat observasi ke- $i$

$y_{it}$  : nilai variabel dependen untuk unit ke- $i$  pada periode ke- $t$ ,

$\bar{y}_i$  : rata-rata variabel dependen untuk unit  $i$  sepanjang waktu,

$\bar{y}_t$  : rata-rata variabel dependen untuk seluruh unit pada waktu  $t$ ,

$\bar{y}$  : rata-rata keseluruhan (*grand mean*) seluruh observasi.

Nilai koefisien determinasi berkisar antara 0 dan 1, dengan interpretasi sebagai berikut :

- $R^2 = 0$ , artinya variabel independen sama sekali tidak dapat menjelaskan variabilitas dalam variabel dependen.
- $0 < R^2 < 1$ , artinya variabel independen dapat menjelaskan sebagian variabilitas dalam variabel dependen.
- $R^2 = 1$ , artinya variabel independen dapat menjelaskan seluruh variabilitas dalam variabel dependen.

Besar nilai koefisien determinasi adalah antara nol dan satu. Nilai *within*  $R^2$  yang kecil menunjukkan bahwa kemampuan variabel-variabel independen dalam menjelaskan variasi variabel dependen amat terbatas. Nilai *within*  $R^2$  yang mendekati satu menunjukkan bahwa variabel-variabel independen memberikan hampir semua informasi yang dibutuhkan untuk memprediksi variasi variabel dependen.

Namun, tujuan utama dari R kuadrat adalah untuk mengidentifikasi pengaruh variabel independen terhadap dependen, bukan untuk memprediksi secara sempurna (Montgomery dkk. 2012).

### 2.8.2 Uji Simultan (Uji F)

Uji F berguna untuk melakukan uji hipotesis koefisien (kemiringan) regresi secara bersamaan dan memastikan apakah model yang dipilih untuk menjelaskan pengaruh antara variabel bebas dan variabel terikat layak. Uji ini sangat penting karena jika uji F tidak lulus, hasil uji t tidak relevan (Prasetyo dkk., 2025). Berikut merupakan hipotesis uji F.

$$H_0 : \beta_1 = \beta_2 = \beta_3 = \dots = \beta_p = 0$$

$$H_1 : \text{Minimal ada satu } \beta_k \neq 0 \text{ dengan } k = 1, 2, \dots, p$$

Statistik uji F sebagai berikut:

$$F_{hitung} = \frac{\frac{R^2}{(N + K - 1)}}{\frac{(1 - R^2)}{(NT - N - K)}} \quad (2.50)$$

dengan:

$R^2$  = Koefisien determinasi

N = Jumlah unit *cross section*

K = Jumlah unit variabel prediktor dalam model

T = Jumlah unit *time series*

Apabila  $F_{hitung}$  lebih besar dari  $F_{tabel}$ , maka  $H_0$  ditolak, ini memiliki arti bahwa variabel prediktor tidak mempunyai pengaruh secara keseluruhan terhadap variabel respon, dan demikian sebaliknya (Salsabila dkk., 2022).

### 2.8.3 Uji Parsial (Uji t)

Uji  $t$  bertujuan untuk mengetahui pengaruh variabel bebas secara parsial terhadap variabel terikat, di mana jika nilai probabilitas  $t$  lebih kecil dari tingkat signifikansi 0,05 maka variabel independen tersebut berpengaruh signifikan terhadap variabel dependen (Yuliana, 2022).

Hipotesis uji  $t$  dapat dinyatakan sebagai berikut:

$$H_0 : \beta_k = 0, \quad k = 1, 2, \dots, p$$

$$H_1 : \beta_k \neq 0$$

Statistik uji  $t$  dapat dinyatakan sebagai berikut:

$$t_{\text{hitung}} = \frac{\hat{\beta}_k}{SE(\hat{\beta}_k)} \quad (2.55)$$

dengan :

$\hat{\beta}_k$  = koefisien regresi *slope* variabel independen ke-

$SE(\hat{\beta}_k)$  = *standard error* penduga  $\hat{\beta}_k$

Keputusan: Tolak  $H_0$  jika  $p\text{-value} \leq \alpha$ .

## 2.9 Indeks Pembangunan Manusia

IPM dikembangkan pertama kali pada tahun 1990 oleh Amartya Sen, Mahbub ul Haq, dan rekan-rekannya, yang kemudian diadopsi oleh program pembangunan PBB dalam Laporan Human Development Index (HDI). IPM menitikberatkan pada ukuran yang lebih komprehensif dibandingkan hanya pendapatan per kapita, dengan fokus pada aspek sosial dan ekonomi dalam pembangunan manusia (Sen, 1999).

IPM adalah salah satu indikator yang dapat digunakan untuk mengukur skala ekonomi dan kualitas manusia. IPM mengacu pada bagaimana masyarakat mendapatkan hasil pembangunan dalam hal pendapatan, kesehatan, pendidikan, dan lain-lain (Syofya & Shintia, 2024). Selain itu, IPM juga merupakan pengukuran perbandingan dimensi umur panjang dan hidup sehat, dimensi pengetahuan, dan dimensi standar hidup layak. IPM digunakan untuk mengklasifikasikan negara maju, berkembang, atau terbelakang (Putri dkk., 2025).

Di Indonesia, Badan Pusat Statistik (BPS) mengadopsi metode penghitungan IPM dari UNDP dengan beberapa penyesuaian. IPM dihitung melalui indikator turunan, yakni angka harapan hidup saat lahir (kesehatan), harapan lama sekolah dan rata-rata lama sekolah (pendidikan), serta pengeluaran per kapita disesuaikan dengan paritas daya beli (ekonomi) (BPS, 2025). Disparitas pembangunan manusia masih menjadi isu penting di Indonesia. Terdapat perbedaan signifikan antara IPM di wilayah

perkotaan dan pedesaan. Wilayah dengan infrastruktur pendidikan dan kesehatan yang terbatas cenderung memiliki IPM rendah, sementara daerah dengan akses fasilitas yang lebih baik cenderung memiliki IPM lebih tinggi (Hidayat & Lestari, 2019). Fenomena ini menunjukkan pentingnya kebijakan pembangunan yang lebih inklusif dan merata di seluruh daerah.

Selain sebagai ukuran pembangunan, IPM juga berfungsi sebagai alat evaluasi kebijakan. Peningkatan IPM dari waktu ke waktu dapat menjadi indikator keberhasilan program pemerintah di bidang pendidikan, kesehatan, dan ekonomi. Sebaliknya, penurunan IPM bisa menjadi peringatan adanya masalah struktural dalam pembangunan. Dengan demikian, IPM menjadi indikator strategis untuk merancang program pembangunan berkelanjutan yang menekankan pemerataan dan peningkatan kualitas hidup masyarakat (UNDP, 2022).

Berdasarkan teori pertumbuhan ekonomi, pertumbuhan ekonomi merupakan fondasi kuat dalam peningkatan kesejahteraan manusia (Todaro & Smith, 2015). Dengan adanya pendapatan yang tinggi ini memungkinkan pemerintah menyediakan fasilitas seperti pendidikan, layanan kesehatan, dan program pengentasan kesiskinan. Selain itu meningkatnya pendapatan juga akan berbanding lurus dengan daya beli masyarakat sehingga memberikan akses yang lebih luas terhadap kebutuhan dasar. Oleh karena itu dengan PDRB yang tinggi akan mengakibatkan meningkatnya IPM.

Di lain sisi, pendidikan merupakan bentuk investasi dalam modal manusia untuk menghasilkan peningkatan produktivitas, peluang kerja lebih baik, dan peningkatan pendapatan seumur hidup (Schultz, 1961). Rata-rata lama sekolah (RLS) merupakan gambaran untuk mengukur berapa lama masyarakat dalam menempuh pendidikan formal. Faktor pendidikan ini merupakan dimensi utama IPM dengan disetiap peningkatan RLS akan menaikkan nilai IPM (Sen, 1999).

Selain PDRB dan RLS yang merupakan dimensi utama pada IPM, tingkat kemiskinan juga memiliki keterkaitan erat dengan IPM, Menurut teori Human Development (UNDP,2022) kemiskinan merupakan determinan dari IPM.

Kemiskinan bisa menyebabkan beberapa hal, salah satunya adalah terbatasnya peluang ekonomi, oleh karena itu dengan meningkatnya kemiskinan maka akan menurunkan seluruh komponen IPM menurun.

## **2.10 Produk Domestik Regional Bruto (PDRB)**

Produk Domestik Regional Bruto (PDRB) merupakan indikator utama yang digunakan untuk menggambarkan kondisi perekonomian suatu daerah pada periode tertentu. PDRB dihitung dari total nilai tambah yang dihasilkan seluruh sektor produksi, baik dengan menggunakan harga berlaku maupun harga konstan, sehingga dapat memberikan gambaran tentang laju pertumbuhan ekonomi wilayah tersebut (BPS, 2025).

Dengan adanya pertumbuhan output, yang dalam skala regional diwakili oleh PDRB, seringkali berdampak pada meningkatnya pendapatan per kapita, sehingga berpengaruh positif terhadap kesejahteraan masyarakat (Mankiw, 2018).

Dalam konteks Indonesia, PDRB digunakan untuk menganalisis disparitas antarwilayah. Provinsi dengan infrastruktur dan sumber daya manusia lebih baik umumnya memiliki PDRB per kapita lebih tinggi dibandingkan dengan provinsi lain. Secara khusus mengenai Lampung, data resmi menyebutkan bahwa PDRB Provinsi Lampung tahun 2024 atas dasar harga berlaku mencapai Rp 522,97 triliun, dengan pertumbuhan sekitar 5,41 % (YoY). Sektor pertanian, kehutanan, dan perikanan memberi sumbangan sekitar 30,74 % terhadap total PDRB Lampung saat itu. Selain itu, pada tahun 2024 Perekonomian Lampung tumbuh sebesar 4,57 %, di mana kontributor terbesar dari sisi lapangan usaha adalah sektor pertanian, kehutanan, dan perikanan sebesar 26,21 % (BPS, 2025). Data ini memperlihatkan bahwa Lampung masih sangat bergantung pada sektor primer, sehingga strategi diversifikasi ekonomi menjadi penting untuk mendorong pertumbuhan yang lebih stabil dan inklusif.

Dengan demikian, PDRB memiliki peran yakni sebagai indikator pencapaian kesehatan yang baik, akses pendidikan yang luas, dan standar hidup yang tinggi, ketiga indikator tersebut merupakan dimensi utama IPM. Oleh karena itu, dengan adanya pendapatan atau PDRB dapat memfasilitasi peningkatan semua dimensi IPM (UNDP, 2022)

## 2.11 Tingkat Kemiskinan

Kemiskinan menjadi salah satu indikator utama dalam mengukur keberhasilan pembangunan suatu daerah. Todaro dan Smith menjelaskan bahwa kemiskinan tidak hanya berkaitan dengan rendahnya pendapatan, melainkan juga keterbatasan akses terhadap layanan pendidikan, kesehatan, serta standar hidup yang layak. Senada dengan itu, Bank Dunia menegaskan bahwa kemiskinan bersifat multidimensional, mencakup keterbatasan pemenuhan kebutuhan dasar, kerentanan terhadap guncangan ekonomi, serta minimnya peluang kerja (World Bank, 2020).

Secara konseptual, kemiskinan dibedakan menjadi dua jenis utama, yaitu kemiskinan *absolut* dan kemiskinan relatif. Kemiskinan *absolut* merujuk pada ketidakmampuan individu untuk memenuhi kebutuhan minimum, seperti pangan, sandang, papan, pendidikan, dan kesehatan (Suryawati, 2005). Sementara itu, kemiskinan relatif menggambarkan kondisi ketimpangan sosial-ekonomi yang muncul akibat distribusi pendapatan yang tidak merata (Sukirno, 2016). Dalam kaitannya dengan pembangunan daerah, kemiskinan erat hubungannya dengan faktor pertumbuhan ekonomi, PDRB, pendidikan, serta tingkat pengangguran. Selanjutnya, Terdapat pertumbuhan ekonomi yang tidak inklusif cenderung memperlebar kesenjangan dan menghambat penurunan angka kemiskinan (Tambunan, 2012).

Kondisi ini juga terlihat pada Provinsi Lampung. Pada Maret 2025 persentase penduduk miskin mencapai 10,00 %, turun dari 10,62 % pada September 2024. Penurunan tersebut menjadi capaian terbaik Lampung dalam 15 tahun terakhir. Namun, BPS juga mencatat adanya ketimpangan antara wilayah perkotaan dan pedesaan. Angka kemiskinan di pedesaan masih relatif lebih tinggi dibandingkan perkotaan, yang menunjukkan bahwa pertumbuhan ekonomi belum sepenuhnya *inklusif* (BPS, 2025). Hal ini menegaskan bahwa penurunan kemiskinan tidak hanya membutuhkan pertumbuhan ekonomi, tetapi juga pemerataan hasil pembangunan agar seluruh lapisan masyarakat dapat merasakan manfaatnya.

Keterkaitan antara kemiskinan dan IPM juga tampak di Provinsi Lampung. Menurut BPS, pada Maret 2025 tingkat kemiskinan Lampung tercatat 10,00%, terendah dalam 15 tahun terakhir. Tingginya angka kemiskinan di pedesaan membuat peningkatan IPM berjalan lebih lambat dibandingkan daerah perkotaan *inklusif*.

Dengan demikian, pengurangan kemiskinan akan berkontribusi langsung terhadap peningkatan IPM, karena semakin banyak masyarakat yang terbebas dari kemiskinan maka semakin besar pula peluang mereka untuk memperoleh pendidikan dan kesehatan yang layak, yang pada akhirnya mempercepat kualitas pembangunan manusia secara keseluruhan (UNDP, 2022).

## **2.12 Rata-Rata Lama Sekolah (RLS)**

Rata-rata Lama Sekolah (RLS) merupakan salah satu indikator penting dalam dimensi pendidikan yang membentuk Indeks Pembangunan Manusia (IPM). Dengan semakin tingginya RLS, semakin baik pula tingkat pencapaian pendidikan suatu wilayah, karena menunjukkan semakin banyak penduduk yang menempuh pendidikan dalam jangka waktu yang lebih panjang (UNDP, 2022).

Menurut Todaro dan Smith, pendidikan merupakan faktor fundamental dalam pembangunan ekonomi karena berkontribusi terhadap peningkatan produktivitas tenaga kerja dan perluasan kesempatan kerja. Dengan demikian, peningkatan RLS tidak hanya mencerminkan keberhasilan sektor pendidikan, tetapi juga berdampak langsung terhadap pertumbuhan ekonomi dan pengurangan (Todaro & Smith, 2015).

Kondisi ini juga terlihat di Provinsi Lampung. Data BPS (2024) menunjukkan bahwa Rata-rata Lama Sekolah penduduk Lampung pada tahun 2023 mencapai 8,55 tahun, naik dibandingkan 8,46 tahun pada 2022. Meskipun mengalami peningkatan, angka tersebut masih relatif rendah jika dibandingkan dengan rata-rata nasional yang berada di atas 9 tahun. Hal ini menunjukkan bahwa sebagian penduduk Lampung masih belum mampu menamatkan pendidikan hingga tingkat menengah pertama (SMP) (BPS, 2025).

## **BAB III**

### **METODE PENELITIAN**

#### **3.1 Waktu dan Tempat Penelitian**

Penelitian ini dilaksanakan pada semester ganjil tahun ajaran 2025/2026 di Jurusan Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam Universitas Lampung yang beralamatkan di Jalan Prof. Dr. Ir. Soemantri Brojonegoro, Gedong Meneng, Kecamatan Rajabasa, Kota Bandar Lampung, Lampung.

#### **3.2 Metode Penelitian**

Penelitian ini menggunakan pendekatan studi literatur dan analisis teoritis, dengan mengumpulkan referensi seperti jurnal, artikel ilmiah, buku, dan sumber lainnya yang terkait dengan penelitian ini. Data ini diambil dari sumber Badan Pusat Statistika (BPS) Provinsi Lampung, dengan data yang digunakan merupakan data pada tahun 2019-2024 dengan unit observasi sebanyak 15 kabupaten/kota di Provinsi Lampung. Adapun variabel penelitian data panel yang digunakan disajikan pada Tabel 3.1

Tabel 2 Data Asli Variabel Panel

Kabupaten/Kota	Tahun	IPM	PDRB	Kemiskinan	RLS
Lampung Barat	2019	67,5	16,439,504	12,92	7,85
Lampung Barat	2020	67,8	16,311,641	12,52	8,06
Lampung Barat	2021	70,55	16,554,257	12,82	8,07
Lampung Barat	2022	71,01	17,020,991	11,71	8,02
Lampung Barat	2023	71,72	17,613,115	11,17	8,36
Lampung Barat	2024	72,41	18.177.983	10,68	8,56
Tanggamus	2019	66,37	18,154,634	12,05	7,21
Tanggamus	2020	66,42	16,724,772	11,68	7,22
Tanggamus	2021	68,79	16,904,983	11,81	7,68
Tanggamus	2022	69,32	17,391,525	10,98	7,69
Tanggamus	2023	69,93	17,990,505	10,52	7,36
Tanggamus	2024	70,54	18,494,216	10,28	7,38
Lampung Selatan	2019	68,22	29,891,130	14,31	7,68
Lampung Selatan	2020	68,36	28,005,367	14,08	7,69
Lampung Selatan	2021	70,48	28,369,435	14,19	7,07
Lampung Selatan	2022	70,95	29,332,760	13,14	7,72
Lampung Selatan	2023	71,55	30,342,766	12,79	7,77
Lampung Selatan	2024	72,44	31,337,989	12,57	7,78
Lampung Timur	2019	69,34	28,313,977	15,24	7,59
Lampung Timur	2020	69,37	26,111,509	14,62	7,6
Lampung Timur	2021	70,91	25,907,451	15,08	7,77
Lampung Timur	2022	71,82	26,157,458	13,98	8,04
Lampung Timur	2023	72,44	26,803,639	13,8	8,14
Lampung Timur	2024	73,05	27,769,349	13,19	8,2
Lampung Tengah	2019	70,04	37,296,029	12,03	7,57
Lampung Tengah	2020	70,16	32,552,298	11,82	7,58
Lampung Tengah	2021	72,04	33,053,245	11,99	7,59
Lampung Tengah	2022	72,59	34,182,813	10,96	7,64
Lampung Tengah	2023	73,39	35,381,321	10,65	7,81
Lampung Tengah	2024	74,16	36,607,532	10,37	7,97
Lampung Utara	2019	67,63	26,735,172	19,9	8,2
Lampung Utara	2020	67,67	25,705,376	19,3	8,21
Lampung Utara	2021	69,78	26,082,151	19,63	8,34
Lampung Utara	2022	70,19	26,644,839	18,41	8,35
Lampung Utara	2023	70,78	27,507,444	17,17	8,36
Lampung Utara	2024	71,41	28,372,133	16,92	8,38
Way Kanan	2019	67,19	21,242,821	13,07	7,39
Way Kanan	2020	67,44	20,022,703	12,9	7,7

Kabupaten/Kota	Tahun	IPM	PDRB	Kemiskinan	RLS
Way Kanan	2021	69,46	20,347,877	13,09	7,71
Way Kanan	2022	69,92	20,966,350	11,76	7,72
Way Kanan	2023	70,51	21,657,094	11,02	7,74
Way Kanan	2024	71,17	22,383,408	10,43	7,75
Tulang Bawang	2019	68,23	35,041,182	9,35	7,23
Tulang Bawang	2020	68,52	36,320,037	9,33	7,49
Tulang Bawang	2021	70,28	36,975,107	9,67	7,55
Tulang Bawang	2022	71,08	37,932,668	8,42	7,56
Tulang Bawang	2023	71,56	39,085,886	8,04	7,57
Tulang Bawang	2024	72,24	40,471,380	7,88	7,65
Pesawaran	2019	65,75	25,630,113	15,19	7,6
Pesawaran	2020	65,79	23,645,335	14,76	7,7
Pesawaran	2021	68,04	23,841,792	15,11	7,71
Pesawaran	2022	68,55	24,613,936	13,85	7,77
Pesawaran	2023	69,46	25,401,898	12,89	7,99
Pesawaran	2024	70,24	26,073,815	11,86	8,00
Pringsewu	2019	69,97	19,325,688	10,15	8,19
Pringsewu	2020	70,3	18,877,941	9,97	8,38
Pringsewu	2021	72,14	19,226,455	10,11	8,39
Pringsewu	2022	72,57	19,818,300	9,34	8,4
Pringsewu	2023	73,11	20,512,845	9,14	8,42
Pringsewu	2024	73,84	21,195,193	11,86	8,53
Mesuji	2019	63,52	34,954,161	7,47	6,61
Mesuji	2020	64,55	30,470,823	7,33	6,88
Mesuji	2021	66,24	30,845,037	7,54	7,08
Mesuji	2022	67,12	31,407,523	6,84	7,09
Mesuji	2023	67,79	32,168,102	6,73	7,11
Mesuji	2024	68,59	33,130,725	6,31	7,21
Tulang Bawang Barat	2019	65,93	28,712,977	7,75	7,13
Tulang Bawang Barat	2020	63,63	27,115,559	7,39	7,24
Tulang Bawang Barat	2021	67,76	27,610,365	8,32	7,39
Tulang Bawang Barat	2022	68,7	28,507,539	7,44	7,72
Tulang Bawang Barat	2023	69,38	29,463,762	7,25	7,79
Tulang Bawang Barat	2024	70,04	30,471,455	7,22	7,08
Pesisir Barat	2019	63,97	20,042,907	14,48	7,82
Pesisir Barat	2020	63,91	18,899,297	14,29	8,01
Pesisir Barat	2021	68,78	19,030,689	14,81	8,19
Pesisir Barat	2022	69,58	19,266,251	13,84	8,53

Kabupaten/Kota	Tahun	IPM	PDRB	Kemiskinan	RLS
Pesisir Barat	2023	70,04	19,625,064	13,49	8,07
Pesisir Barat	2024	71,04	19,837,896	12,64	8,73
Bandar Lampung	2019	77,33	37,387,261	8,71	10,92
Bandar Lampung	2020	77,44	33,305,748	8,81	10,93
Bandar Lampung	2021	78,93	33,863,035	9,11	10,95
Bandar Lampung	2022	79,33	35,141,625	8,21	10,96
Bandar Lampung	2023	79,86	36,495,472	7,77	10,97
Bandar Lampung	2024	80,46	37,923,358	7,37	10,99
Metro	2019	76,77	25,709,051	8,68	10,64
Metro	2020	77,19	25,156,671	8,47	10,96
Metro	2021	78,99	25,619,331	8,93	10,97
Metro	2022	79,38	26,480,726	7,87	10,98
Metro	2023	79,85	27,467,895	7,28	1,00
Metro	2024	80,41	28,507,328	6,78	11,01

Tabel 3 Variabel Penelitian Data Panel

Variabel	Kode	Indikator
Dependen	$Y$	Indeks Pembangunan Manusia
Independen	$X_1$	Pendapatan Domestik Regional Bruto (PDRB)
	$X_2$	Tingkat Kemiskinan
	$X_3$	Rata-rata Lama Sekolah

### 3.3 Langkah Analisis

Berikut merupakan langkah yang diambil untuk menganalisis penelitian ini untuk memperoleh estimasi parameter:

1. Menentukan data panel (gabungan *time series* dan *cross section*) serta menentukan variabel-variabel yang akan digunakan dalam penelitian.
2. Melakukan analisis deskriptif terkait variabel dalam penelitian.
3. Melakukan transformasi logaritma natural pada data yang digunakan pada penelitian.

4. Melakukan pengecekan uji multikolinearitas.
5. Membuat model data panel CEM, FEM dan REM.
6. Membuat pemilihan model regresi data panel dengan menggunakan Uji *Chow*, Uji *Hausman*, lalu melakukan pengujian lebih lanjut dengan Uji *two-way effect vs single-way*.

Uji *Chow* digunakan untuk memilih model terbaik antara CEM (*Common Effect Model*) dan FEM (*Fixed Effect Model*). Jika model terbaik yang terpilih adalah FEM, maka analisis dilanjutkan dengan Uji *Hausman* yang digunakan untuk memilih model terbaik antara REM (*Random Effect Model*) dan FEM. Dan apabila model terbaik yang terpilih pada Uji *Chow* adalah FEM atau pada Uji *Hausman* adalah FEM, maka analisis dilanjutkan dengan Uji *two-way effect vs single-way* untuk menentukan model terbaik antara FEM *single effect* baik waktu maupun individu atau *two-way effect* atau FEM dua arah.

7. Melakukan uji efek heteroskedastisitas (*Breusch-Pagan*), autokorelasi (*Breusch-Godfrey*) dan normalitas (*Jarque-Bera*) pada model *Fixed Effect Model two-way effect* atau FEM dengan efek dua arah.
8. Menerapkan *Fixed Effect Model* (FEM) dengan efek dua arah menggunakan pendekatan LSDV.
9. Menghitung koefisien determinasi ( $R^2$ ) dan melakukan uji signifikansi parameter melalui pendekatan *Driscoll-Kraay Robust Standard Error* (SE) untuk model *Fixed Effect Model* dengan efek dua arah, meliputi:
  - i. Uji Serentak (Uji F)  
Digunakan untuk mengetahui pengaruh variabel independen secara bersama-sama terhadap variabel dependen.
  - ii. Uji Parsial (Uji t)  
Digunakan untuk mengetahui pengaruh variabel independen secara parsial terhadap variabel dependen.
10. Menginterpretasikan model data panel berdasarkan hasil estimasi model terbaik yang telah ditentukan melalui uji pemilihan model.

## BAB V

### KESIMPULAN & SARAN

#### 5.1 Kesimpulan

Setelah melakukan transformasi data terhadap IPM (Y) periode 2019-2024 dan data PDRB ( $X_1$ ), tingkat kemiskinan ( $X_2$ ), rata-rata lama sekolah atau RLS ( $X_3$ ), model yang tepat yakni *Fixed Effect Model* dengan efek dua arah (*two-way effect*) menggunakan pendekatan LSDV. Dengan menggunakan bantuan *software R-Studio* maka dapat ditarik kesimpulan :

- (a) Diperoleh model FEM dengan efek dua arah menggunakan pendekatan LSDV yang akan menambahkan pengaruh efek individu (kabupaten/kota) dan efek waktu (tahun) yang tidak teramati sebagai berikut:

$$\begin{aligned} \ln(IPM_{it}) = & 4,9459 \\ & - 0,0547 \ln(PDRB_{it}) + 0,0264 \ln(Kemiskinan_{it}) \\ & + 0,1208 \ln(RLS_{it}) - 0,1319 D_{Lampung Barat,i} \\ & - 0,0948 D_{Lampung Selatan,i} - 0,0574 D_{Lampung Tengah,i} \\ & - 0,0935 D_{Lampung Timur,i} - 0,1291 D_{Lampung Utara,i} \\ & - 0,1218 D_{Mesuji,i} - 0,0165 D_{Metro,i} - 0,1414 D_{Pesawaran,i} \\ & - 0,1636 D_{Pesisir Barat,i} - 0,0966 D_{Pringsewu,i} \\ & - 0,1400 D_{Tanggamus,i} - 0,0680 D_{Tulang Bawang,i} \\ & - 0,1172 D_{Tulang Bawang Barat,i} - 0,1254 D_{Way Kanan,i} \\ & - 0,0040 D_{2020,t} + 0,0285 D_{2021,t} \\ & + 0,0391 D_{2022,t} + 0,0503 D_{2023,t} + 0,0616 D_{2024,t} + \varepsilon_{it} \end{aligned}$$

Berdasarkan model yang diperoleh, menunjukkan bahwa setiap kenaikan  $X_1$  (PDRB) sebesar satu satuan maka mengakibatkan penurunan IPM sebesar  $-0.0548\%$ , dengan menganggap  $X_2$  dan  $X_3$  konstan.

Selanjutnya pada variabel tingkat kemiskinan menggambarkan bahwa setiap kenaikan  $X_2$  (Tingkat Kemiskinan) sebesar satu satuan maka mengakibatkan kenaikan IPM sebesar 0.0264 %, dengan menganggap  $X_1$  dan  $X_3$  konstan. Namun variabel tersebut tidak signifikan secara statistik.

Pada variabel rata-rata lama sekolah menggambarkan bahwa setiap kenaikan  $X_3$  sebesar satu satuan maka mengakibatkan kenaikan IPM sebesar 0.1208%, dengan menganggap  $X_1$  dan  $X_2$  konstan.

- (b) Berdasarkan ketiga variabel yang diuji menggunakan model FEM dengan efek dua arah melalui pendekatan estimasi LSDV dan standar *error robust Driscoll–Kraay* menunjukkan bahwa variabel PDRB dan rata-rata lama sekolah berpengaruh signifikan terhadap data IPM dengan p-value  $< 0,05$ , dan variabel tingkat kemiskinan dinyatakan tidak berpengaruh signifikan dengan p-value  $> 0,05$ .
- (c) Dengan menggunakan satu kabupaten/kota dan satu periode sebagai tahun (*baseline*), maka sebagian besar koefisien *dummy* daerah bernilai negatif. Hal ini menunjukkan bahwa, setelah mengendalikan variabel PDRB, Kemiskinan, dan RLS, rata-rata tingkat IPM kabupaten/kota tersebut lebih rendah dibandingkan daerah referensi.

## 5.2 Saran

Hasil penelitian menunjukkan FEM *two-way effect* merupakan model yang paling baik. Meskipun begitu, untuk penelitian selanjutnya disarankan memperluas periode pengamatan atau menambahkan variabel penjelas lain yang relevan agar kemampuan model dalam menjelaskan variasi Indeks Pembangunan Manusia dapat ditingkatkan.

## DAFTAR PUSTAKA

- Anggraeni, R. 2021. Analisis Determinan Nilai Perusahaan: Studi pada Perusahaan Manufaktur yang Terdaftar di Bursa Efek Indonesia. *Jurnal Ilmu Manajemen*, **15**(2).
- Auntu, S. K., & Pilinkienė, V. 2026. Impact of fiscal policies on unemployment in economic shock conditions: Panel data analysis. *Journal of Risk and Financial Management*, **19**(1), 42.
- Baltagi, B. H. 2021. *Econometric Analysis of Panel Data* (6th ed.). Springer.
- Basuki, A. T. 2021. Analisis Data Panel dalam Penelitian Ekonomi dan Bisnis. Yogyakarta.
- Badan Pusat Statistik Provinsi Lampung. 2025. Produk Domestik Regional Bruto Provinsi Lampung Menurut Lapangan Usaha 2020–2024. Lampung: BPS Lampung.
- Bank Dunia. 2020. *Poverty and Shared Prosperity 2020: Reversals of Fortune*. Washington, DC: World Bank.
- Caraka, R. E., dan Yasin, H. 2017. *Spatial Data Panel*. Semarang: Diponegoro University.
- Driscoll, J. C., & Kraay, A. C. 1998. Consistent covariance matrix estimation with spatially dependent panel data. *The Review of Economics and Statistics*, **80**(4), 549–560.
- Fitriani. 2024. Pemodelan Angka Kemiskinan Menggunakan Regresi Data Panel di Provinsi Sulawesi Tenggara. Program Studi Matematika, Universitas Halu Oleo.
- Gujarati, D. N., & Porter, D. C. 2009. *Basic Econometrics* (5th ed.). New York: McGraw-Hill.
- Harismahyanti, A., Najihah, A., Yunita, A. I., Ratmila, dan Nur'eni. 2025. Comparison of FEM-LSDV Panel Regression with Classical Panel Regression

- Models in Analyzing Economic Growth in Indonesia. *Journal of Applied Informatics and Computing (JAIC)*, **9**(5), 2450–2460.
- Hsiao, C. 2014. *Analysis of Panel Data* (3rd ed.). Cambridge: Cambridge University Press.
- Hidayat, R., & Lestari, D. 2019. Analisis disparitas Indeks Pembangunan Manusia antarwilayah di Indonesia. *Jurnal Ekonomi Pembangunan*, **17**(2), 145–158.
- Hutagalung, I. P., & Darnius, O. 2020. Analisis regresi data panel dengan pendekatan CEM, FEM, dan REM (Studi kasus: IPM Sumatera Utara 2014–2020). *FARABI Jurnal Matematika dan Pendidikan Matematika*, **5**(2), 217–226.
- Imani, J. R. N., dkk. 2025. Estimasi Model *Fixed Effect* Pada Analisis Regresi Data Panel Dengan Metode *Least Square Dummy Variable* (LSDV) *Sciencestatistics: Journal of Statistics, Probability, and Its Application*, **3**(1), 14-25.
- Mankiw, N. G. 2018. *Principles of Economics* (8th ed.). Boston: Cengage Learning.
- Montgomery, D. C., Peck, E. A., & Vining, G. G. 2012. *Introduction to Linear Regression Analysis* (5th ed.). New Jersey: John Wiley & Sons.
- Putra, A. 2021. Determinan kesehatan terhadap peningkatan Indeks Pembangunan Manusia di Indonesia. *Jurnal Kesehatan Masyarakat*, **9**(1), 33–42
- Pratama, M. I. 2025. Indeks pembangunan manusia Provinsi Lampung: Belanja pendidikan, belanja kesehatan, kemiskinan, dan PDRB. *Jurnal Ekonomi & Ekonomi Syariah*, **8**(1).
- Prasetyo, M. V., Purwitasari, D. A., & Pujihastuti, I. 2025. Pengaruh struktur modal dan ukuran perusahaan terhadap nilai perusahaan. *Neraca Manajemen, Ekonomi*, **21**(3).
- Putri, S. A., Widiarti, & Nurvazly, D. E. 2025. Kajian Model Regresi Data Panel IPM DKI Jakarta 2019–2023. *MATHunesa*, **13**(1).
- Ramadanisa, N., & Triwahyuningtyas, N. 2022. Analisis faktor yang mempengaruhi IPM di Provinsi Lampung. *SIBATIK Journal*, **1**(7).
- Sari, M., & Santoso, B. 2020. Pengaruh pendidikan terhadap IPM di Indonesia. *Jurnal Pendidikan dan Ekonomi*, **12**(1), 25–36.
- Salsabila, N. A., dkk. 2022. Analisis regresi data panel pada ketimpangan

- pendapatan daerah Kalimantan Timur. Prosiding Seminar Nasional Matematika, Statistika, dan Aplikasinya, **2**(1).
- Schultz, T. W. 1961. Investment in Human Capital. *The American Economic Review*, **51**(1), 1–17.
- Siddiqi, A. F. 2021. A Short Comment on the Use of Adjusted R-Squared in Social Science Research. *Revista San Gregorio*, **45**(1).
- Sen, A. 1999. *Development as Freedom*. Oxford University Press.
- Suryawati, S. 2005. Kemiskinan dan Upaya Peningkatannya di Indonesia. Jakarta: Rineka Cipta.
- Sukirno, S. 2016. *Makroekonomi: Teori Pengantar*. Jakarta: Rajawali Pers.
- Syofya, H., & Shintia. 2024. Pengaruh kemiskinan dan pertumbuhan ekonomi terhadap IPM Indonesia. *El-Mal*, **5**(7), 3844–3856.
- Tambunan, T. 2012. *Perekonomian Indonesia: Teori dan Temuan Empiris*. Jakarta: Ghalia Indonesia.
- Todaro, M. P., & Smith, S. C. 2015. *Economic Development* (12th ed.). Pearson.
- UNDP. 2022. *Human Development Report 2022*. UNDP.
- Umamah, R., & Syafitri, F. 2025. Analisis pengaruh pengangguran, gini rasio, dan jumlah penduduk terhadap IPM Provinsi Lampung. *Journal of Development Economic and Digitalization*, **4**(5), 122–134.
- Wooldridge, J. M. 2025. Two-way fixed effects and the two-way Mundlak regression. *Journal of Econometrics*, **223**(1), 72–89.
- Wanizal, R., Zilrahmi, & Martha, Z. 2025. Applications of panel data analysis on HDI indicators in Lampung. *UNP Journal of Statistics and Data Science*, **3**(3), 347–354.
- World Bank. 2020. *Poverty and Shared Prosperity: Reversals of Fortune*. Washington, DC: World Bank.
- Yuliana, U. A. 2022. Pemodelan regresi data panel untuk memprediksi ketersediaan beras di Kabupaten Bojonegoro. *STATKOM*, **1**(1).