

BAB III

METODE PENELITIAN

3.1. Jenis Penelitian

Jenis penelitian ini adalah deskriptif dengan pendekatan kuantitatif yaitu untuk menganalisis dan mengetahui pengaruh GDP per kapita, industrialisasi, *foreign direct investment* (FDI), terhadap emisi karbon dioksida (CO₂) di 5 negara anggota ASEAN tahun 2008-2023.

3.2. Teknik Pengumpulan Data

Penelitian ini memakai data sekunder, yang mencakup :

- a. Data Emisi Karbon Dioksida (Sumber: *Our World In Data*)
- b. Data GDP Per Kapita (Sumber: *Our World In Data*)
- c. Data Nilai Tambah Industri Manufaktur (Sumber: *World Bank*)
- d. Data *Foreign Direct Investment* (Sumber: *World Bank*)

Data yang digunakan adalah merupakan data kuantitatif tahunan dan sekunder pada rentang waktu antara tahun 2008-2023. Data pada penelitian ini merupakan data menurut negara-negara anggota ASEAN. Negara ASEAN yang dimaksud pada studi empiris ini merupakan negara ASEAN, yaitu Indonesia, Malaysia, Singapura, Filipina, Vietnam.

3.3. Definisi Oprasional Variabel

Definisi operasional adalah suatu pengertian secara operasional dari variabel yang digunakan dalam model analisis. Untuk membatasi dan mempermudah pemahaman serta menghindari kerancuan dalam memahami variabel, diperlukan

penjelasan dari masing-masing variabel. Definisi operasional variabel dalam model ini adalah sebagai berikut:

a. Emisi Karbon Dioksida (CO₂)

Emisi karbon dioksida berasal dari aktivitas pembakaran bahan bakar fosil seperti minyak, batubara, dan gas untuk keperluan energi, termasuk pembakaran kayu dan limbah. Selain itu, proses industri seperti pembuatan semen juga berkontribusi terhadap emisi ini. Indikator CO₂ yang digunakan adalah emisi karbon dioksida (CO₂) berbasis produksi tahunan, diukur dalam ton. Ini didasarkan pada emisi territorial dari hasil bahan bakar fosil dan *industry* di 5 negara anggota ASEAN tahun 2008-2023. Data yang digunakan bersumber dari *Our World In Data*.

b. GDP Per Kapita

Pendapatan per kapita adalah besarnya pendapatan rata-rata penduduk di suatu negara. Pendapatan perkapita didapatkan dari hasil pembagian antara pendapatan nasional suatu negara dengan jumlah penduduk negara tersebut yang juga dapat digunakan sebagai indikator atau ukuran untuk mengetahui tingkat kesejahteraan penduduk suatu negara. Data yang digunakan bersumber dari *Our World In Data*.

c. Industrialisasi (Nilai Tambah Industri Manufaktur)

Industrialisasi dalam penelitian ini diukur menggunakan indikator nilai tambah industri manufaktur. Nilai tambah industri manufaktur menunjukkan sejauh mana sektor industri memberikan kontribusi ekonomi dalam proses produksi barang, dan menjadi indikator utama dalam menilai tingkat perkembangan

industrialisasi suatu negara, yang dinyatakan dalam satuan dolar AS (US\$) di 5 negara anggota ASEAN tahun 2008-2023. Data yang digunakan bersumber dari *World Bank*.

d. *Foreign Direct Investment (FDI)*

Foreign Direct Investment (FDI) adalah arus masuk neto investasi yang dilakukan oleh sebuah perusahaan dari suatu negara untuk menanamkan modalnya dengan jangka waktu yang panjang ke sebuah perusahaan di negara lain (*World Bank, 2025*). Indikator *foreign direct investment (FDI)* yang digunakan yaitu aliran yang masuk (*net inflow*), yang dinyatakan dalam satuan dolar AS (US\$) di 5 negara anggota ASEAN tahun 2008-2023. Data yang digunakan bersumber dari *World Bank*.

Tabel 3.1. Variabel Penelitian dan Operasional Variabel

No.	Jenis Variabel	Nama Variabel	Definisi Operasional Variabel	Satuan
1.	<i>Dependent</i>	Emisi Karbon Dioksida (Y)	Emisi karbon dioksida (CO ₂) berbasis produksi tahunan, diukur dalam ton.	Juta Ton/Tahun
2.	<i>Independent</i>	GDP Per kapita (X1)	angka GDP per Kapita untuk mengukur pertumbuhan ekonomi pada	US\$

			suatu negara dengan menunjukkan pengukuran pendapatan total perorangan dalam perekonomian	
3.	<i>Independent</i>	Nilai Tambah Industri Manufaktur (X3)	nilai kontribusi sektor manufaktur terhadap output ekonomi suatu negara setelah dikurangi biaya input	US\$/Tahun
4.	<i>Independent</i>	<i>Foreign Direct Investment (X4)</i>	<i>Foreign direct investment (FDI)</i> yang digunakan yaitu aliran yang masuk (<i>net inflow</i>)	US\$/Tahun

3.4. Metode Analisis Data

Metode analisis data adalah proses mempelajari dan mengolah data untuk mengidentifikasi pola, hubungan, dan informasi penting yang terdapat di dalamnya. Tujuan dari metode analisis data adalah untuk mendapatkan pemahaman yang lebih

dalam mengenai data yang dianalisis dan mengambil keputusan dan kesimpulan berdasarkan informasi yang ditemukan. Pada penelitian “Pengaruh GDP Per Kapita, Industrialisasi, *Foreign Direct Investment* (FDI), Terhadap Emisi Karbon Dioksida (CO₂) Di 5 Negara Anggota Asean Tahun 2008-2023”.

3.4.1. Metode Analisis Deskriptif

Metode penelitian deskriptif ini dilakukan untuk mengetahui keberadaan variabel mandiri, baik hanya pada satu variabel atau lebih (variabel yang berdiri sendiri atau variabel bebas) tanpa membuat perbandingan variabel itu sendiri dan mencari hubungan dengan variabel lain (Sugiyono, 2008). Adapun metode analisis yang digunakan pada analisis deskriptif pada penelitian “Pengaruh GDP Per Kapita, Industrialisasi, *Foreign Direct Investment* (FDI), Terhadap Emisi Karbon Dioksida (CO₂) Di 5 Negara Anggota Asean Tahun 2008-2023”.

3.4.2. Metode Analisis Data Panel

Data panel adalah gabungan antara data runtun waktu (*time series*) dan data silang (*cross section*). Data *cross section* merupakan data yang dikumpulkan dengan banyak objek dalam waktu tertentu, sedangkan data *time series* merupakan data yang dikumpulkan dengan suatu objek dalam waktu tertentu. Dalam menganalisis GDP Per Kapita, Industrialisasi, *Foreign Direct Investment* (FDI), yang mempengaruhi Emisi Karbon Dioksida (CO₂) Di 5 Negara Anggota Asean. Penelitian ini menggunakan *E-views 12* sebagai alat dalam menganalisis data, persamaan dasar regresi data panel secara umum adalah sebagai berikut:

$$CO_{2it} = \beta_0 + \beta_1 GDP_{it} + \beta_2 NI_{it} + \beta_3 FDI_{it} + \varepsilon_{it}$$

Keterangan:

CO_2 = Emisi Karbon Dioksida (MtCO₂)

GDP = GDP Per Kapita (US\$)

NI = Nilai Tambah Industri Manufaktur (US\$)

FDI = *Foreign Direct Investment Net Inflow* (US\$)

β_0 = Intersep atau Konstanta

$\beta_1, \beta_2, \beta_3, \beta_4$ = Koefisien regresi pada masing-masing variabel bebas

i = 1, 2, 3 ...,5 (data cross section 5 negara ASEAN)

t = 1, 2, 3 ...10 (data time series, tahun 2008-2023)

ε = *Error term*

3.4.2.1. Metode Analisis Data Panel

1. *Common Effect Model*

Common Effect Model adalah pendekatan model data panel yang paling sederhana, karena hanya menggabungkan data *time series* dan *cross section*. Model ini tidak memperhitungkan dimensi waktu atau orang, sehingga mengasumsikan bahwa perilaku data seseorang adalah sama dalam periode waktu yang berbeda. Metode ini dapat menggunakan pendekatan kuadrat terkecil biasa (OLS) atau pendekatan kuadrat terkecil untuk mengestimasi model panel.

2. *Fixed Effect Model*

Fixed Effect Model mengasumsikan bahwa perbedaan antar individu dapat dikompensasikan dengan perbedaan bagian. Untuk memperkirakan data panel, *fixed effect model* menggunakan teknik variabel *dummy* untuk menangkap perbedaan bagian antara individu. Namun, kemiringannya sama antara individu. Model estimasi ini sering disebut dengan teknik *least squares dummy variable* (LSDV).

3. *Random Effect Model*

Random Effect Model memperkirakan data panel di mana variabel pengganggu mungkin terkait dari waktu ke waktu dan antar individu. Dalam *random effect model*, perbedaan antara intersep dikompensasi oleh istilah *error* untuk setiap individu. Keuntungan menggunakan model efek acak adalah menghilangkan heteroskedastisitas. Model ini juga dikenal dengan teknik *Error Component Model* (ECM) atau *Generalized Least Squares* (GLS).

3.4.2.2. Pemilihan Model Estimasi Regresi Data Panel

Untuk penelitian yang menggunakan data panel, ada beberapa tes yang harus dilakukan untuk memilih model yang paling tepat antara *Common Effect Model*, *Fixed Effect Model* dan *Random Effect Model* dengan melakukan pengujian yaitu uji *chow* dan uji *hausman*.

1. Uji *Chow*

Uji *chow* dilakukan untuk mengetahui model mana yang lebih baik antara *common effect model* dan *fixed effect model*. Apabila pada hasil uji spesifikasi menunjukkan probabilitas *Chi-square* $> 0,05$ maka *common effect model* yang

digunakan, namun apabila probabilitas *Chi-square* $< 0,05$ maka *fixed effect model* yang digunakan. Hipotesis yang digunakan pada uji *chow* adalah sebagai berikut:

- H0 = Menggunakan *common effect model*
- H1 = Menggunakan *fixed effect model*

Dengan kriteria pengujian yang digunakan sebagai berikut:

- 1) Jika nilai *probability F* $> 0,05$ artinya H0 diterima dan H1 ditolak, maka menggunakan *common effect model*.
- 2) Jika nilai *probability F* $< 0,05$ artinya H0 ditolak dan H1 diterima, maka menggunakan *fixed effect model* dilanjut dengan uji *hausman*.

2. Uji *Hausman*

Uji *hausman* dilakukan untuk mengetahui model mana yang lebih baik antara *random effect model* dan *fixed effect model*. Hipotesis yang digunakan pada uji *hausman* adalah sebagai berikut:

- H0 = Menggunakan *random effect model*
- H1 = Menggunakan *fixed effect model*

Dengan kriteria pengujian yang digunakan sebagai berikut:

- 1) Jika nilai *probability cross-section random* $> 0,05$ artinya H0 diterima dan H1 ditolak, maka menggunakan *random effect model* dilanjut dengan uji *lagrangge multiplier*.
- 2) Jika nilai *probability cross-section random* $< 0,05$ artinya H0 ditolak dan H1 diterima, maka menggunakan *fixed effect model*.

3. Uji Lagrange Multiplier

Uji *lagrange multiplier* bertujuan untuk menentukan model yang terbaik diantara pendekatan *fixed effect model* dan *common effect model* yang digunakan dalam penelitian. Hipotesis yang digunakan dalam uji *lagrange multiplier* adalah sebagai berikut:

- H0 = Menggunakan *common effect model*
- H1 = Menggunakan *random effect model*

Dengan kriteria pengujian yang digunakan sebagai berikut:

- 1) Jika nilai probability value $> 0,05$ artinya H0 diterima dan H1 ditolak, maka menggunakan *common effect model*.
- 2) Jika nilai probability value $< 0,05$ artinya H0 ditolak dan H1 diterima, maka menggunakan *fixed effect model*.

3.4.2.3. Uji Asumsi Klasik

Metode Ordinary Least Squares (OLS) adalah model yang bertujuan untuk meminimalkan penyimpangan hasil perhitungan (regresi) dibandingkan dengan kondisi nyata. Dibandingkan dengan metode lain, *Ordinary Least Squares* merupakan metode sederhana yang dapat digunakan untuk melakukan regresi linier pada suatu model. Sebagai estimator, *Ordinary Least Squares* merupakan metode regresi dengan keunggulan sebagai estimator linier tak bias terbaik. BLUE (*Best Linear Unbiased Estimator*) sehingga hasil perhitungan *Ordinary Least Squares* biasa dapat digunakan sebagai dasar perumusan

kebijakan. Namun, untuk menjadi penduga yang baik dan tidak bias, Anda harus lulus beberapa tes penerimaan klasik.

Gujarati (1995), menyebutkan bahwa kesepuluh asumsi yang harus dipenuhi. *Pertama*, model persamaan berupa non linear. *Kedua*, nilai *variable independent* tetap meskipun dalam pengambilan sampel yang berulang. *Ketiga*, nilai rata-rata penyimpangan sama dengan nol. *Keempat*, *homocedasticity*. *Kelima*, tidak ada autokorelasi antar variabel. *Keenam*, nilai kovariansnya adalah nol. *Ketujuh*, jumlah pengamatan harus lebih besar dari jumlah parameter yang diestimasi. *Kedelapan*, nilai *variable independent* bervariasi. *Kesembilan*, model regresi harus memiliki bentuk yang jelas. *Kesepuluh*, adalah tidak adanya multikolinearitas antar variabel bebas. Memenuhi sepuluh asumsi di atas memberikan hasil regresi tingkat kepercayaan yang tinggi.

Namun tidak semua uji asumsi klasik perlu dilakukan pada semua model regresi linier dengan pendekatan OLS. (1) Uji linieritas hampir tidak dilakukan pada semua model regresi linier karena model diasumsikan linier. (2) Uji normalitas pada dasarnya bukan merupakan persyaratan BLUE (*Best Linear Unbiased Estimator*) dan beberapa pendapat tidak mengharuskan kondisi ini menjadi keharusan. (3) Autokorelasi hanya terjadi pada data time series. (4) Multikolinearitas harus dilakukan bila regresi linier menggunakan lebih dari satu variabel bebas. Jika hanya ada satu variabel bebas, multikolinearitas tidak mungkin terjadi. (5) Heteroskedastisitas umumnya terjadi pada data *cross section*, dimana data panel lebih mendekati sifat-sifat data *cross section* daripada *time series* (Basuki dan Yuliadi, 2015).

1. Uji Multikolinearitas

Uji multikolinearitas dimaksudkan untuk menguji apakah model regresi telah menemukan korelasi antar variabel bebas. Uji multikolinearitas hanya terjadi pada regresi berganda. Model regresi yang baik seharusnya tidak memiliki korelasi yang tinggi antara variabel independen. Bila terdapat hubungan linier sempurna antara beberapa atau semua variabel bebas dalam suatu model regresi, maka disebut masalah multikolinearitas dalam model tersebut. Masalah multikolinearitas membuat sulit untuk melihat pengaruh variabel penjelas terhadap variabel yang dijelaskan. Hipotesis yang dibentuk untuk uji multikolinieritas adalah sebagai berikut:

H_0 = Terjadi multikolinearitas

H_1 = Bebas multikolinearitas

Multikolinearitas dapat menyebabkan hasil uji parsial menerima H_0 , sehingga banyak variabel prediktor yang tidak berpengaruh signifikan. Multikolinearitas dapat ditunjukkan dengan menggunakan metode koefisien korelasi sampel (r). Menurut Gujarati dan Porter (2008), terjadinya multikolinearitas antara dua variabel prediktor yang berbeda (variabel bebas) ditunjukkan dengan nilai $|r| > 0,8$. Jika semua variabel bebas memiliki nilai $|r| < 0,8$ maka data tersebut bebas dari masalah multikolinearitas.

2. Uji Heteroskedastisitas

Tujuan dari pengujian ini adalah untuk melihat apakah terdapat ketidaksamaan varian dalam model regresi residual dari satu pengamatan ke pengamatan lainnya. Jika variannya berbeda, kita berbicara tentang heteroskedastisitas. Hipotesis yang terbentuk untuk uji heteroskedastisitas adalah sebagai berikut:

H_0 = Tidak Terdapat Heteroskedastisitas

H_1 = Terdapat Heteroskedastisitas

Salah satu cara untuk mengetahui ada tidaknya heteroskedastisitas dalam model regresi linier berganda adalah dengan menjalankan uji Glejser, yang ditentukan dengan regresi absolute residual terhadap variabel bebas lainnya.

Dengan kriteria pengujian yang digunakan sebagai berikut:

- 1) Jika Probabilitas setiap variabel *independent* $> 0,05$ maka H_0 diterima dan H_1 ditolak, artinya tidak terdapat heteroskedisitas.
- 2) Jika Probabilitas setiap variabel *independent* $< 0,05$ maka H_0 ditolak dan H_1 diterima, artinya terdapat heteroskedisitas.

3. Uji Autokorelasi

Autokorelasi merupakan korelasi antara sesama urutan pengamatan dari waktu ke waktu. Tujuan dari uji autokorelasi adalah menguji keberadaan korelasi antara residual periode t dengan periode $t-1$. Hasil yang didapatkan haruslah tidak ada indikasi autokorelasi, jika terdapat autokorelasi maka dalam persamaan yang digunakan terdapat masalah. Autokorelasi biasanya diperiksa menggunakan

metode Breusch-Godfrey LM (*Lagrange Multiplier*). Hipotesis yang digunakan dalam uji autokorelasi adalah sebagai berikut:

- H0 = Tidak terdapat autokorelasi
- H1 = Terdapat autokorelasi

Dengan kriteria pengujian yang dapat dilihat dari nilai Breusch-Godfrey LM (*Lagrange Multiplier*) sebagai berikut:

- 1) Jika nilai *probability value* $> 0,05$ artinya H0 diterima dan H1 ditolak, artinya tidak terjadi autokorelasi.
- 2) Jika nilai *probability value* $< 0,05$ artinya H0 ditolak dan H1 diterima, artinya terjadi autokorelasi.

3.4.2.4. Pengujian Statistik

Uji statistik adalah perhitungan dari sampel yang terkunci untuk mengambil kesimpulan apakah cukup bukti untuk menerima atau menolak hipotesis. Untuk membuktikan hipotesis ada atau tidaknya pengaruh yang signifikan terhadap variabel terkaitnya, berikut uji yang dianalisis:

1. Uji t-statistik (Uji Parsial)

Uji statistik t merupakan pengujian koefisien regresi berguna untuk menguji hipotesis secara parsial yang nantinya dapat menunjukkan hasil dari pengaruh individu setiap independent terhadap variabel dependen dan mengetahui seberapa besar (signifikan) pengaruh variabel independent terhadap variabel dependent. Derajat signifikansi yang digunakan adalah 0,05. Hipotesis yang dapat dibuat untuk menguji pengaruh variabel *independent* terhadap variabel *dependent* adalah sebagai berikut:

- H_0 = Tidak terdapat pengaruh variabel *independent* secara parsial terhadap variabel *dependent*.
- H_1 = Terdapat pengaruh variabel *independent* secara parsial terhadap variabel *dependent*.

Uji ini dilakukan dengan membandingkan dengan ketentuan:

- 1) Jika nilai signifikan uji $t > 0,05$ maka H_0 diterima dan H_1 ditolak, artinya terdapat pengaruh variabel *independent* secara parsial terhadap variabel *dependent*.
- 2) Jika nilai signifikan uji $t < 0,05$ maka H_0 ditolak dan H_1 diterima, artinya tidak terdapat pengaruh variabel *independent* secara parsial terhadap variabel *dependent*.

2. Uji F-Statistik

Uji statistik F bertujuan untuk mencari apakah variabel *independent* secara bersama-sama (simultan) mempengaruhi variabel *dependent*. Uji F dilakukan untuk mengetahui ada atau tidaknya pengaruh secara bersama-sama atau simultan antara variabel *independent* terhadap variabel *dependent*. Adapun hipotesis yang digunakan untuk uji statistik F adalah sebagai berikut:

- H_0 = Tidak terdapat pengaruh secara bersama-sama variabel *independent* terhadap variabel *dependent*.
- H_1 = Terdapat pengaruh secara bersama-sama variabel *independent* terhadap variabel *dependent*.

Uji statistik F dilakukan dengan ketentuan sebagai berikut:

Jika nilai signifikan $F > 0,05$ maka H_0 diterima dan H_1 ditolak, artinya semua variabel *independent* tidak memiliki pengaruh secara signifikan terhadap variabel *dependent*.

Jika nilai signifikan $F < 0,05$ maka H_0 ditolak dan H_1 diterima, artinya semua variabel *independent* memiliki pengaruh secara signifikan terhadap variabel *dependent*.

3.4.3. Koefisien Determinasi (R^2)

Koefisien determinasi digunakan untuk mengukur proporsi atau persentase variasi total variabel bebas yang dapat dijelaskan oleh model regresi. Rentang koefisien determinasi adalah $0 \leq R^2 \leq 1$. Model dikatakan lebih baik jika nilai R^2 mendekati 1 atau 100%. Sehingga kesimpulan yang diambil adalah:

- a. Nilai R^2 yang kecil atau mendekati nol, berarti kemampuan variabel-variabel bebas dalam menjelaskan variabel-variabel tak bebas sangat terbatas.
- b. Nilai R^2 mendekati satu, berarti variabel-variabel bebas memberikan hampir semua informasi untuk memprediksi variasi variabel tak bebas.

Dalam penelitian ini berarti, bila nilai R^2 memberikan hasil yang mendekati angka 1, artinya kualitas lingkungan yang ditinjau dari tingkat emisi CO_2 dapat dijelaskan dengan baik oleh variasi variabel *independent* yaitu GDP Per Kapita, Industrialisasi, dan *Foreign Direct Investment* (FDI). Sedangkan sisanya (100% - nilai R^2) dijelaskan oleh sebab – sebab lain diluar model.