

BAB III

OBJEK DAN METODE PENELITIAN

3.1 Objek Penelitian

Objek penelitian merujuk pada aspek utama yang menjadi pusat kajian, sehingga pengumpulan data dapat dilakukan secara terarah sesuai dengan tujuan penelitian (Pakpahan et al., 2021). Sejalan dengan kerangka tersebut, penelitian ini menelaah keterkaitan antara *ESG Performance* sebagai variabel independen, *Corporate Investment Efficiency* sebagai variabel dependen, serta *Financing Constraints* dan *Agency Cost* sebagai variabel yang menjelaskan mekanisme bagaimana ESG mempengaruhi efisiensi investasi perusahaan. Penelitian ini menggunakan perusahaan publik di Indonesia yang tercatat di BEI sebagai objek kajian, mengingat pasar modal tersebut merepresentasikan kondisi yang relevan untuk mengamati praktik pengungkapan ESG serta karakteristik keuangan perusahaan.

3.2 Metode Penelitian

3.2.1 Jenis Penelitian

Seluruh variabel dalam penelitian ini direpresentasikan dalam bentuk angka serta dianalisis melalui metode statistik inferensial, sehingga pendekatan kuantitatif dipilih sebagai metode penelitian. Pendekatan kuantitatif memungkinkan peneliti melakukan pengujian hubungan antarvariabel secara objektif dan terukur melalui analisis data yang terstruktur (Creswell, 2018). Berdasarkan tujuan penelitian, studi ini menerapkan jenis penelitian *kausal-explanatory*, yaitu penelitian yang bertujuan menjelaskan

hubungan sebab–akibat antara variabel independen dan dependen serta menguji mekanisme mediasi yang terjadi di antara variabel-variabel tersebut (Hair Jr et al., 2019). Pendekatan *kausal-explanatory* lazim diterapkan untuk memvalidasi model teoretis serta melakukan pengujian terhadap hipotesis penelitian, sehingga sesuai dengan fokus penelitian ini yang menilai pengaruh *ESG Performance* terhadap *Corporate Investment Efficiency* melalui *Financing Constraints* dan *Agency Cost*.

3.2.2 Operasionalisasi Variabel

Proses operasionalisasi variabel diperlukan untuk mengubah konsep penelitian menjadi indikator yang dapat diamati dan dianalisis secara kuantitatif (Creswell, 2018). Dengan operasionalisasi yang tepat, penelitian dapat memastikan konstruk teoretis terukur secara konsisten serta hasil penelitian memiliki validitas dan reliabilitas. Pada bagian ini akan dijelaskan operasionalisasi semua variabel penelitian mulai dari variabel independen, dependen, hingga mediator sebelum disajikan secara sistematis dalam tabel.

3.2.2.1 Variabel Independen

Variabel independen dipahami sebagai variabel penjelas yang berperan dalam menjelaskan variasi atau perubahan pada variabel terikat dalam suatu penelitian. Variabel ini sering disebut juga sebagai faktor penjelas dalam analisis kuantitatif karena diasumsikan memberi efek terhadap hasil penelitian (Creswell, 2018). Variabel independent pada penelitian ini yaitu *ESG Performance*.

3.2.2.2 Variabel dependen

Variabel dependen merujuk pada variabel terikat yang menjadi objek utama pengukuran, karena nilainya dijelaskan oleh variabel lain dalam model penelitian (Creswell, 2018). Variabel ini merepresentasikan outcome atau hasil yang ingin dianalisis. Variabel dependen dalam penelitian ini yaitu *Corporate Investment Efficiency*.

3.2.2.3 Variabel mediator

Variabel mediator berfungsi sebagai perantara yang menggambarkan proses hubungan antara variabel penjelas dan variabel terikat dalam suatu penelitian (Creswell, 2018). Variabel ini berperan sebagai penghubung yang menunjukkan bagaimana atau mengapa pengaruh suatu variabel independen terjadi pada variabel dependen. Dalam penelitian ini, variabel mediator terdiri dari *financing constrains* dan *Agency Cost*.

Adapun tabel operasionalisasi variabel yaitu:

Tabel 2 Operasionalisasi Variabel

No	Variabel	Definisi Variabel	Indikator	Skala
1	ESG Performance	Tingkat penerapan serta pengungkapan praktik lingkungan, sosial, dan tata kelola perusahaan yang dilakukan secara sistematis sebagai bentuk akuntabilitas dan keterbukaan informasi bagi para pihak terkait.	- <i>Environmental</i> - <i>Social</i> - <i>Governance</i>	Rasio
2	Financing constrains	Keterbatasan perusahaan dalam memperoleh pendanaan eksternal yang memengaruhi kemampuan perusahaan untuk mendanai proyek investasi.	- <i>Operating Cash flow</i> - <i>Leverage</i> - <i>Dividend</i> - <i>Cash Holdings</i>	Rasio

- TobinQ			
3	<i>Agency Cost</i>	Biaya serta potensi kerugian ekonomi yang muncul sebagai konsekuensi dari perbedaan kepentingan antara pihak pengelola dan pemilik perusahaan, yang berdampak pada rendahnya efisiensi dalam pengambilan keputusan investasi.	- Sales - Total Assets Rasio
4	<i>Corporate Investment Efficiency</i>	Tingkat kemampuan perusahaan dalam mengalokasikan dana investasi secara tepat pada proyek bernilai ekonomi, menghindari <i>overinvestment</i> maupun <i>underinvestment</i> .	- Sales Growth Rasio

3.2.3 Teknik Pengumpulan Data

3.2.3.1 Jenis dan Sumber Data

Penelitian ini memanfaatkan data panel yang diperoleh dari kombinasi observasi lintas perusahaan (*cross-section*) dan pengamatan selama beberapa periode (*time series*) sehingga memungkinkan analisis yang lebih menyeluruh baik secara antar perusahaan maupun antar waktu. (Baltagi, 2021). Dalam penelitian ini, peneliti memanfaatkan data yang telah tersedia melalui publikasi dan dokumentasi resmi dari berbagai sumber terkait. Sumber data penelitian meliputi *annual report* dan *sustainability report* perusahaan yang diakses melalui *platform* resmi Bursa Efek Indonesia serta laman perusahaan.

3.2.3.2 Populasi Sasaran

Seluruh emiten yang tercatat di Bursa Efek Indonesia (BEI) selama periode pengamatan penelitian tahun 2022-2024 menjadi cakupan populasi pada penelitian ini. Pemilihan BEI sebagai populasi didasarkan pada karakteristik perusahaan publik yang memiliki kewajiban pengungkapan *annual report* dan *sustainability report*, sehingga menjamin ketersediaan data yang relevan untuk analisis penelitian. Adapun periode ini dipilih karena pelaporan keberlanjutan di Indonesia yang mulai menunjukkan pengungkapan ESG secara lebih konsisten dan terstruktur, sejalan dengan penerapan POJK No. 51/POJK.03/2017 dan Surat Edaran OJK No. 16/SEOJK.04/2021.

3.2.3.3 Penentuan Sampel

Pemilihan sampel dilakukan secara selektif melalui *purposive sampling* dengan menetapkan kriteria tertentu yang disesuaikan dengan tujuan penelitian. Periode pengamatan ditetapkan pada tahun 2022-2024 didasarkan pada regulasi domestik terkait pelaporan keberlanjutan di Indonesia. Berdasarkan POJK 51/2017, perusahaan publik dan emiten diwajibkan menerapkan prinsip keuangan berkelanjutan. Melalui Surat Edaran OJK 16/SEOJK.04/2021, OJK menetapkan format dan substansi pelaporan tahunan yang mencakup aspek ESG. Pemilihan periode 2022-2024 dilakukan dengan mempertimbangkan bahwa implementasi pelaporan ESG pada perusahaan publik mulai menunjukkan pengungkapan yang lebih konsisten dan terstruktur dibandingkan periode sebelumnya, sehingga

periode 2022-2024 dinilai lebih representatif untuk menganalisis pengaruh kinerja ESG terhadap variabel penelitian.

Selanjutnya, penentuan sampel berdasarkan karakteristik perusahaan dilakukan dengan beberapa kriteria. Kriteria awal penentuan sampel mencakup perusahaan yang tercatat di Bursa Efek Indonesia (BEI) serta menunjukkan penerapan praktik ESG, tercermin dari keterlibatan perusahaan dalam pelaporan ESG. Kedua, penelitian ini mengecualikan perusahaan di sektor keuangan karena berdasarkan beberapa literatur empiris menunjukkan bahwa *financial firms* memiliki karakteristik pelaporan, struktur modal, dan mekanisme pendanaan yang secara substantif berbeda dari *non-financial firms*. Memasukkan kedua kelompok ke dalam satu sampel dapat menimbulkan distorsi dalam pengukuran *leverage*, *Financing Constraints*, dan *investment efficiency* (Baboukardos et al., 2023; Heller, 2024; Wang et al., 2025). Ketiga, perusahaan yang dipilih wajib menyajikan laporan keuangan konsolidasian dalam *annual report* dan mempublikasikan *sustainability report* secara lengkap selama periode penelitian 2022-2024, sehingga data keuangan dan keberlanjutan yang digunakan mampu mencerminkan kondisi ekonomi perusahaan secara lebih komprehensif. Keempat, perusahaan yang tidak memiliki kelengkapan data untuk seluruh variabel penelitian selama periode penelitian 2022-2024 guna menghindari terjadinya missing data yang berpotensi memengaruhi akurasi pengukuran dan hasil estimasi model penelitian.

Dasar penentuan sampel penelitian dirumuskan melalui beberapa kriteria berikut:

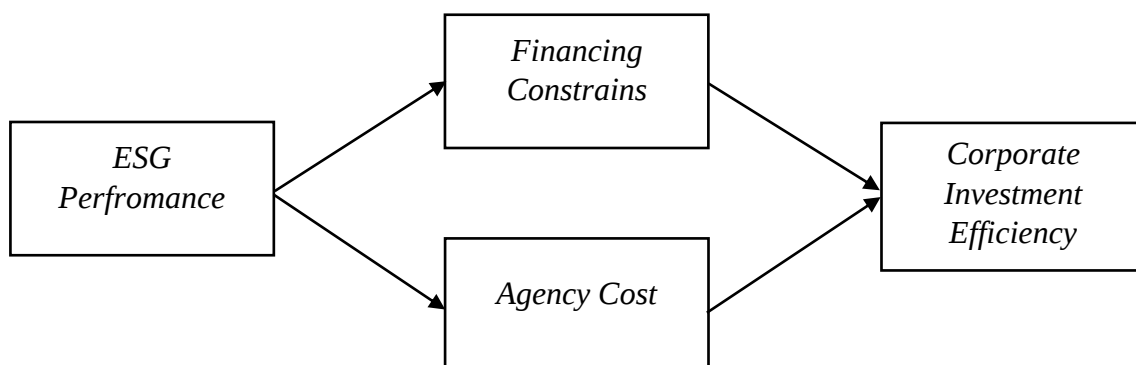
Tabel 3 Penentuan Sampel

No	Kriteria	Jumlah Perusahaan
1.	Perusahaan yang terdaftar di BEI	957
2.	Perusahaan di BEI yang tercantum dalam daftar perusahaan pelapor ESG	839
3.	Perusahaan keuangan di BEI	(126)
4.	Perusahaan yang tidak melaporkan annual report dan sustainability report secara lengkap selama periode 2022-2024	(486)
5.	Perusahaan yang tidak memiliki kelengkapan data terkait pengukuran seluruh variabel selama periode 2022-2024	(162)
Total data yang memenuhi kriteria		65
Tahun pengamatan		3
Total data		195

Berdasarkan hasil penentuan sampel, diperoleh sebanyak 65 perusahaan yang memenuhi kriteria penelitian. Daftar lengkap nama perusahaan sampel disajikan pada Lampiran 2.

3.3 Model Penelitian

Berdasarkan kerangka pemikiran, penelitian ini diarahkan untuk menganalisis keterkaitan antar variabel penelitian yaitu *ESG Performance*, *Financing Constrains*, *Agency Cost*, *Auditing Quality*, dan *Coporate Investment Efficiency*. Maka dibuat model penelitian sebagai berikut:



Sumber: Diolah Peneliti (2025)

Gambar 2 Model Penelitian

3.4 Teknik Analisis Data

Teknik analisis pada penelitian ini dilakukan dengan metode *Regression for Panel Data* yang diterapkan melalui software EViews.

3.4.1 Analisis Statistik Deskriptif

Karakteristik variabel penelitian ditampilkan melalui analisis deskriptif untuk memberikan gambaran menyeluruh terhadap *ESG Performance*, *Corporate Investment Efficiency*, *Financing Constraints* dan *Agency Cost*. Data deskriptif yang disajikan mencakup nilai minimum, maksimum, rata-rata (*mean*), dan standar deviasi dengan tujuan untuk memahami kondisi data sebelum dilakukan analisis inferensial.

3.4.2 Uji Pemilihan Model

Pemilihan model regresi data panel dilakukan untuk menentukan pendekatan yang paling sesuai bagi penelitian diantaranya *Common Effect Model* (CEM), *Fixed Effect Model* (FEM), atau *Random Effect Model* (REM). Penentuan model yang sesuai diperlukan karena masing-masing model

memiliki karakteristik dan asumsi berbeda, terutama terkait pola kesalahan dan variasi antarindividu. Konsistensi dan ketepatan estimasi parameter bergantung pada pemilihan model yang tepat, kesalahan dalam pemilihan model dapat menyebabkan bias (Wooldridge, 2020).

3.4.3.1 Uji Chow

Uji *Chow* diterapkan untuk menilai model regresi panel yang paling sesuai antara *Common Effect Model* (CEM) dan *Fixed Effect Model* (FEM). Uji ini bertujuan untuk mengetahui apakah terdapat perbedaan karakteristik antar individu yang memengaruhi intercept dalam model regresi data panel. Apabila terdapat perbedaan intercept yang signifikan, maka model *Fixed Effect Model* dinilai lebih tepat digunakan karena mampu mengakomodasi heterogenitas antar individu (Wooldridge, 2020).

Hipotesis dalam Uji *Chow* dirumuskan sebagai berikut:

- H_0 : *Common Effect Model* (CEM) merupakan model yang sesuai.
- H_1 : *Fixed Effect Model* (FEM) merupakan model yang sesuai.

Pengambilan keputusan dilakukan berdasarkan nilai probabilitas *Cross-section F* atau *Cross-section Chi-square*. Apabila nilai probabilitas $< 0,05$, maka H_0 ditolak dan H_1 diterima, sehingga *Fixed Effect Model* dipilih sebagai model regresi data panel yang lebih sesuai. Sebaliknya, apabila nilai probabilitas $> 0,05$, maka *Common Effect Model* lebih tepat digunakan dalam estimasi regresi data panel.

3.4.3.2 Uji *Hausman*

Uji *Hausman* diterapkan untuk menilai model regresi panel yang paling tepat antara *Fixed Effect Model* (FEM) atau *Random Effect Model* (REM). Uji ini digunakan untuk mengevaluasi apakah terdapat korelasi antara efek individual yang tidak teramati dengan variabel independent dalam model regresi data panel (Baltagi, 2021).

Hipotesis dalam uji *Hausman* adalah sebagai berikut:

- H_0 : *Random Effect Model* (REM) merupakan model yang sesuai.
- H_1 : *Fixed Effect Model* (FEM) merupakan model yang sesuai.

Pengambilan keputusan dilakukan berdasarkan nilai probabilitas (*p-value*). Apabila $p\text{-value} < 0,05$, maka H_0 ditolak dan H_1 diterima, sehingga FEM menjadi model yang sesuai karena estimator REM tidak konsisten akibat adanya korelasi antara efek individual dan variabel independen. Apabila $p\text{-value} > 0,05$, maka REM dinilai lebih tepat karena memberikan estimasi yang efisien dan tidak bias (Baltagi, 2021).

3.4.3.3 Uji *Lagrange Multiplier*

Uji *Lagrange Multiplier* (LM) diterapkan untuk menilai model regresi panel yang paling sesuai antara *Common Effect Model* (CEM) dan *Random Effect Model* (REM). Uji ini bertujuan untuk menguji keberadaan *random effects*, yaitu apakah variasi antar individu bersifat signifikan secara statistik dan perlu dimodelkan secara eksplisit (Breusch & Pagan, 2013).

Hipotesis dalam Uji *Lagrange Multiplier* dirumuskan sebagai berikut:

- H_0 : *Common Effect Model* (CEM) merupakan model yang sesuai.

- H_1 : *Random Effect Model* (REM) merupakan model yang sesuai.

Pengambilan keputusan dilakukan berdasarkan nilai probabilitas (*p-value*). Apabila *p-value* > 0,05, maka H_0 diterima sehingga *Common Effect Model* lebih sesuai digunakan. Sebaliknya apabila *p-value* < 0,05, maka H_0 ditolak dan *Random Effect Model* dipilih sebagai model regresi data panel yang lebih tepat (Gujarati & Porter, 2019).

3.4.3 Uji Asumsi Klasik

Dalam penelitian ini, asumsi klasik diuji untuk memastikan bahwa estimasi parameter pada regresi data panel bersifat konsisten, efisien, dan valid untuk penarikan kesimpulan. Pengujian ini disesuaikan dengan karakteristik masing-masing model (*Common Effect Model*, *Fixed Effect Model*, dan *Random Effect Model*) dan mencakup beberapa uji penting yaitu uji normalitas, uji multikolinearitas, uji heteroskedastisitas, dan uji autokorelasi. Kriteria pengujian dan pengambilan keputusan disesuaikan dengan metode statistik yang digunakan, sebagaimana dijelaskan berikut.

3.4.3.1 Uji Normalitas

Uji normalitas bertujuan untuk mengetahui apakah residual dalam model regresi berdistribusi normal. Dalam penelitian ini, uji normalitas dilakukan menggunakan uji *Jarque-Bera* (JB), yaitu pengujian yang didasarkan pada nilai skewness dan kurtosis residual. Uji *Jarque-Bera* digunakan untuk menilai apakah residual dalam model regresi mengikuti distribusi normal (Gujarati & Porter, 2019).

Kriteria pengambilan keputusan adalah sebagai berikut:

- Apabila nilai probabilitas (*p-value*) *Jarque-Bera* $> 0,05$, maka residual berdistribusi normal.
- Apabila nilai probabilitas (*p-value*) *Jarque-Bera* $\leq 0,05$, maka residual tidak berdistribusi normal.

3.4.3.2 Uji Multikolinearitas

Uji multikolinearitas bertujuan untuk mengetahui apakah terdapat hubungan linear yang tinggi antar variabel independen dalam model regresi. Dalam penelitian ini, uji multikolinearitas dilakukan menggunakan matriks korelasi (*correlation matrix*) antar variabel independen. Multikolinearitas dapat menyebabkan ketidakstabilan estimasi koefisien regresi sehingga memengaruhi ketepatan estimasi model regresi (Gujarati & Porter, 2019). Kriteria pengambilan keputusan dalam uji multikolinearitas adalah sebagai berikut:

- Apabila nilai korelasi antar variabel independen $< 0,80$, maka model regresi dinyatakan tidak mengalami multikolinearitas.
- Apabila nilai korelasi antar variabel independen $\geq 0,80$, maka model regresi dinyatakan mengalami multikolinearitas.

3.4.3.3 Uji Heteroskedastisitas

Uji heteroskedastisitas bertujuan untuk mengetahui apakah varians residual dalam model regresi bersifat konstan atau tidak. Pada *Common Effect Model* (CEM) dan *Fixed Effect Model* (FEM), uji heteroskedastisitas dapat dilakukan menggunakan *White Test* untuk mendeteksi adanya ketidaksamaan

varians residual yang dapat memengaruhi efisiensi estimasi model regresi (Gujarati & Porter, 2019).

Kriteria pengambilan keputusan dalam uji heteroskedastisitas adalah sebagai berikut:

- Apabila nilai probabilitas (*p-value*) $> 0,05$, maka model regresi dinyatakan tidak mengalami heteroskedastisitas.
- Apabila nilai probabilitas (*p-value*) $\leq 0,05$, maka model regresi dinyatakan mengalami heteroskedastisitas.

Sementara itu, apabila model yang terpilih adalah *Random Effect Model* (REM), estimasi dilakukan menggunakan pendekatan *Generalized Least Square* (GLS) sehingga permasalahan heteroskedastisitas dan autokorelasi dalam model data panel secara umum dapat diminimalkan melalui metode estimasi GLS (Baltagi, 2021).

3.4.3.4 Uji Autokorelasi

Uji autokorelasi bertujuan untuk mengetahui apakah terdapat korelasi antara residual pada suatu periode dengan residual pada periode sebelumnya. Dalam penelitian ini, deteksi autokorelasi dilakukan dengan melihat nilai *Durbin-Watson* (DW). Nilai *Durbin-Watson* berada pada rentang 0 sampai 4. Nilai yang mendekati 2 menunjukkan tidak adanya autokorelasi, nilai yang lebih kecil dari 2 mengindikasikan kecenderungan autokorelasi positif, sedangkan nilai yang lebih besar dari 2 mengindikasikan kecenderungan autokorelasi negatif. Semakin dekat nilai *Durbin-Watson* dengan angka 2,

semakin kecil kemungkinan terjadinya autokorelasi dalam model regresi (Gujarati & Porter, 2019).

Kriteria pengambilan keputusan dalam uji autokorelasi adalah sebagai berikut:

- Nilai *Durbin-Watson* yang mendekati 2 menunjukkan bahwa model regresi tidak mengalami autokorelasi.
- Nilai *Durbin-Watson* yang jauh di bawah 2 mengindikasikan adanya kecenderungan autokorelasi positif.
- Nilai *Durbin-Watson* yang jauh di atas 2 mengindikasikan adanya kecenderungan autokorelasi negatif.
- Semakin dekat nilai DW dengan angka 2, maka semakin lemah kecenderungan autokorelasi dalam model regresi.

3.4.4 Analisis Regresi Data Panel

Analisis regresi data panel digunakan untuk menganalisis pengaruh variabel bebas terhadap variabel terikat dengan menggabungkan data antara *cross-section* dan *time series*. Penggunaan regresi data panel memungkinkan peneliti memperoleh jumlah observasi yang lebih besar serta mampu mengendalikan heterogenitas individual yang tidak teramati, terutama pada pendekatan *Fixed Effect Model* (FEM) dan *Random Effect Model* (REM), sehingga estimasi parameter yang dihasilkan berpotensi lebih konsisten dan efisien dibandingkan regresi data *cross-section* atau *time series* secara terpisah (Wooldridge, 2020).

Model regresi data panel secara umum dirumuskan sebagai berikut:

$$Y_{it} = \beta_0 + \beta_1 X_{1it} + \beta_2 X_{2it} + \dots + \beta_k X_{kit} + u_{it}$$

Keterangan:

- Y_{it} = variabel dependen pada individu ke-i dan periode ke-t
- X_{kit} = variabel independent ke-k individu ke-i dan periode ke-t
- β_0 = konstanta
- β_k = koefisien regresi
- u_{it} = komponen error
- i = unit *cross-section*
- t = periode waktu

Komponen error dalam regresi data panel dapat memiliki karakteristik yang berbeda pada setiap model estimasi, sehingga memengaruhi metode pengestimasi parameter yang digunakan. Dalam penelitian ini, pendekatan regresi data panel yang digunakan terdiri atas *Common Effect Model* (CEM), *Fixed Effect Model* (FEM), dan *Random Effect Model* (REM).

3.4.2.1 Common Effect Model (CEM)

Common Effect Model (CEM) merupakan model regresi data panel yang mengasumsikan bahwa seluruh unit individu dan periode waktu bersifat homogen, sehingga seluruh observasi diperlakukan sebagai pooled data dengan satu intersep yang sama. Model ini digunakan apabila tidak terdapat heterogenitas individual maupun efek waktu yang signifikan dalam data panel (Baltagi, 2021).

Kelayakan *Common Effect Model* ditentukan melalui uji pemilihan model regresi data panel. Uji yang digunakan meliputi Uji *Chow* (CEM vs FEM) dan Uji *Lagrange Multiplier* (LM) *Breusch-Pagan* (CEM vs REM). Apabila *Common Effect Model* terpilih, maka estimasi parameter dilakukan menggunakan metode *Ordinary Least Squares* (OLS).

Sebagai model yang diestimasi menggunakan metode OLS, validitas estimasi *Common Effect Model* dipengaruhi oleh terpenuhinya asumsi klasik, seperti tidak adanya multikolinearitas antar variabel independen, varians residual yang konstan (homoskedastisitas), serta tidak adanya autokorelasi antar residual. Selain itu, uji normalitas residual dilakukan sebagai pengujian tambahan untuk mendukung validitas inferensi statistik (Gujarati & Porter, 2019).

Spesifikasi umum model CEM dapat dituliskan sebagai berikut:

$$Y_{it} = \beta_0 + \beta_1 X_{1it} + \beta_2 X_{2it} + \dots + \beta_k X_{kit} + \varepsilon_{it}$$

Keterangan:

- Y_{it} merepresentasikan variabel dependen pada individu ke- i dan periode ke- t
- X_{kit} merepresentasikan variabel independen ke- k individu ke- i dan periode ke- t
- β_0 merupakan konstanta
- $\beta_1 - \beta_k$ merupakan koefisien regresi
- ε_{it} merupakan error term
- i menunjukkan unit *cross-section*

- t menunjukkan periode waktu

3.4.2.2 *Fixed Effect Model (FEM)*

Fixed Effect Model (FEM) merupakan model regresi data panel yang mengakomodasi adanya heterogenitas individual yang tidak teramati dengan memberikan intersep yang berbeda pada setiap unit individu. Model ini mengasumsikan bahwa efek individual bersifat tetap (*time-invariant*) dan memungkinkan adanya korelasi antara efek individual dengan variabel independen dalam model regresi (Wooldridge, 2020).

Pemilihan *Fixed Effect Model* ditentukan pada Uji *Chow* untuk membandingkan FEM dengan CEM, serta Uji *Hausman* untuk membandingkan FEM dengan REM. Apabila *Fixed Effect Model* terpilih, maka estimasi parameter dilakukan menggunakan pendekatan *within estimator* atau *Least Squares Dummy Variable (LSDV)*.

Sebagai model yang diestimasi menggunakan pendekatan OLS dalam transformasi within, validitas estimasi parameter pada *Fixed Effect Model* dipengaruhi oleh terpenuhinya asumsi regresi, khususnya tidak adanya multikolinearitas yang tinggi antar variabel independen, serta tidak adanya heteroskedastisitas dan autokorelasi pada residual. Selain itu, uji normalitas residual dilakukan sebagai pengujian tambahan untuk mendukung validitas inferensi statistik (Greene, 2018). Spesifikasi umum model FEM dapat dituliskan sebagai berikut:

$$Y_{it} = \alpha_i + \beta_1 X_{1it} + \beta_2 X_{2it} + \beta_3 X_{3it} + \varepsilon_{it}$$

di mana α_i merupakan intersep khusus untuk masing-masing individu.

3.4.2.3 *Random Effect Model (REM)*

Random Effect Model (REM) merupakan model regresi data panel yang mengasumsikan bahwa efek individual bersifat acak dan menjadi bagian dari komponen error model. Model ini mensyaratkan bahwa efek individual yang tidak teramati tidak berkorelasi dengan variabel independen dalam model regresi (Baltagi, 2021). Apabila asumsi tersebut terpenuhi, REM mampu menghasilkan estimator yang lebih efisien dibandingkan FEM.

Pemilihan *Random Effect Model* ditentukan dengan Uji *Lagrange Multiplier (LM)* *Breusch-Pagan* untuk membandingkan REM dengan CEM, serta Uji *Hausman* untuk membandingkan REM dengan FEM. Apabila *Random Effect Model* terpilih, estimasi parameter dilakukan menggunakan metode *Generalized Least Squares (GLS)*.

Validitas penggunaan *Random Effect Model* terutama ditentukan oleh terpenuhinya asumsi bahwa efek individual yang tidak teramati tidak berkorelasi dengan variabel independen, yang diuji menggunakan Uji *Hausman*. Pengujian multikolinearitas tetap dilakukan untuk memastikan tidak adanya korelasi yang tinggi antarvariabel independen. Mengingat estimasi REM menggunakan pendekatan GLS, permasalahan heteroskedastisitas dan autokorelasi dalam model data panel secara umum dapat diminimalkan melalui proses estimasi model. Uji normalitas residual dilakukan sebagai pengujian tambahan untuk mendukung validitas inferensi statistik (Gujarati & Porter, 2019).

Spesifikasi umum *Random Effect Model* dapat dirumuskan sebagai berikut:

$$Y_{it} = \alpha + \beta_1 X_{1it} + \beta_2 X_{2it} + \beta_3 X_{3it} + \mu_i + \varepsilon_{it}$$

di mana:

- α merupakan intersep umum
- μ_i merupakan efek individual yang bersifat acak,
- ε_{it} merupakan error idiosinkratik.

3.4.5 Uji Hipotesis

Setelah dilakukan pemilihan model regresi data panel melalui *Common Effect Model* (CEM), *Fixed Effect Model* (FEM), atau *Random Effect Model* (REM), penelitian ini melakukan uji hipotesis berdasarkan hasil estimasi model terpilih. Meskipun ketiga model tersebut menggunakan metode estimasi yang berbeda yaitu *Ordinary Least Squares* (OLS) pada CEM, *Fixed Effect Estimator* pada FEM, dan *Generalized Least Squares* (GLS) pada REM, prosedur pengujian hipotesis yang digunakan adalah sama. Pengujian hipotesis dalam regresi data panel dilakukan melalui uji signifikansi koefisien regresi secara parsial dan simultan untuk mengetahui pengaruh variabel independen terhadap variabel dependen (Wooldridge, 2020).

3.4.5.1 Uji Kesesuaian Model (Uji F)

Uji F digunakan untuk menguji kesesuaian keseluruhan model regresi. Uji ini digunakan untuk menilai apakah variabel independen secara bersama-sama mampu menjelaskan variasi variabel dependen, sehingga model regresi layak digunakan dalam analisis penelitian. Hipotesis statistik uji F dirumuskan sebagai berikut:

- H_0 : Seluruh koefisien regresi sama dengan nol, sehingga model regresi tidak layak.
- H_1 : Minimal terdapat satu koefisien regresi yang tidak sama dengan nol, sehingga model regresi layak.

Pengambilan keputusan dilakukan berdasarkan nilai probabilitas ($\text{Prob}(F\text{-statistic})$) yang dihasilkan dari estimasi model regresi data panel. Model regresi dinyatakan signifikan apabila nilai probabilitas lebih kecil dari tingkat signifikansi 5 persen (Gujarati & Porter, 2019).

Kriteria pengambilan keputusan uji F adalah sebagai berikut:

- Apabila nilai probabilitas ($p\text{-value}$) $\geq 0,05$, maka H_0 diterima, yang menunjukkan bahwa variabel independen tidak berpengaruh terhadap variabel dependen.
- Apabila nilai probabilitas ($p\text{-value}$) $< 0,05$, maka H_0 ditolak, yang menunjukkan bahwa variabel independen berpengaruh terhadap variabel dependen.

3.4.5.2 Uji Signifikansi Koefisien (Uji t)

Uji t digunakan untuk menguji signifikansi masing-masing koefisien regresi dalam model data panel. Uji ini bertujuan untuk mengetahui pengaruh setiap variabel independen terhadap variabel dependen secara parsial. Hipotesis statistik dalam uji t dirumuskan sebagai berikut:

- $H_0: \beta_i = 0$, artinya koefisien tidak signifikan secara statistik.
- $H_1: \beta_i \neq 0$, artinya koefisien regresi signifikan secara statistik.

Keputusan uji t ditentukan berdasarkan nilai probabilitas (*p-value*) hasil estimasi regresi dengan tingkat signifikansi sebesar 5 persen (Gujarati & Porter, 2019). Kriteria pengambilan keputusan adalah sebagai berikut:

- Apabila nilai probabilitas (*p-value*) $\geq 0,05$, maka H_0 diterima, yang menandakan tidak ada pengaruh signifikan dari variabel bebas.
- Apabila nilai probabilitas (*p-value*) $< 0,05$, maka H_0 ditolak, menunjukkan pengaruh signifikan variabel independen terhadap dependen.

3.4.6 Uji Sobel

Untuk menguji pengaruh mediasi, penelitian ini menggunakan Uji Sobel, yaitu metode statistik yang digunakan untuk menguji signifikansi pengaruh tidak langsung variabel independen terhadap variabel dependen melalui variabel mediasi (Baron & Kenny, 1986).

Dalam penelitian ini, Uji Sobel digunakan untuk menguji signifikansi pengaruh tidak langsung *ESG Performance* terhadap *Corporate Investment Efficiency* melalui *Financing Constraints* dan *Agency Cost* sebagai variabel mediasi. Pengujian dilakukan secara terpisah pada masing-masing jalur mediasi sebagai berikut:

- *ESG Performance* $\rightarrow$ *Financing Constraints* $\rightarrow$ *Corporate Investment Efficiency*
- *ESG Performance* $\rightarrow$ *Agency Cost* $\rightarrow$ *Corporate Investment Efficiency*

Secara matematis, statistik uji Sobel dirumuskan sebagai berikut:

$$Z = \frac{a \times b}{\sqrt{(b^2 \times S_a^2) + (a^2 \times S_b^2)}}$$

Dimana:

- a = koefisien regresi pengaruh variabel bebas terhadap mediator,
- b = koefisien regresi pengaruh mediator terhadap variabel terikat,
- S_a = standar error dari koefisien a ,
- S_b = standar error dari koefisien b .

Kriteria pengambilan keputusan dalam Uji Sobel adalah sebagai berikut:

- Pengaruh tidak langsung dikatakan signifikan dan hipotesis mediasi diterima jika $Z > 1,96$ atau $p\text{-value} < 0,05$.
- Pengaruh tidak langsung dinyatakan tidak signifikan dan hipotesis mediasi ditolak apabila nilai statistik $Z \leq 1,96$ atau $p\text{-value} \geq 0,05$