

EKONOMETRIKA DASAR

Seri Analisis Regresi Linier, Regresi Data Panel, ECM, VAR/VECM dan ARDL

Buku Ekonometrika Dasar ini disusun secara sistematis dan aplikatif, mencakup materi dasar hingga lanjutan tentang analisis regresi linier berganda, regresi data panel, ECM (*Error Correction Model*), Analisis VAR (*Vector Auto Regression*), VECM (*Vector Error Correction Model*) dan Analisis ARDL (*Autoregressive Distributed Lag*), dengan penekanan dan penerapan pada metodologi penelitian. Penyajian konsep disertai ilustrasi, tahapan-tahapan pengolahan dan analisis data, serta studi kasus praktis menjadikan buku ini relevan untuk digunakan tidak hanya oleh mahasiswa, tetapi juga dosen dan para praktisi yang membutuhkan referensi yang komprehensif dan kontekstual.

Harapannya dengan hadirnya buku ini dapat menjadi sumber belajar utama dalam mata kuliah *Ekonometrika Dasar* di program studi dan institusi pendidikan tinggi lainnya. Lebih dari itu, semoga buku ini mampu menumbuhkan semangat literasi ilmiah di kalangan sivitas akademika, serta mendorong lahirnya karya-karya ilmiah lain yang sejalan dengan pengembangan mutu pendidikan tinggi.

Namun, tim penyusun menyadari dalam buku ini tak lepas dari kekurangan dan kelemahan. Oleh karena itu, penulis menyampaikan permohonan maaf serta terbuka untuk kritik dan saran demi perbaikan mendatang.



Madza Media

✉ redaksi@madzamedia.co.id
🌐 www.madzamedia.co.id
📱 @madzamedia



EKONOMETRIKA DASAR

Seri Analisis Regresi Linier, Regresi Data Panel, ECM, VAR/VECM dan ARDL



EKONOMETRIKA DASAR

Seri Analisis Regresi Linier, Regresi Data Panel, ECM, VAR/VECM dan ARDL



Ahmad Suminto • Miftahul Huda

EKONOMETRIKA DASAR:

**Seri Analisis Regresi Linier, Regresi Data Panel,
ECM, VAR/VECM dan ARDL**

Ahmad Suminto

Miftahul Huda



EKONOMETRIKA DASAR:

**Seri Analisis Regresi Linier, Regresi Data Panel,
ECM, VAR/VECM dan ARDL**

Edisi Pertama

Copyright @ 2025

ISBN 978-634-243-236-5

102 h.

14,8 x 21 cm

cetakan ke-1, 2025

Penulis

Ahmad Suminto, S.H., M.E.

Miftahul Huda, M.E.

Penerbit

Madza Media

Anggota IKAPI: No.273/JTI/2021

Kantor 1: Jl. Pahlawan, Simbatan, Kanor, Bojonegoro

Kantor 2: Perum New Villa Bukit Sengkaling C4 No 13 Malang

redaksi@madzamedia.co.id

www.madzamedia.co.id

Dilarang mengutip sebagian atau seluruh isi dengan cara
apapun, termasuk dengan cara penggunaan mesin fotocopy
tanpa izin sah dari penerbit.

KATA PENGANTAR

Assalamu 'alaikum Wr. Wb.

Alhamdulillah pertama-tama kami panjatkan puji syukur kehadiran *Illahi Rabbi* Allah swt, atas rahmat dan karunia-Nya penulisan buku "Ekonometrika Dasar: Seri Analisis Regresi Linier, Regresi Data Panel, ECM, VAR/VECM dan ARDL" ini telah diselesaikan dengan baik. Shalawat dan salam semoga tetap terlimpah-curahkan kepada Rasulullah Muhammad saw. Tim penyusun mengucapkan terima kasih kepada semua pihak yang turut membantu dalam penulisan dan penyelesaian buku ajar ini. Semoga ide dan gagasan yang diberikan dapat memberikan nilai tambah bagi perkembangan keilmuan yang berkelanjutan.

Tujuan penyusunan buku ajar ini adalah sebagai modul ajar bagi dosen pengampu beserta mahasiswa/mahasiswi pada mata kuliah "Ekonometrika Dasar." Dalam buku ini menjelaskan dasar-dasar ekonometrika untuk penelitian dengan seri analisis Regresi Linier Berganda, Regresi Data Panel, ECM (*Error Correction Model*), Analisis VAR (*Vector Auto Regression*), VECM (*Vector Error Correction Model*) dan Analisis ARDL (*Autoregressive Distributed Lag*).

Tim penyusun berharap buku ini dapat bermanfaat bagi dosen dan mahasiswa, dengan harapan dapat menjadi panduan dan referensi dalam mempelajari mata kuliah ekonometrika. Namun, tim penyusun menyadari dalam buku ini tak lepas dari kekurangan dan kelemahan. Oleh karena

itu, penulis menyampaikan permohonan maaf serta terbuka untuk kritik dan saran demi perbaikan mendatang.

Wassalamu 'alaikum Wr. Wb.

Hormat Kami,

Tim Penyusun

DAFTAR ISI

| | |
|--|------------|
| KATA PENGANTAR | i |
| DAFTAR ISI | iii |
| BAB 1 PENGANTAR EKONOMETRIKA DASAR | 1 |
| A. Pengertian Ekonometrika | 2 |
| B. Hubungan antara Matematika, Ekonomi dan Ekonometrika | 3 |
| C. Peran Matematika dalam Ilmu Ekonomi dan Ekonometrika | 6 |
| BAB 2 ANALISIS REGRESI LINIER BERGANDA | 11 |
| A. Pengertian Analisis Regresi Linier Berganda..... | 12 |
| B. Konsep Dasar Analisis Regresi Berganda | 13 |
| C. Macam-macam Uji Analisis Regresi Linier Berganda..... | 14 |
| 1. Uji Prasyarat Statistik | 14 |
| 2. Uji Asumsi Klasik..... | 16 |
| 3. Uji Analisis Regresi Linier Berganda | 24 |
| BAB 3 ANALISIS REGRESI DATA PANEL | 29 |
| A. Pengertian Data Panel | 30 |

| | |
|--|----|
| B. Perbedaan <i>Data Time Series</i> dan <i>Data Cross Section</i> | 32 |
| 1. <i>Data Time Series</i> | 32 |
| 2. <i>Data Silang (Cross Section)</i> | 33 |
| 3. <i>Data Panel (Pooled Data)</i> | 34 |
| C. Model Regresi Data Panel | 34 |
| D. Model Estimasi Regresi Data Panel | 35 |
| 1. <i>Common Effect Model (CEM)</i> | 35 |
| 2. <i>Fixed Effect Model (FEM)</i> | 36 |
| 3. <i>Random Effect Model (REM)</i> | 37 |
| E. Penentuan Metode Regresi Data Panel | 38 |
| 1. Uji Chow (<i>Chow Test</i>) | 39 |
| 2. Uji <i>Lagrange Multiplier (LM Test)</i> | 41 |
| 3. Uji Hausman (<i>Hausman Test</i>) | 42 |
| F. Prosedur dalam Analisis Regresi Data Panel | 44 |

BAB 4 ANALISIS *ERROR CORRECTION MODEL (ECM)* 45

| | |
|---|----|
| A. Pengertian <i>Error Correction Model (ECM)</i> | 46 |
| B. Syarat Dilakukan Uji <i>Error Correction Model (ECM)</i> | 47 |
| C. Tahapan Uji <i>Error Correction Model (ECM)</i> | 47 |
| 1. Uji Akar Unit (<i>Unit Root Test</i>) | 48 |
| 2. Uji Derajat Integrasi | 48 |

| | |
|---|----|
| 3. Uji Kointegrasi | 49 |
| 4. <i>Error Correction Model</i> (ECM)..... | 50 |
| 5. <i>Error Correction Term</i> (ECT) | 51 |
| D. Prosedur Pengolahan Data | 52 |

BAB 5 ANALISIS VECTOR AUTO REGRESSION (VAR) & VECTOR ERROR CORRECTION MODEL (VECM) 53

| | |
|---|----|
| A. Pengertian <i>Vector Autoregression</i> (VAR) | 54 |
| B. Macam-Macam Bentuk <i>Vector Auto Regression</i> (VAR) | 55 |
| 1. <i>Unrestricted VAR</i> | 55 |
| 2. <i>Restricted VAR</i> (VECM)..... | 56 |
| 3. <i>Structural VAR</i> (S-VAR)..... | 56 |
| C. <i>Vector Auto Regression</i> (VAR) | 57 |
| D. <i>Vector Error Correction Model</i> (VECM) | 62 |
| E. Tahapan Analisis VAR/VECM..... | 63 |
| 1. Uji Stasioneritas | 64 |
| 2. <i>Lag Optimum</i> | 67 |
| 3. Kointegrasi | 68 |
| F. <i>Instrument Vector Autoregression</i> | 69 |
| 1. <i>Impulse Response Function</i> (IRF) | 69 |
| 2. <i>Variance Decomposition</i> (VD)..... | 70 |

| | |
|---|-----------|
| BAB 6 ANALISIS AUTOREGRESSIVE DISTRIBUTED LAG (ARDL) | 73 |
| A. Pengertian ARDL (<i>Autoregressive Distributed Lag</i>) | 74 |
| B. Fungsi dan Kelebihan ARDL..... | 74 |
| C. Macam-macam ARDL | 77 |
| 1. Model ARDL Klasik | 77 |
| 2. ARDL ECM (<i>Error Correction Model</i>) | 77 |
| 3. Model ARDL <i>Bounds Test</i> | 78 |
| 4. ARDL Panel..... | 78 |
| D. Langkah-langkah Uji ARDL..... | 79 |
| 1. Uji Stasioneritas (<i>Unit Root Test</i>) | 79 |
| 2. Uji <i>Output Lag Optimum</i> (Estimasi Penentuan Model ARDL yang Optimal) | 80 |
| 3. Uji <i>Cointegration Lag</i> | 81 |
| 4. Uji Diagnostik Model | 82 |
| E. Tahapan-tahapan Umum dalam Analisis ARDL | 83 |
| F. Prosedur Pengolahan Data | 85 |
| DAFTAR PUSTAKA..... | 87 |
| BIOGRAFI PENULIS | 89 |



BAB 1

PENGANTAR EKONOMETRIKA DASAR

A. Pengertian Ekonometrika

Menurut Mubarak ekonometrika merupakan cabang ilmu sosial yang menggabungkan teori ekonomi, matematika, dan statistika untuk menguji kebenaran teori-teori ekonomi melalui analisis hubungan antar variabel ekonomi secara kuantitatif dengan data empiris (Mubarak, 2021).

Secara umum, ekonometrika merupakan perpaduan antara ilmu ekonomi, matematika, dan statistik. Ilmu ekonomi berperan dalam menjelaskan teori atau hukum yang menggambarkan fenomena sehari-hari secara kuantitatif melalui pernyataan atau hipotesis. Dalam ekonometrika, pendekatan teori ekonomi sangat penting. Contohnya adalah teori permintaan, yang menyatakan bahwa kenaikan harga akan menyebabkan penurunan permintaan terhadap barang dan jasa, dengan asumsi faktor lain tetap (*ceteris paribus*) (Wijaya, 2023).

Ilmu ekonometrika secara umum terbagi menjadi dua cabang utama, yaitu ekonometrika teori (*theoretical econometrics*) dan ekonometrika terapan (*applied econometrics*). Ekonometrika teori berfokus pada pengembangan dan penyempurnaan metode-metode kuantitatif yang dapat digunakan untuk menganalisis dan mengukur perilaku ekonomi melalui model-model matematis dan statistik. Cabang ini sangat bergantung pada pendekatan matematis-statistik yang ketat untuk memastikan bahwa model yang digunakan memiliki landasan teoritis yang kuat dan dapat diuji secara ilmiah.

Sementara itu, ekonometrika terapan lebih menitikberatkan pada penggunaan teori ekonomi yang telah ada

untuk menganalisis masalah nyata di bidang ekonomi dan bisnis. Pendekatan ini bertujuan mengkaji berbagai aspek seperti fungsi produksi, fungsi permintaan dan penawaran, serta perilaku konsumsi, dengan memanfaatkan data empiris. Dalam praktiknya, ekonometrika terapan membantu menjembatani antara teori ekonomi dan kenyataan di lapangan, sehingga hasil analisisnya dapat digunakan untuk mendukung pengambilan keputusan, baik di sektor publik maupun swasta (Wijaya, 2023).

B. Hubungan antara Matematika, Ekonomi dan Ekonometrika

Pendekatan matematika digunakan untuk mengubah teori ekonomi menjadi bentuk persamaan matematis, meskipun teori tersebut belum tentu dapat diukur atau diuji secara empiris. Dalam ekonometrika, pendekatan ini diperlukan untuk melakukan pengujian berdasarkan data. Oleh karena itu, dibutuhkan kemampuan khusus untuk mengubah model matematika menjadi model ekonometrika.

Hubungan antara variabel-variabel ekonomi yang satu dengan lainnya sangat kompleks, untuk memudahkan hubungan antar variabel ini maka cara yang terbaik adalah memilih dari sekian banyak variabel ekonomi yang sesuai dengan permasalahan ekonomi, kemudian dihubungkan sedemikian rupa sehingga hubungan antar variabel ekonomi menjadi suatu bentuk hubungan yang sederhana dan relevan dengan keadaan ekonomi yang ada. Penyederhanaan hubungan antara variabel-variabel ekonomi sering disebut dengan model ekonomi karena

hanya merupakan ke angka dasar dari dunia nyata yang sesungguhnya

Model-model matematika sering dinyatakan dengan sekelompok tanda atau simbol yang masing-masing terdiri dari beberapa kombinasi variabel, konstanta, koefisien, dan/atau parameter. Simbol-simbol ini mewakili satu bilangan nyata atau sekelompok bilangan nyata.

Suatu variabel adalah sesuatu yang nilainya dapat berubah-ubah dalam suatu masalah tertentu. Variabel dalam matematika murni sering dilambangkan dengan huruf terakhir dari abjad *alphabet*, tetapi dalam matematika terapan ekonomi variabel sering dilambangkan dengan huruf yang ada di depan nama variabel tersebut. Misalnya, Harga (*price*) = P , jumlah yang diminta/ditawarkan (*quantity*) = Q , biaya (*cost*) = C , penerimaan (*revenue*) = R , investasi (*investment*) = I , tingkat bunga (*interest rate*) = i , dan lain sebagainya.

Variabel dalam model ekonomi terdiri dari dua jenis, yaitu variabel endogen dan variabel eksogen. Variabel endogen adalah suatu variabel yang nilai penyelesaiannya diperoleh dari dalam model, sedangkan eksogen adalah suatu variabel yang nilai-nilainya diperoleh dari luar model atau sudah ditentukan berdasarkan data yang ada. Perlu diingat bahwa suatu variabel mungkin merupakan variabel endogen pada suatu model dan mungkin juga merupakan variabel eksogen pada model yang lainnya.

Cara membedakan variabel endogen dan eksogen supaya tidak keliru, maka pada variabel endogen tidak diberi simbol subscript 0, tetapi pada variabel eksogen

diberi simbol subscript 0. Sebagai contoh, P adalah variabel endogen dan P_0 adalah variabel eksogen, atau pada contoh lainnya misalkan, I = variabel endogen, dan I_0 = variabel eksogen.

Suatu konstanta adalah suatu bilangan nyata tunggal yang nilainya tidak berubah-ubah dalam suatu masalah tertentu. Konstanta ini sama halnya dengan variabel eksogen karena nilainya sudah tetap yang berupa data. Apabila konstanta dengan variabel digabungkan menjadi satu, misalnya $5R$, $4P$, atau $0,3C$, maka angka konstanta yang ada di depan variabel disebut koefisien dari variabel tersebut. Artinya koefisien adalah angka pengali konstan terhadap variabelnya.

Jika suatu konstanta yang digabungkan dengan variabel, di mana konstanta tadi digantikan dengan suatu simbol a maka yang akan terjadi adalah aR , aP , atau aC . Simbol a ini menyatakan suatu bilangan konstanta tertentu, tetapi belum ditetapkan nilainya, maka nilai a bisa menunjukkan bilangan apa saja. Nilai a ini adalah suatu konstanta yang masih bersifat variabel yang kita sebut sebagai konstanta parameter atau lebih dikenal dengan istilah parameter. Parameter dapat didefinisikan sebagai suatu nilai tertentu dalam suatu masalah tertentu dan mungkin akan menjadi nilai yang lain pada suatu masalah yang lainnya.

Parameter biasanya dilambangkan dengan huruf awal abjad yunani atau Arab. Misalnya, α , β , dan χ atau a , b , c . Hal ini tidak lain untuk membedakan dengan lambing variabel, sehingga kalau digabungkan tidak akan memperoleh huruf yang sama.

Dari penjelasan sebelumnya, dapat disimpulkan bahwa inti dari ilmu ekonometrika adalah menguji validitas teori-teori ekonomi yang telah ada melalui analisis yang berbasis pada pendekatan matematika dan statistika. Dengan cara ini, kita dapat mengevaluasi sejauh mana suatu teori ekonomi dapat diterapkan dalam situasi atau wilayah tertentu secara empiris. Hasil dari analisis tersebut tidak hanya berfungsi untuk memperkuat dan membuktikan kebenaran suatu teori, tetapi juga dapat digunakan untuk membuat prediksi (*forecasting*) mengenai kondisi ekonomi di masa depan. Di sisi lain, jika hasil analisis menunjukkan ketidaksesuaian dengan kenyataan, hal ini menjadi dasar untuk melakukan revisi atau penyempurnaan terhadap teori yang ada.

C. Peran Matematika dalam Ilmu Ekonomi dan Ekonometrika

Ilmu ekonomi adalah suatu ilmu yang pada dasarnya menganalisa masalah keterbatasan dan kelangkaan bahan baku, sumber data, dana, dan sarana yang ada dalam usaha manusia memenuhi kebutuhan hidupnya. Maka akan selalu berhadapan dengan hubungan (interaksi) antara satu variabel dengan variabel ekonomi lainnya baik secara kualitatif ataupun kuantitatif (Bumolo & Mursinto, 2001). Dari segi pendekatan kuantitatif ini akan sangat dirasakan peranan matematika sebagai alat pembantu dalam mempelajari dan menganalisa masalah-masalah yang dihadapi dalam ilmu ekonomi.

Sementara itu, matematika juga memiliki peran yang sangat penting dalam pengembangan dan penerapan ilmu ekonometrika. Sebagai cabang ilmu yang meng-

gabungkan ekonomi, statistika, dan matematika, ekonometrika memanfaatkan konsep-konsep matematika untuk membangun model-model kuantitatif yang merepresentasikan hubungan antar variabel ekonomi.

Matematika memainkan peran krusial dalam membentuk dasar-dasar analisis ekonometrika. Salah satu fungsi utamanya adalah mengubah teori-teori ekonomi menjadi model kuantitatif yang dapat dianalisis secara sistematis. Misalnya, konsep dasar seperti teori permintaan bisa dirumuskan ke dalam bentuk persamaan matematis seperti $Q_d = a - bP$, di mana Q_d menggambarkan jumlah permintaan, P adalah harga, dan a , b merupakan parameter yang harus diestimasi. Representasi matematis ini membantu mempermudah analisis dan interpretasi hubungan ekonomi yang kompleks.

Selain itu, pendekatan matematika memungkinkan keterkaitan antar variabel ekonomi disusun secara runtut dan logis. Hal ini penting agar model yang dibangun tidak hanya akurat secara matematis, tetapi juga memiliki dasar teoritis yang kuat dan konsisten. Dengan logika yang terstruktur, kemungkinan kesalahan penalaran dapat diminimalkan.

Matematika juga menjadi pondasi bagi berbagai metode estimasi yang digunakan dalam ekonometrika, seperti *Ordinary Least Squares (OLS)*, *Maximum Likelihood Estimation (MLE)*, dan *Generalized Method of Moments (GMM)*. Metode-metode ini menuntut pemahaman mendalam tentang kalkulus, aljabar linear, dan teori

probabilitas agar dapat diterapkan dengan benar dan menghasilkan estimasi yang dapat diandalkan.

Lebih lanjut, matematika juga membantu dalam proses evaluasi dan penyempurnaan model. Melalui pengujian terhadap asumsi dasar, stabilitas parameter, dan kekuatan prediksi model, ekonometrikawan dapat menilai sejauh mana model tersebut relevan dan dapat diterapkan pada data nyata. Berbagai uji statistik seperti uji hipotesis dan analisis sensitivitas juga sangat bergantung pada instrumen matematis.

Adanya pendekatan matematika dalam analisa ilmu ekonomi, sebab dengan memahami dan menggunakan matematika untuk membantu menganalisis gejala ekonomi, maka manfaatnya diantaranya adalah (Chiang, 1989):

1. Hubungan-hubungan antara berbagai faktor ekonomi dapat dinyatakan secara lebih singkat dan jelas.
2. Perubahan-perubahan dari faktor-faktor kuantitatif mudah dihitung dan dilukiskan dalam bentuk tabel/diagram dan dengan turunan fungsi dapat dilakukan analisa marginal.
3. Definisi dan asumsi dapat dirumuskan secara tegas.
4. Penarikan kesimpulan dalam proses analisa akan lebih sistematis, sehingga kekeliruan oleh uraian yang kabur dalam dihindari.
5. Penerapan matematika dalam analisis ilmu ekonomi dapat menampakkan keterbatasan-keterbatasan serta kemungkinan-kemungkinannya.

Penerapan matematika dalam analisa ilmu ekonomi hendaknya diperhatikan adanya keterbatasan yang masih sering dihadapi, diantaranya adalah:

- Bahasan matematika yang digunakan dalam analisa ilmu ekonomi belum sepenuhnya dapat dipahami oleh para ahli-ahli ekonomi lainnya yang menggunakan analisa non matematika dan hal inilah yang sering menimbulkan salah pengertian dalam memahami analisa-analisa matematika.
- Penggunaan matematika seringkali hanya membatasi diri pada masalah-masalah ekonomi yang dapat diselesaikan secara matematika dan hanya membatasi analisisnya dengan asumsi-asumsi ekonomis, dengan dalih pendekatan matematik.

The background features abstract geometric shapes in red and dark blue. On the left, there are several overlapping red polygons of various sizes. On the right, a dark blue shape with a red gradient is visible. The overall design is modern and minimalist.

BAB 2

ANALISIS REGRESI LINIER BERGANDA

A. Pengertian Analisis Regresi Linier Berganda

Regresi adalah metode analisis yang digunakan untuk mengetahui apakah terdapat hubungan antara dua variabel. Ketika terdapat dua variabel, yaitu variabel bebas dan variabel terikat, kita dapat menganalisis bagaimana keduanya saling berkaitan atau memprediksi nilai salah satunya berdasarkan yang lain.

Analisis regresi adalah jenis pengolahan data statistik untuk menguji hubungan antara variabel bebas (*independent variable*) disebut juga sebagai "*predictor*" dan variabel terikat (*dependent variable*) disebut juga "kriterium." Tugas analisis regresi adalah untuk:

1. Memberi dasar untuk mengadakan prediksi, dan
2. Memberi dasar untuk pembicaraan mengenai analisis kovariansi.

Hubungan atau korelasi antara variabel bebas dan variabel terikat dapat dilukiskan dalam bentuk garis regresi. Garis regresi tersebut dapat berupa garis lurus (garis linier), atau berupa garis lengkung. Garis regresi tersebut berupa persamaan yang disebut persamaan regresi.

Persamaan regresi dapat berupa persamaan regresi tunggal apabila variabel pengaruhnya hanya satu dan persamaan regresi ganda apabila variabel pengaruhnya lebih dari satu analisisnya merupakan analisis regresi tunggal dan analisis regresi ganda.

Persamaan regresi linier tunggal tersebut berbentuk:

$$Y = a X + B$$

X = Merupakan variabel bebas (prediktor).

Y = Merupakan variabel terikat (kriterium).

B = Merupakan konstanta.

a = Merupakan bilangan koefisien *predictor*.

B. Konsep Dasar Analisis Regresi Berganda

Analisis regresi digunakan untuk mengukur seberapa besar pengaruh antara variabel bebas (variabel X) dan variabel terikat (variabel Y). Apabila hanya terdapat satu variabel bebas dan satu variabel terikat, maka regresi tersebut dinamakan regresi linear sederhana. Sebaliknya, apabila terdapat lebih dari satu variabel bebas atau variabel terikat, maka disebut regresi linear berganda.

Regresi linear berganda merupakan model regresi yang melibatkan lebih dari satu variabel independen. Analisis regresi linear berganda dilakukan untuk mengetahui arah dan seberapa besar pengaruh variabel independen terhadap variabel dependen.

Dalam keilmuan statistik yang terintegrasi dengan metodologi penelitian, Variabel X disebut juga sebagai variabel bebas; variabel prediktor; dan variabel independen. Sedangkan variabel Y disebut juga sebagai variabel terikat; variabel kriterium; dan variabel dependen.

C. Macam-macam Uji Analisis Regresi Linier Berganda

1. Uji Prasyarat Statistik

a. Uji Validitas

Uji validitas adalah suatu ukuran yang menunjukkan tingkat-tingkat kevalidan atau kesahihan suatu *instrument*. Tinggi rendahnya validitas *instrument* menunjukkan sejauh mana data yang terkumpul tidak menyimpang dari gambaran tentang variabel yang dimaksud (Arikunto, 2025).

Validitas dari sebuah alat ukur ditunjukkan dari kemampuannya mengukur apa yang seharusnya diukur. Untuk menghitung validitas tiap item *instrument* dapat menggunakan alat bantu (*software*) seperti SPSS (*Statistical Product and Service Solution*) dan EViews (*Econometric Views*) dengan model korelasi *product moment*, yaitu dengan menggunakan rumus (Arikunto, 2025):

$$r = \frac{n (\Sigma XY) - (\Sigma X \Sigma Y)}{[n \Sigma X^2 - (\Sigma X)^2] [n \Sigma Y^2 - (\Sigma Y)^2]}$$

Data dapat dikatakan valid, apabila pertanyaan pada kuesioner mampu mengungkapkan sesuatu yang diukur oleh kuesioner tersebut. Butir-butir pertanyaan yang ada dalam kuesioner diuji terhadap faktor terkait. Uji validitas dimaksud untuk mengetahui seberapa cermat suatu test atau pengujian melakukan fungsi ukurannya. Suatu *instrument* pengukur dikatakan valid apabila *instrument* tersebut mengukur apa yang

seharusnya diukur atau dapat memberikan hasil sesuai dengan yang diharapkan peneliti.

- 1) Alpha = 0,05 (signifikansi 5%)
- 2) Jumlah responden sebanyak 100 responden

Untuk menguji kevalidan suatu data maka dilakukan uji validitas terhadap butir-butir kuesioner. Tinggi rendah validitas suatu angket atau kuesioner dihitung dengan menggunakan metode *Pearson's Product Moment Correlation*, yaitu dengan menghitung korelasi antara skor item pertanyaan dengan skor total. Dalam menghitung validitas item dianalisis dapat menggunakan alat bantu (*software*) seperti SPSS (*Statistical Product and Service Solution*) dan EViews (*Econometric Views*).

Hasil perhitungan akan dibandingkan dengan *critical value* pada tabel ini nilai r dengan taraf signifikansi 5% dan jumlah sampel yang ada. Apabila hasil perhitungan korelasi *produk moment* lebih besar dari *critical value*, maka *instrument* ini dinyatakan valid. Sebaliknya apabila skor item kurang dari *critical value*, maka *instrument* ini dinyatakan tidak valid.

b. Uji Reliabilitas

Reliabilitas adalah derajat ketepatan, ketelitian atau keakuratan yang ditunjukkan oleh *instrument* pengukuran. Suatu kuesioner dapat dikatakan reliabel atau handal jika jawaban seseorang terhadap pertanyaan adalah konsisten atau stabil

dari waktu ke waktu. Artinya, jika seseorang memberikan jawaban tertentu, seperti "tidak suka" terhadap "rasa makanan", maka jawabannya seharusnya tetap sama saat ditanyakan kembali di lain waktu. Jika jawabannya berubah, maka kuesioner tersebut dianggap tidak reliabel.

Berikut ini standar model untuk mencari reliabilitas menggunakan rumus *Alpha*:

$$r_{11} = \frac{(K)}{(K - 1)} \frac{(1 - \sum ab^2)}{a^2t}$$

Di mana:

r_{11} = reliabilitas *instrument*.

K = banyak butir pertanyaan.

$\sum ab^2$ = jumlah varians butir.

a^2t = varian total.

Instrument untuk mengukur masing-masing variabel dikatakan reliabel jika memiliki *Croanbach Alpha* lebih besar dari 0,60.

2. Uji Asumsi Klasik

Uji asumsi klasik merupakan tahapan penting yang dilakukan dalam proses analisis regresi. Apabila tidak terjadi gejala asumsi klasik diharapkan dapat dihasilkan model regresi yang handal sesuai kaidah BLUE (*Best Linier Unbiased Estimator*), yang menjadikan model regresi yang tidak bias dan handal sebagai penaksir. Uji asumsi klasik terdiri dari Uji Normalitas (*Normality*), Uji Linieritas (*Linearity*), Uji Multiko-

linearitas (*Multicollinierity*), dan Uji Heteroskedastisitas (*Heteroscedasticity*).

a. Uji Normalitas (*Normality*)

Analisis regresi berganda sebagai uji statistik parametrik hanya dapat digunakan jika data berdistribusi normal. Jika data tidak normal, maka analisis parametrik sebaiknya dihindari. Uji normalitas dapat dilakukan dengan *Kolmogorov-Smirnov*, dan data dianggap normal jika nilai signifikansi lebih besar dari $\alpha = 0,05$.

Uji normalitas bertujuan untuk menguji apakah dalam model regresi, variabel pengganggu atau residual memiliki distribusi normal. Seperti diketahui bahwa uji T dan F mengasumsikan bahwa nilai residual mengikuti distribusi normal. Kalau asumsi ini dilanggar, maka uji statistik menjadi tidak valid untuk jumlah sampel kecil. Uji normalitas berguna untuk melihat apakah data berdistribusi normal atau diambil dari populasi normal. *Screening* terhadap normalitas data merupakan langkah awal yang harus dilakukan untuk setiap analisis *multivariate*, khususnya jika tujuannya adalah inferensi. Walaupun normalitas suatu variabel tidak selalu diperlukan dalam analisis akan tetapi hasil uji statistik akan lebih baik jika semua variabel berdistribusi normal.

Ada dua cara untuk mendeteksi apakah residual berdistribusi normal atau tidak, yaitu dengan analisis grafik dan uji statistik:

1) Analisis Grafik

Metode yang lebih handal adalah dengan melihat *normal probability plot* yang membandingkan distribusi kumulatif dari distribusi normal, distribusi normal akan membentuk suatu garis lurus diagonal, dan *ploting* data residual akan dibandingkan dengan garis diagonal. Jika distribusi data residual normal, maka garis yang diagonal dan *ploting* data akan dibandingkan dengan garis diagonal.

Jika distribusi data normal, maka garis yang menggambarkan data sesungguhnya akan mengikuti garis diagonalnya. Pada prinsipnya normalitas dapat dideteksi dengan melihat penyebaran data (titik) pada sumbu diagonal dari grafik atau dengan melihat histogram dari residunya. Dasar pengambilan keputusan:

- a) Jika data menyebar disekitar garis diagonal dan mengikuti arah garis diagonal atau grafik histogramnya menunjukkan pola distribusi normal, maka model regresi memenuhi asumsi normalitas.
- b) Jika data menyebar jauh dari diagonal dan atau tidak mengikuti arah garis diagonal atau grafik histogram tidak menunjukkan pola distribusi normal, maka model regresi tidak memenuhi asumsi normalitas.

2) Analisis Statistik

Uji normalitas dengan grafik dapat menyesatkan jika tidak hati-hati secara visual kelihatannya normal, padahal secara statistik bisa sebaliknya. Oleh sebab itu, dianjurkan di samping uji grafik dilengkapi dengan uji statistik. Salah satu uji statistik yang dapat digunakan untuk menguji normalitas residual adalah uji statistik *non-parametik Kolmogorov-Smirnov* (K-S) pada α sebesar 5%. Jika nilai signifikan dari pengujian *Kolmogorov-Smirnov* (K-S) lebih besar dari 0,05 berarti data normal, jika tidak maka data tidak akan berdistribusi normal.

b. Uji Autokorelasi (*Autocorrelation*)

Autokorelasi merupakan kondisi ketika terdapat hubungan atau korelasi antara nilai-nilai residual dari serangkaian observasi yang tersusun secara berurutan, baik berdasarkan waktu (seperti dalam data runtun waktu/*time series*) maupun berdasarkan lokasi (seperti pada data penampang lintang/*cross-sectional*). Gejala ini juga dapat muncul jika variabel independen yang digunakan dalam model adalah variabel *lag* (nilai masa lalu) dari variabel dependen. Ketika autokorelasi terjadi, maka estimasi koefisien regresi menjadi kurang akurat dan tidak efisien, karena pelanggaran terhadap asumsi klasik regresi.

Untuk mendeteksi keberadaan autokorelasi, salah satu metode yang umum digunakan adalah

uji *Durbin-Watson*, yang hasilnya dapat diperoleh melalui output analisis regresi linier berganda. Nilai statistik *Durbin-Watson* kemudian dibandingkan dengan nilai batas tertentu untuk menentukan ada tidaknya autokorelasi dalam model.

c. Uji Linieritas (*Linearity*)

Pengujian linearitas digunakan untuk menguji apakah spesifikasi model yang digunakan tepat atau lebih baik dalam spesifikasi model bentuk lain. Spesifikasi model dapat berupa linier, kuadratik atau kubik. Untuk melihat spesifikasi model yang tepat, salah satunya dengan uji *Lagrange Multiplier*. Uji ini bertujuan untuk mendapatkan nilai X_2 , untuk mendapatkan nilai X_2 dengan cara mengalikan jumlah data observasi dikalikan dengan R^2 atau $n^{-1} R^2$. Jika nilai X_2 hitung lebih kecil dari X_2 tabel, maka dapat disimpulkan bahwa model yang benar adalah model linier.

d. Uji Multikolinearitas (*Multicollinearity*)

Uji multikolinieritas bertujuan untuk menguji apakah model regresi ditemukan adanya kolerasi antar variabel bebas (*independent*). Jika variabel-variabel tersebut saling berkorelasi, maka sulit untuk mengidentifikasi pengaruh masing-masing secara akurat dan menghasilkan estimasi koefisien regresi yang baik.

Model regresi yang baik seharusnya tidak terjadi korelasi di antara variabel bebas (*independent*). Jika variabel bebas (*independent*) saling berkolerasi, maka variabel-variabel ini tidak

ortogonal. Variabel ortogonal adalah variabel bebas (*independent*) yang nilai korelasi antar sesama variabel bebas (*independent*) sama dengan nol. Untuk mendeteksi ada atau tidaknya multikolinieritas yaitu sebagai berikut:

- 1) Nilai R^2 yang dihasilkan oleh suatu estimasi model regresi empiris sangat tinggi, tetapi secara individual variabel-variabel *independent* banyak yang tidak signifikan mempengaruhi variabel terikat (*dependent*).
- 2) Menganalisis matrik korelasi variabel-variabel bebas (*independent*). Jika antar variabel *independent* ada korelasi yang cukup tinggi (umumnya di atas 0,90), maka hal ini merupakan indikasi adanya multikolinieritas.
- 3) Multikolinieritas dapat juga dilihat dari (1) nilai *tolerance* dan lawannya (2) *variance inflation factor* (VIF). Kedua ukuran ini menunjukkan setiap variabel bebas (*independent*) manakah yang dijelaskan oleh variabel bebas (*independent*) lainnya.

e. Uji Heteroskedastisitas (*Heteroscedasticity*)

Uji heteroskedastisitas bertujuan untuk menguji apakah dalam model regresi terjadi ketidaksamaan *variance* dari residual dari satu pengamatan ke pengamatan yang lain. Jika *variance* dari residual satu pengamatan yang lain tetap, maka disebut homoskedastisitas. Jika berbeda disebut dengan heteroskedastisitas. Model regresi yang baik adalah yang homoskedastisitas atau

tidak terjadi heteroskedastisitas. Jadi uji heteroskedastisitas dilakukan untuk memastikan bahwa tidak ada korelasi antara variabel *error* (gangguan) dengan variabel independen dalam model regresi. Ada beberapa cara untuk mendeteksi ada atau tidaknya heteroskedastisitas:

1) Uji *White*

Pada dasarnya uji *white* dengan kedua uji *park* dan *glejser*. Menurut *white*, uji dapat dilakukan dengan meregres residual (U^2t) dengan variabel *independent*, variabel *independent* kuadrat dan perkalian (interaksi) variabel *independent* X_1 , X_2 dan X_3 , maka persamaan regresinya sebagai berikut:

$$U^2t = b_0 + b_1X_1 + b_2X_2 + b_3X_3 + b_4X_1^2 + b_5X_2^2 + b_6X_3^2 + b_7X_1X_2X_3$$

Dari persamaan regresi ini didapatkan nilai R^2 untuk menghitung c^2 , di mana $c^2 = n \times R^2$, sedangkan mencari c^2 tabel yaitu $df = k-1$, di mana k adalah jumlah kategori, jadi bentuk distribusi *chi square* tidak ditentukan banyaknya sampel, melainkan banyaknya derajat bebas. Sedangkan rumus derajat kebebasan didapat dengan rumus $n-1$. Pengujiannya adalah jika c^2 hitung $< c^2$ tabel, maka hipotesis alternatifnya adanya heteroskedastisitas dalam model ditolak.

2) Uji Glejser

Dasar pengambilan keputusan berguna sebagai pedoman atau acuan dalam menentu-

kan sebuah kesimpulan atau keputusan atas hasil analisis yang telah dilakukan. Adapun dasar pengambilan keputusan dalam uji heteroskedastisitas dengan menggunakan glejser adalah sebagai berikut:

- a) Jika nilai signifikansi (*Sig.*) lebih besar dari 0,05 maka kesimpulannya adalah tidak terjadi gejala heteroskedastisitas, dalam model regresi.
- b) Sebaliknya, jika nilai signifikansi (*Sig.*) lebih kecil dari 0,05, maka kesimpulannya adalah terjadi gejala heteroskedastisitas, dalam model regresi.

3) Uji *Scatterplot*

Adapun pedoman yang digunakan untuk memprediksi atau mendeteksi ada tidaknya gejala heteroskedastisitas tersebut dilakukan dengan cara melihat pola gambar *scatterplot*, dengan ketentuan sebagai berikut:

- a) Titik-titik data penyebar di atas dan di bawah atau di sekitar angka 0.
- b) Titik-titik tidak mengumpul hanya di atas atau di bawah saja.
- c) Penyebaran titik-titik data tidak membentuk pola bergelombang melebar kemudian menyempit dan melebar kembali.
- d) Penyebaran titik-titik data tidak berpola.

3. Uji Analisis Regresi Linier Berganda

Analisis regresi pada dasarnya adalah studi mengenai ketergantungan variabel terikat (*dependent*) dengan satu atau lebih variabel bebas (*independent*), dengan tujuan untuk mengestimasi dan atau memprediksi rata-rata populasi atau nilai rata-rata populasi atau nilai rata-rata variabel terikat (*dependent*) berdasarkan nilai variabel *independent* yang diketahui. Analisis regresi dapat dimanfaatkan untuk mengetahui bagaimana variabel *dependent* (*criterium*) dapat diprediksikan melalui variabel *independent* (*predictor*).

Dampak dari penggunaan analisis regresi dapat digunakan untuk memutuskan apakah naik atau menurunnya variabel *dependent* dapat dilakukan melalui menaikkan dan menurunkan keadaan variabel *independent*.

Analisis regresi linier berganda digunakan untuk melihat hubungan linier antara dua atau lebih variabel independen (X_1, X_2, \dots, X_n) dengan satu variabel dependen (Y). Tujuannya adalah untuk mengetahui arah hubungan apakah bernilai positif atau negatif dan memprediksi nilai variabel dependen berdasarkan perubahan pada variabel independen. Analisis ini biasanya menggunakan data berskala interval atau rasio.

Untuk mengetahui besarnya pengaruh variabel bebas secara parsial maupun bersama-sama (simultan) terhadap variabel terikat dapat menggunakan alat bantu (*software*) seperti SPSS (*Statistical Product*

and Service Solution) dan EViews (*Econometric Views*). Adapun persamaan umumnya dari regresi berganda adalah sebagai berikut:

$$Y = a + b_1 X_1 + b_2 X_2 + b_3 X_3 + e$$

Di mana:

- Y = Variabel dependent
- X = Variabel Independent
- a = Nilai Konstanta
- b = Koefisien Regresi
- e = error atau sisa

Terdapat tiga uji dalam analisis regresi liner berganda yaitu Uji Hipotesis (Uji T), Uji Simultan (Uji F) dan Koefisien Determinasi (R^2):

a. Uji Parsial (T-test)

Uji parsial digunakan untuk mengetahui pengaruh masing-masing variabel *independent* terhadap variabel *dependent*.

Dengan menggunakan langkah-langkah sebagai berikut:

$$H_o : b_i = 0$$

Artinya secara parsial tidak terdapat pengaruh yang positif dan signifikan dari variabel *independent* terhadap variabel *dependent*.

$$H_a : b \neq 0$$

Artinya secara parsial terdapat pengaruh yang positif dan signifikan dari variabel *independent* terhadap variabel *dependent*.

H_0 diterima, apabila $T_{hitung} < t$ tabel pada $\alpha = 0.05$

H_a diterima, apabila $T_{hitung} > t$ tabel pada $\alpha = 0.05$

Uji statistik t pada dasarnya menunjukkan seberapa jauh pengaruh satu variabel bebas secara individual dalam menerangkan variasi variabel terikat. Hipotesis (H_0) yang hendak diuji adalah apakah suatu parameter β_1 sama dengan 0 atau $H_0 : \beta_1 = 0$. Artinya apakah suatu variabel bebas bukan merupakan penjelas yang signifikan terhadap variabel terikat. Hipotesis alternatifnya (H_a) parameter suatu variabel tidak sama dengan nol atau $H_a : \beta_1 \neq 0$. Artinya variabel tersebut merupakan penjelas yang signifikan terhadap variabel terikat.

Apabila suatu hipotesis alternatif diterima jika jumlah *degree of freedom* (df) adalah 20 atau lebih, dan derajat kepercayaan sebesar 5%, maka H_0 yang menyatakan $\beta_1 = 0$ dapat ditolak bila nilai t lebih besar dari 2 (dalam nilai absolut). Membandingkan nilai statistik t dengan titik kritis menurut tabel. Apabila nilai statistik t hasil perhitungan lebih tinggi dibandingkan nilai t -tabel, maka hipotesis alternatif dapat diterima.

b. Simultan (F-test)

Uji simultan digunakan untuk mengetahui apakah variabel *independent* secara bersama-sama atau simultan mempengaruhi variabel *dependent*. Melalui uji statistik dengan langkah-langkah sebagai berikut:

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

Artinya secara bersama-sama atau simultan tidak terdapat pengaruh yang positif dan signifikan dari variabel independent terhadap variabel dependent.

$$H_a : \beta_1 \neq \beta_2 \neq \beta_3 \neq 0$$

Artinya secara bersama-sama atau simultan terdapat pengaruh yang positif dan signifikan dari variabel independent terhadap variabel dependent.

Uji hipotesis seperti ini dinamakan uji signifikan secara keseluruhan terhadap garis regresi yang diobservasi maupun asumsi, apakah Y berhubungan dengan linier terhadap X_1 , X_2 , dan X_3 . Untuk menguji hipotesis ini digunakan statistik dengan kriteria pengambilan keputusan sebagai berikut. Bila nilai F lebih besar daripada 4 maka H_0 dapat ditolak pada derajat kepercayaan 5%, dengan kata lain penulis menerima hipotesis alternatif, yang menyatakan bahwa semua variabel bebas secara serentak dan signifikan mempengaruhi variabel terikat.

Membandingkan nilai F_{hasil} atau F_{hitung} perhitungan dengan F menurut tabel. Bila nilai F_{hitung}

lebih besar dari nilai F_{tabel} , maka H_0 ditolak dan menerima H_a . Kriteria pengambilan keputusannya yaitu:

H_0 diterima, apabila $F_{\text{hitung}} < F_{\text{tabel}}$ pada $\alpha = 0.05$

H_a diterima, apabila $F_{\text{hitung}} > F_{\text{tabel}}$ pada $\alpha = 0.05$

c. Koefisien Determinasi (R^2)

Koefisien Determinasi (R^2) pada intinya adalah untuk mengukur seberapa jauh kemampuan model dalam menerangkan variasi variabel *dependent*. Nilai koefisien determinasi adalah antara nol dan satu. *R-square* (R^2), atau koefisien determinasi, menunjukkan sejauh mana variabel independen mampu menjelaskan variasi yang terjadi pada variabel dependen. Nilai ini menjadi indikator seberapa besar pengaruh variabel bebas terhadap perubahan pada variabel terikat.

Nilai R^2 yang kecil berarti kemampuan variabel-variabel *independent* dalam menjelaskan variasi variabel *dependent* amat terbatas. Nilai yang mendekati satu *berate* variabel-variabel *independent* memberikan hampir semua informasi yang dibutuhkan untuk memprediksi variasi variabel *dependent*.



BAB 3

ANALISIS REGRESI DATA PANEL

A. Pengertian Data Panel

Data panel diperkenalkan oleh Howles pada tahun 1950. Data panel adalah gabungan antara data *cross section* dengan data runtun waktu (*time series*). Data *cross section* adalah data yang didapat dengan mengamati banyak subyek dalam satu waktu yang sama. Data runtun waktu merupakan data yang diperoleh dari amatan satu objek dari beberapa periode waktu. Regresi data panel adalah regresi yang digunakan pada data panel. Terdapat beberapa metode yang biasa digunakan dalam mengestimasi model regresi dengan data panel, diantaranya *pooling least square (common effect)*, efek tetap (*fixed effect*) dan efek random (*random effect*) (Alamsyah et al., 2020).

Analisis regresi data panel adalah salah satu metode statistik yang digunakan untuk melihat pengaruh beberapa peubah prediktor terhadap satu peubah respon dengan struktur data berupa data panel. Data panel sering disebut juga *pooled data (pooling time series dan Cross section)*, *micropanel data*, *longitudinal data*, *event history analysis* dan *cohort analysis* (Nani, 2022).

Menurut Wibisono (2005) dalam bukunya Agus Tri Basuki (Basuki, 2021) keunggulan regresi data panel adalah sebagai berikut:

1. Data panel mampu memperhitungkan heterogenitas individu secara eksplisit dengan mengizinkan variabel spesifik individu.
2. Kemampuan mengontrol heterogenitas ini selanjutnya menjadikan data panel dapat digunakan untuk menguji dan membangun model perilaku lebih

kompleks.

3. Data panel mendasarkan diri pada observasi cross-section yang berulang-ulang (time series), sehingga metode data panel cocok digunakan sebagai *study of dynamic adjustment*.
4. Tingginya jumlah observasi memiliki implikasi pada data yang lebih informatif, lebih variatif, dan kolinieritas (multikol) antara data semakin berkurang, dan derajat kebebasan (*degree of freedom/df*) lebih tinggi sehingga dapat diperoleh hasil estimasi yang lebih efisien.
5. Data panel dapat digunakan untuk mempelajari model-model perilaku yang kompleks.
6. Data panel dapat digunakan untuk meminimalkan bias yang mungkin ditimbulkan oleh agregasi data individu (Basuki, 2021).

Model regresi yang menggunakan data panel dikenal sebagai regresi data panel. Penggunaan data panel memiliki sejumlah keunggulan. Pertama, karena merupakan kombinasi antara data runtun waktu (*time series*) dan data lintas individu atau entitas (*cross section*), data panel menyediakan jumlah observasi yang lebih banyak, sehingga meningkatkan derajat kebebasan (*degree of freedom*) dalam analisis. Kedua, penggabungan informasi dari dua jenis data tersebut dapat membantu mengurangi masalah akibat variabel yang terlewatkan (*omitted variable*) dalam model.

Menurut Sihombing keuntungan dengan menggunakan data panel dalam pemodelan regresi maka akan

menghasilkan *degree of freedom* yang lebih besar, sehingga dapat mengatasi masalah penghilangan variabel (*omitted variable*). Selain itu juga dapat mengurangi bias dalam pengestimasiannya karena data cukup banyak. Hal lain yang dapat kita pelajari adalah terkait perilaku individu serta perubahannya yang bersifat dinamis (Sihombing, 2018).

B. Perbedaan *Data Time Series* dan *Data Cross Section*

1. *Data Time Series*

Data *time series* adalah data yang terdiri dari satu objek namun terdiri dari beberapa waktu periode, seperti harian, bulanan, triwulan, dan tahunan. Data *time series* disebut juga data runtun waktu atau data historis. Data *time series* selanjutnya akan diamati *trend* atau pola perubahannya dari tahun ke tahun (berurutan), sehingga data *time series* dapat dikatakan sebagai data historis atau runtun waktu. Pola perubahan atau *trend* pada waktu-waktu lampau tersebut akan dapat digunakan untuk mengestimasi pola perubahan pada tahun-tahun atau waktu mendatang.

Karakteristik dari data *time series* adalah:

a. Tersusun berdasarkan urutan waktu:

Setiap data dicatat sesuai dengan waktu terjadinya, dan urutan tersebut sangat penting karena nilai di masa lalu dapat memengaruhi nilai di masa mendatang.

b. Memiliki pola tertentu:

Data *time series* sering menunjukkan pola yang bisa berupa tren jangka panjang, variasi musiman, siklus ekonomi, atau perubahan acak yang tidak beraturan.

c. Cenderung mengalami autokorelasi:

Artinya, nilai suatu periode biasanya memiliki keterkaitan atau dipengaruhi oleh nilai pada periode sebelumnya.

Contoh:

- Data pertumbuhan PDB dari tahun 2009 sampai 2013 (objeknya hanya satu: pertumbuhan PDB triwulanan, namun disajikan dalam beberapa periode: dari tahun 2009-2013 secara triwulan).
- Data harian saham, data bulanan BI rate dari tahun 2008-2014, dan lain-lain.

2. Data Silang (*Cross Section*)

Data silang (*cross section*) adalah data yang terdiri dari satu objek namun memerlukan sub objek-sub objek lainnya yang berkaitan atau yang berada di dalam objek induk tersebut pada suatu waktu (satu waktu saja, tidak seperti data *time series* yang terdiri dari beberapa periode waktu).

Contoh:

- a. Data penjualan perusahaan pada bulan Januari 2014, terdiri dari data penjualan bersih dan data penjualan kotor pada bulan Januari 2014.

- b. Data kinerja keuangan perusahaan pada bulan Juli 2011, terdiri dari data DER, data ROA, data laba bersih (*earning after interest and tax*), dan data keuangan lainnya pada bulan Juli 2011.

3. Data Panel (*Pooled Data*)

Data *Panel* (*pooled data*) adalah data gabungan antara data *time series* dengan data *cross section*. Dikatakan data gabungan karena data ini terdiri atas beberapa objek (sub-objek) dalam beberapa periode waktu.

Contoh:

Faktor eksternal dan faktor internal perusahaan dari tahun 2009-2013; Jumlah ekspor dan impor rempah-rempah Indonesia pada periode 2008-2010 per tiga bulan (triwulan).

C. Model Regresi Data Panel

Secara umum model regresi data panel menggunakan data *cross section* dan *time series* adalah sebagai berikut:

$$Y = \alpha + \beta_1 X_1 + \beta_2 X_2 + e$$

Keterangan:

Y = Variabel dependent (LDR)

α = Konstanta

X_1 = Variabel independent 1

X_2 = Variabel independent 2

$\beta_{(1...2)}$ = Koefisien regresi masing-masing variabel independent

e = Error term

Berikut ini adalah model regresi dengan *cross section*:

Model dengan data *cross section*

$$Y_i = a + \beta X_i + \varepsilon_i ; i = 1, 2, \dots, N$$

Keterangan:

Y_i = peubah tak bebas unit individu ke- i

X_i = peubah bebas unit individu ke- i

N = banyaknya data *cross section*

Model dengan data *time series*:

$$Y_t = a + \beta X_t + \varepsilon_t ; t = 1, 2, \dots, T$$

Keterangan:

Y_t = peubah tak bebas unit waktu ke- t

X_t = variabel bebas unit waktu ke- t

T = banyaknya data *time series*

D. Model Estimasi Regresi Data Panel

Terdapat tiga pendekatan dalam metode estimasi regresi data panel, yaitu *Common Effect Model* (CEM), *Fixed Effect Model* (FEM) dan *Random Effect Model* (REM). Penjelasan masing-masing ketiga pendekatan tersebut adalah sebagai berikut:

1. Common Effect Model (CEM)

Pendekatan ini tidak memperhatikan dimensi individu maupun waktu, *Common Effect Model* (CEM) disebut juga *Pooled Regression*. Metode estimasinya menggunakan *Ordinary Least Squares* (OLS).

Common Effect Model merupakan pendekatan model data panel yang paling sederhana karena hanya mengkombinasikan data *time series* dan *cross section*.

Pendekatan ini dikenal sebagai estimasi *Common Effect*. Namun, dalam metode ini, gabungan data panel tidak memungkinkan untuk mengamati perbedaan antar individu maupun antar waktu. Dengan kata lain, pendekatan ini mengabaikan dimensi individu dan waktu, serta mengasumsikan bahwa karakteristik data antar perusahaan adalah seragam sepanjang periode waktu. Jika diasumsikan bahwa parameter α dan β bersifat konstan untuk seluruh unit cross section dan time series, maka keduanya dapat diestimasi menggunakan $N \times T$ jumlah observasi.

Common Effect Model (CEM) persamaan regresinya adalah:

$$Y_{it} = \beta_0 + \beta_1 X_{1it} + \dots + \beta_p X_{pit} + u_{it}$$

2. Fixed Effect Model (FEM)

Model ini mengasumsikan bahwa dalam berbagai kurun waktu, karakteristik masing-masing individu adalah berbeda. Perbedaan tersebut dicerminkan oleh nilai intersep pada model estimasi yang berbeda untuk setiap individu. Metode ini bisa menggunakan pendekatan *Ordinary Least Square* (OLS) atau teknik kuadrat terkecil untuk mengestimasi model data panel.

Metode kuadrat terkecil biasa (OLS) dilakukan dengan asumsi bahwa intersep dan koefisien regresor

bersifat konstan untuk seluruh unit wilayah (*cross section*) dan waktu (*time series*). Untuk menangkap variasi antar unit atau waktu, dapat digunakan variabel dummy yang memungkinkan nilai parameter berbeda-beda di antara unit *cross section* atau waktu.

Pendekatan ini dikenal sebagai *Least Square Dummy Variable* (LSDV) atau juga disebut model kovarian. Umumnya, pendekatan ini digunakan dengan mengizinkan intersep berbeda-beda antar unit *cross section*, sementara kemiringan (*slope*) koefisien tetap dianggap sama di seluruh unit tersebut.

Fixed Effect Model (FEM) persamaan regresinya adalah:

$$Y_{it} = \beta_0i + \beta_1X_{1it} + \dots + \beta_pX_{pit} + u_{it}$$

3. *Random Effect Model* (REM)

Model ini juga mengasumsikan bahwa dalam berbagai kurun waktu, karakteristik masing-masing individu adalah berbeda. Hanya saja, dalam estimasi *Random Effect Model* (REM) perbedaan tersebut dicerminkan oleh *error* dari model. Dalam proses estimasi data panel menggunakan model *fixed effect*, pendekatan dengan teknik variabel dummy sering kali menimbulkan ketidakpastian dalam pemilihan model yang tepat, terutama karena banyaknya parameter yang harus diestimasi dan potensi multikolinearitas.

Pendekatan ini juga mengasumsikan bahwa perbedaan antar individu hanya tercermin melalui intersep yang unik bagi setiap entitas, sementara *slope* dianggap tetap. Untuk mengatasi keterbatasan

ini, salah satu alternatif yang dapat digunakan adalah model *Random Effect* (REM). REM mengasumsikan bahwa variasi antar individu tidak bersifat tetap, melainkan acak dan terdistribusi secara normal. Dalam model ini, perbedaan antar unit *cross section* ditangkap melalui komponen residual (*error term*), bukan melalui variabel *dummy*.

Dengan demikian, REM memungkinkan efisiensi estimasi yang lebih tinggi, terutama ketika jumlah unit *cross section* besar dan waktu pengamatan relatif kecil. Adapun keuntungan menggunakan model *random effect* yakni menghilangkan heteroskedastisitas. Model ini juga disebut dengan *Error Component Model* (ECM) atau teknik *Generalized Least Square* (GLS).

Model persamaan regresi dari *Random Effect Model* (REM) adalah:

$$Y_{it} = \beta_0i + \beta_1X_{1it} + \dots + \beta_pX_{pit} + u_{it}$$

Dimana : $\beta_0i = \beta_0 + \varepsilon_i$

E. Penentuan Metode Regresi Data Panel

Dari ketiga model estimasi regresi data panel yaitu *Common Effect Model* (CEM), *Fixed Effect Model* (FEM) dan *Random Effect Model* (REM) dipilih salah satu model terbaik yang selanjutnya akan diinterpretasikan. Pemilihan model tersebut menggunakan metode Uji Chow (*Chow Test*), Uji *Lagrange Multiplier* (LM Test), dan Uji Hausman (*Hausman Test*). Penjelasan terkait ketiga metode tersebut sebagai berikut:

1. Uji Chow (*Chow Test*)

Uji Chow merupakan uji untuk membandingkan *Common Effect Model* (CEM) dengan *Fixed Effect Model* (FEM). Fungsi dari Uji Chow (*Chow Test*) adalah untuk memilih model mana yang lebih cocok antara *Common Effect Model* (CEM) atau *Fixed Effect Model* (FEM).

Uji ini didasarkan pada pertimbangan bahwa asumsi kesamaan perilaku antar unit cross section dalam *Model Common Effect* sering kali tidak mencerminkan kondisi nyata. Dalam praktiknya, masing-masing unit seperti perusahaan, wilayah, atau individu kemungkinan besar memiliki karakteristik dan perilaku yang berbeda.

Karena itu, Uji *Chow* dirancang untuk menguji apakah perbedaan tersebut signifikan secara statistik, sehingga perlu diakomodasi dalam model. Jika hasil uji menunjukkan adanya perbedaan signifikan antar unit *cross section*, maka *Model Fixed Effect* dianggap lebih tepat karena mampu menangkap variasi antar unit melalui intersep yang berbeda-beda. Sebaliknya, jika tidak terdapat perbedaan yang signifikan, maka *Model Common Effect* tetap dapat digunakan karena dianggap cukup mewakili struktur data yang ada.

Hipotesis Uji Chow (*Chow Test*):

H_0 : *Common Effect Model* (CEM) lebih baik dari pada *Fixed Effect Model* (FEM).

H_1 : *Fixed Effect Model* (FEM) lebih baik dari pada *Common Effect Model* (CEM).

Berikut ini adalah statistik dari Uji Chow (*Chow Test*):

$$Chow = \frac{[RRS - URRS] / (n - 1)}{URRS / (nT - n - K)}$$

Dimana:

$$RRS = \sum e_i^2$$

$$URRS = \sum e_j^2$$

Keterangan:

n = Jumlah individu (*cross section*).

T = Jumlah periode waktu (*time series*).

K = Jumlah variabel *predictor*.

e_i^2 = Jumlah error kuadrat dari estimasi data panel *common effect*.

e_j^2 = Jumlah error kuadrat dari estimasi data panel *fixed effect*.

Kriteria atau dasar pengambilan keputusan:

Jika nilai $Chow > F_{(n-1), (nT - n - K)}$ atau $p\text{-value} < \alpha$, maka H_0 ditolak, yang artinya *Common Effect Model* adalah yang terbaik. Ketika model yang terpilih adalah *Fixed Effect Model* maka keputusannya adalah dilanjutkan dengan uji *Hausman*.

Dengan demikian, Uji *Chow* berperan penting dalam proses pemilihan model, guna memastikan bahwa model yang digunakan sesuai dengan karakteristik data dan dapat menghasilkan estimasi yang lebih akurat dan valid.

2. Uji *Lagrange Multiplier* (LM Test)

Uji *Lagrange Multiplier* digunakan untuk memilih model terbaik antara *Common Effect Model* (CEM) dengan *Random Effect Model* (REM). Jadi fungsi dari Uji *Lagrange Multiplier* adalah untuk memilih dan menentukan model mana yang lebih cocok dan sesuai antara *Common Effect Model* (CEM) dengan *Random Effect Model* (REM).

Hipotesis Uji *Lagrange Multiplier* (LM Test):

H_0 : Intersep tidak bersifat random atau *stochastic*.

H_1 : Intersep bersifat random atau *stochastic*.

Selain itu, Uji *Lagrange Multiplier* (LM Test) juga bertujuan untuk mengetahui apakah model yang digunakan mengandung masalah heteroskedastisitas, yaitu kondisi di mana varians dari *error* (residual) tidak konstan pada seluruh observasi. Keberadaan heteroskedastisitas dapat menyebabkan estimasi parameter menjadi tidak efisien dan mengganggu validitas uji statistik seperti T-test dan F-test.

Hipotesisnya adalah sebagai berikut:

$H_0 : \sigma_i^2 = \sigma^2$ yang berarti tidak terjadi heteroskedastisitas.

$H_1 : \sigma_i^2 \neq \sigma^2$ yang berarti terjadi heteroskedastisitas.

Dalam pengujian ini, hipotesis nol (H_0) menyatakan bahwa tidak terdapat heteroskedastisitas (*error* memiliki varians konstan), sedangkan hipotesis alternatif (H_1) menyatakan bahwa heteroskedastisitas ada. H_0 akan ditolak jika nilai statistik

LM (*Lagrange Multiplier*) lebih besar dari nilai kritis *chi-square* dengan derajat kebebasan sesuai α (biasanya 5%).

Untuk mengatasi masalah ini, estimasi ulang perlu dilakukan dengan metode *weighted least squares* (WLS), menggunakan pendekatan *Cross Section Weight*. Pendekatan ini memberikan bobot pada masing-masing unit *cross section* untuk mengoreksi ketidakkonsistenan varians, sehingga menghasilkan estimasi parameter yang lebih efisien dan *robust* terhadap heteroskedastisitas.

3. Uji Hausman (*Hausman Test*)

Uji Hausman digunakan untuk memilih model terbaik antara *Fixed Effect Model* (FEM) dengan *Random Effect Model* (REM) yang akan digunakan. Jadi uji Hausman (*Hausman Test*) adalah untuk memilih model mana yang lebih cocok atau lebih sesuai antara *Fixed Effect Model* (FEM) dan *Random Effect Model* (REM). Uji ini sangat penting karena masing-masing model memiliki keunggulan dan keterbatasan tersendiri.

Dasar dilakukannya Uji Hausman terletak pada adanya *trade-off* dalam penggunaan *Fixed Effect Model* (FEM), di mana model ini mengandalkan variabel *dummy* untuk menangkap perbedaan antar unit *cross section*. Meskipun pendekatan ini mampu mengontrol heterogenitas antar unit, namun penggunaan *dummy* variabel yang banyak dapat menyebabkan berkurangnya derajat kebebasan (*degree of*

freedom), yang pada akhirnya dapat menurunkan efisiensi estimasi.

Sebaliknya, *Random Effect Model* (REM) mengasumsikan bahwa perbedaan antar unit bersifat acak dan tidak berkorelasi dengan variabel independen. Model ini lebih efisien jika asumsi tersebut terpenuhi. Namun, *Random Effect Model* (REM) hanya valid jika tidak terjadi pelanggaran asumsi, khususnya asumsi bahwa komponen galat (*error term*) tidak berkorelasi dengan variabel penjelas.

Hipotesis Uji Hausman (*Hausman Test*):

H_0 : *Random Effect Model* (REM) lebih baik dari pada *Fixed Effect Model* (FEM).

H_1 : *Fixed Effect Model* (FEM) lebih baik dari pada *Random Effect Model* (REM).

Berikut ini adalah statistik dari Uji Hausman (*Hausman Test*):

$$\chi^2(K) = (b - \beta) [\text{var}(b - \beta)]^{-1} (b - \beta)$$

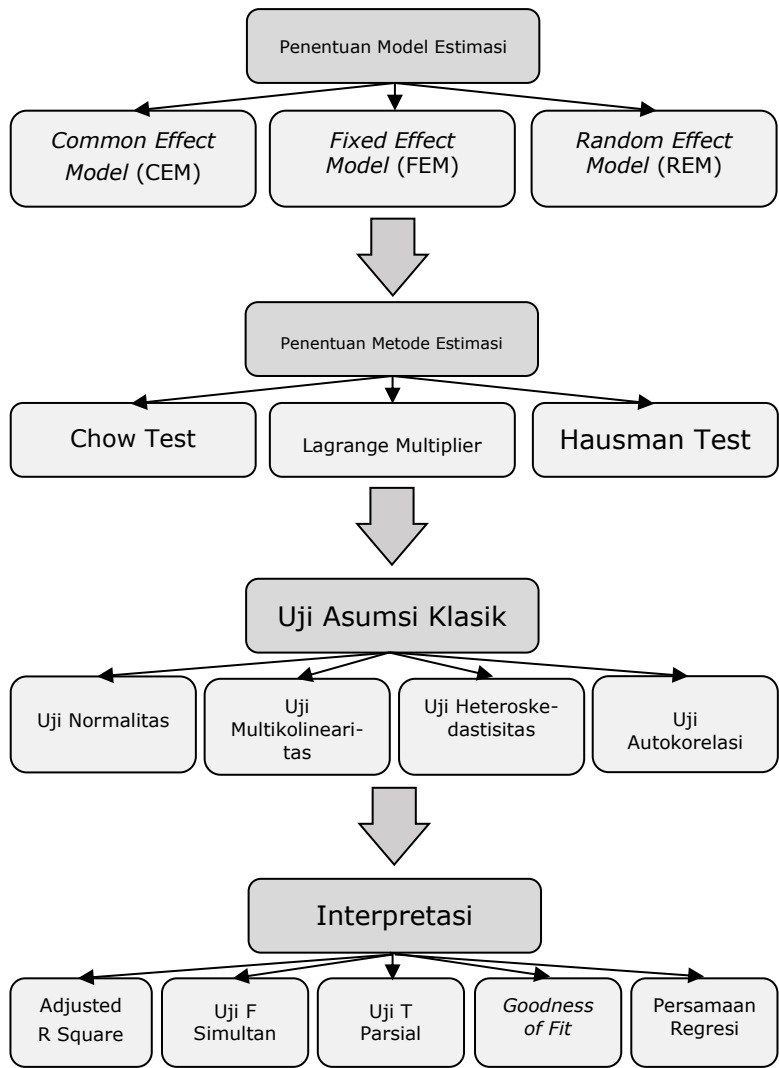
Keterangan:

b = Koefisien random effect.

β = Koefisien fixed effect.

Statistik Hausman menyebar *chi-square*, jika nilai χ^2 hasil pengujian lebih besar dari $\chi^2_{(K, \alpha)}$ (K = jumlah variabel prediktor) atau *p-value* < α , maka cukup bukti untuk melakukan penolakan terhadap H_0 begitu pula sebaliknya.

F. Prosedur dalam Analisis Regresi Data Panel



The background features abstract geometric shapes in red and dark blue. On the left, there are several overlapping red polygons of various sizes. On the right, a dark blue shape is partially visible, with a red triangle tucked into its corner. The overall design is modern and minimalist.

BAB 4

ANALISIS *ERROR CORRECTION MODEL (ECM)*

A. Pengertian *Error Correction Model* (ECM)

Model koreksi kesalahan, atau yang dikenal dengan *Error Correction Model* (ECM), merupakan suatu pendekatan yang digunakan untuk menganalisis dampak jangka pendek dan jangka panjang dari variabel-variabel *independent* terhadap variabel *dependent*. Berdasarkan pandangan Sargan, Engle, dan Granger, ECM berfungsi sebagai suatu metode untuk menyesuaikan ketidakseimbangan dalam jangka pendek agar kembali menuju kondisi keseimbangan jangka panjang. Selain itu, model ini juga mampu menggambarkan keterkaitan antara variabel dependen dengan variabel independen, baik pada periode waktu saat ini maupun masa lalu.

Salah satu kegunaan dari Model *Error Correction Model* (ECM) merupakan pendekatan yang digunakan untuk memperbaiki hubungan regresi antara variabel-variabel yang secara individu bersifat tidak stasioner, dengan tujuan agar hubungan tersebut dapat kembali menuju kondisi keseimbangan jangka panjang. Menurut Basuki, tujuan dari analisis regresi adalah untuk memperkirakan nilai variabel dependen berdasarkan informasi dari variabel independen, sehingga dapat digunakan dalam proses prediksi dan penarikan kesimpulan terhadap populasi.

Model ini diperkenalkan dan dipopulerkan oleh Angel dan Sargan, dan dirancang khusus untuk menangani permasalahan pada data runtut waktu (*time series*) yang tidak stasioner pada levelnya, serta untuk menghindari terjadinya regresi palsu (*spurious regression*). Sebelum melakukan estimasi dengan model ECM, langkah awal

yang penting adalah melakukan pengujian terhadap stasioneritas data.

Dalam praktiknya, salah satu teknik paling populer dan sering digunakan untuk mengestimasi parameter dalam model regresi adalah metode *Ordinary Least Squares* (OLS) atau metode kuadrat terkecil. Metode ini disukai karena kemudahannya dalam penerapan serta kesederhanaan prosedur perhitungannya, sehingga banyak digunakan baik dalam penelitian akademik maupun dalam analisis kebijakan ekonomi.

B. Syarat Dilakukan Uji *Error Correction Model* (ECM)

Dalam melakukan penelitian dengan pendekatan *Error Correction Model* (ECM), terdapat beberapa syarat yang harus dipenuhi terlebih dahulu, yaitu:

1. Variabel-variabel yang digunakan merupakan data runtun waktu (*time-series*) yang tidak stasioner pada level ($I(0)$), namun menjadi stasioner setelah dilakukan *differencing* pertama atau kedua, atau dengan kata lain, memiliki orde integrasi satu atau dua.
2. Harus terdapat hubungan kointegrasi antar variabel, yang ditunjukkan dengan adanya *error term* yang bersifat stasioner pada level, atau tidak mengandung akar unit.

C. Tahapan Uji *Error Correction Model* (ECM)

Berikut ini adalah tahapan-tahapan yang harus dipenuhi dalam Uji *Error Correction Model* (ECM):

1. Uji Akar Unit (*Unit Root Test*)

Pengujian stasioneritas merupakan langkah penting dalam analisis data runtut waktu (*time-series*), yang bertujuan untuk mengetahui apakah suatu variabel memiliki akar unit atau tidak, dengan kata lain, apakah data tersebut bersifat stasioner. Stasioneritas menunjukkan bahwa nilai rata-rata, varians, dan kovarians dari suatu variabel tidak berubah sepanjang waktu. Keberadaan data yang stasioner sangat krusial dalam penelitian ekonometrika, karena data yang tidak stasioner dapat menyebabkan hasil estimasi menjadi bias dan menyesatkan, yang dikenal dengan istilah regresi palsu (*spurious regression*).

Untuk menguji apakah suatu data bersifat stasioner, digunakan uji *Augmented Dickey-Fuller* (ADF), yang menjadi salah satu metode paling umum dalam mendeteksi keberadaan akar unit dalam suatu data deret waktu. Nilai statistik dari uji ADF ini kemudian dibandingkan dengan nilai kritisnya untuk menentukan apakah data tersebut memenuhi syarat stasioner atau perlu ditransformasikan lebih lanjut.

2. Uji Derajat Integrasi

Setelah data dinyatakan stasioner melalui pengujian awal, langkah analisis berikutnya adalah melakukan uji kointegrasi. Uji ini bertujuan untuk mengetahui apakah terdapat hubungan jangka panjang yang stabil antar variabel-variabel dalam model. Uji kointegrasi dilakukan dengan pendekatan *Augmented Dickey-Fuller* (ADF) terhadap nilai residual dari model regresi.

Residual yang bersifat stasioner mengindikasikan bahwa variabel-variabel dalam model terkointegrasi, yaitu memiliki hubungan keseimbangan jangka panjang meskipun masing-masing variabel pada levelnya tidak stasioner. Dengan kata lain, uji ini membantu memastikan bahwa meskipun data mentah menunjukkan tren atau fluktuasi, kombinasi linier dari variabel-variabel tersebut tetap berada dalam keseimbangan dalam jangka panjang.

Hasil dari uji kointegrasi ini menjadi dasar penting untuk menentukan kelayakan penggunaan model koreksi kesalahan (*Error Correction Model* atau ECM) dalam tahap analisis selanjutnya.

3. Uji Kointegrasi

Uji kointegrasi merupakan lanjutan dari uji akar unit dan derajat integrasi, yang bertujuan untuk mengetahui apakah residual dari regresi bersifat stasioner (Engle dan Granger, 1987). Jika variabel memiliki derajat integrasi yang berbeda, maka tidak dapat dikatakan terkointegrasi. Umumnya, analisis difokuskan pada variabel yang berintegrasi nol ($I(0)$) atau satu ($I(1)$). Jika residual langsung stasioner, maka variabel bebas dan terikat terkointegrasi pada derajat nol. Namun, jika residual baru stasioner setelah pembedaan pertama, maka keduanya terko-integrasi pada derajat satu. Dalam ekonometrika, variabel yang terkointegrasi dianggap berada dalam keseimbangan jangka panjang.

Berikut ini estimasi model kointegrasi (*Long Run Equation*):

$$Y_t = \alpha + \beta X_t + \varepsilon_t$$

Dimana residual ε_t , yang disebut juga sebagai **error correction term (ECT)**.

4. **Error Correction Model (ECM)**

Jika hasil uji kointegrasi menunjukkan bahwa variabel-variabel dalam model memiliki hubungan jangka panjang yang stabil, maka tahap selanjutnya adalah melakukan pengujian dengan menggunakan model linier dinamis. Pengujian ini bertujuan untuk mendeteksi kemungkinan adanya perubahan struktural dalam hubungan antar variabel. Hal ini penting dilakukan karena meskipun uji kointegrasi menunjukkan adanya keseimbangan jangka panjang antara variabel independen dan dependen, keseimbangan tersebut tidak selalu bersifat konstan sepanjang waktu.

Faktor-faktor eksternal seperti perubahan kebijakan, krisis ekonomi, atau dinamika pasar dapat menyebabkan terjadinya pergeseran dalam struktur hubungan tersebut. Oleh karena itu, model linier dinamis digunakan untuk menangkap perubahan dalam parameter hubungan antar variabel dari waktu ke waktu, serta mengidentifikasi apakah terdapat titik-titik tertentu di mana struktur hubungan mengalami pergeseran signifikan. Dengan demikian, hasil analisis menjadi lebih akurat dan mencerminkan kondisi nyata dari dinamika data runtut waktu yang dianalisis.

Berikut ini model dari *Error Correction Model* (ECM):

$$\Delta Y_t = \gamma_0 + \gamma_1 \Delta X_t + \gamma_2 ECT_{t-1} + \mu_t$$

Keterangan:

- Δ adalah menyatakan first difference
- ECT_{t-1} adalah residual dari persamaan jangka panjang yang di-lag satu periode.
- Koefisien γ_2 menunjukkan kecepatan penyesuaian (harus bernilai negatif dan signifikan jika ada koreksi menuju keseimbangan).

5. **Error Correction Term (ECT)**

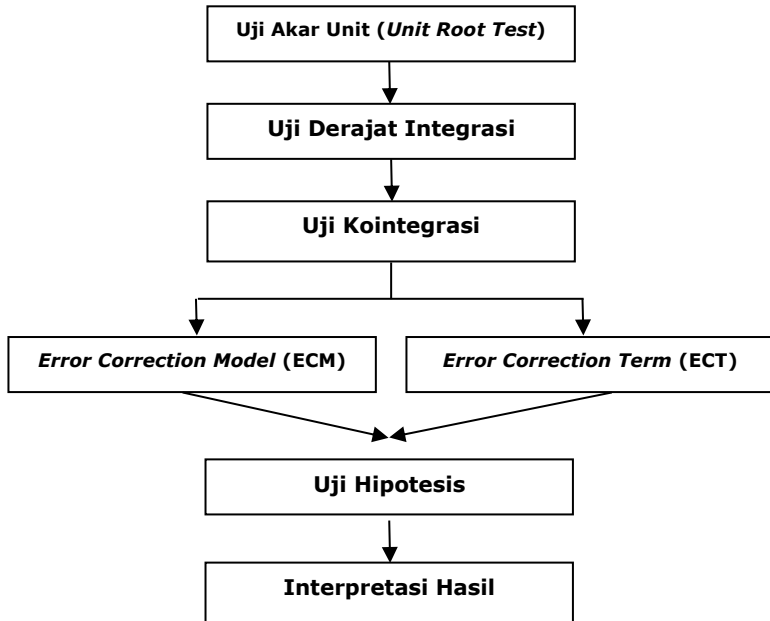
Model ekonomi dengan variabel yang berkointegrasi menunjukkan adanya keseimbangan jangka panjang antar variabel, namun hal ini tidak menjamin keseimbangan dalam jangka pendek. Jika terjadi ketidakseimbangan sementara di jangka pendek, model *Error Correction Model* (ECM) akan memperbaikinya melalui mekanisme **Error Correction Term (ECT)**. ECT merepresentasikan perbedaan antara koefisien jangka pendek dan jangka panjang, sehingga sering disebut sebagai **disequilibrium error**. Nilai ECT digunakan dalam model jangka pendek untuk menunjukkan bagaimana variabel menyesuaikan diri agar kembali ke keseimbangan jangka panjang.

Adapun hal-hal yang perlu diperhatikan dalam **uji signifikansi koefisien Error Correction Term (ECT)** yaitu:

- a. Memastikan bahwa koefisien ECT signifikan secara statistik dan bernilai negatif.
- b. Koefisien negatif menunjukkan bahwa variabel menyesuaikan kembali ke keseimbangan setelah

terjadi shock jangka pendek.

D. Prosedur Pengolahan Data



BAB 5

ANALISIS VECTOR AUTO REGRESSION (VAR) & VECTOR ERROR CORRECTION MODEL (VECM)

A. Pengertian *Vector Autoregression* (VAR)

Metode *Vector Autoregression* (VAR) pertama kali dikemukakan oleh Christopher Sims (1980). Sims mengembangkan model ekonometrik dengan mengabaikan pengujian asumsi secara apriori. VAR dikembangkan oleh Sims sebagai kritik atas metode simultan. Jumlah variabel yang besar dan klasifikasi endogen dan eksogen pada metode simultan merupakan dasar dari kritik tersebut. Menurut Sims, jika memang simultan pada suatu kelompok variabel seharusnya semua variabel mempunyai posisi yang sama. Konsekuensinya variabel-variabel dalam persamaan simultan tersebut sulit dibedakan antara endogen dan eksogen. Berdasarkan kondisi tersebut Sims mulai meragukan eksistensi dari variabel eksogen (Gujarati, 2003).

Variabel endogen adalah suatu variabel yang nilai penyelesaiannya diperoleh dari dalam model. Eksogen adalah suatu variabel yang nilai-nilainya diperoleh dari luar model, atau sudah ditentukan berdasarkan data yang ada. Dalam metode *Vector Auto regression* (VAR), variabel eksogen merupakan representasi dari guncangan ekonomi eksternal yang terdapat di luar persamaan. Eksogenitas digunakan untuk meningkatkan kekuatan deskripsi sebuah model ekonometrik tanpa menambah jumlah persamaan yang diestimasi. Metode VAR memperlakukan seluruh variabel secara simetris tanpa memperlakukan variabel dependen dan independen atau dengan kata lain model ini memperlakukan seluruh variabel sebagai variabel endogen.

Model VAR akhirnya menjelaskan variabel endogen saja berdasarkan sejarah-sejarah yang dimiliki sendiri, selain dari regresi penentu. Berdasarkan kritikan yang ditujukan kepada Sims, menawarkan model VAR yang sederhana dan menggunakan jumlah variabel yang minimalis, dimana semua variabel diklasifikasikan sebagai variabel endogen.

Penggunaan metode VAR masih menyisakan beberapa kelemahan diantaranya:

1. Penentuan banyaknya *lag* yang menimbulkan masalah baru dalam proses estimasi.
2. Model VAR bersifat apriori atau mengolah data tanpa memanfaatkan teori ekonomi yang ada.
3. Semua variabel yang digunakan dalam VAR harus stasioner, jika belum maka harus di transformasikan agar menjadi stasioner.

B. Macam-Macam Bentuk *Vector Auto Regression* (VAR)

1. *Unrestricted VAR*

Bentuk VAR ini merupakan bentuk VAR biasa yang bebas restriksi. Bentuk restriksi ini terkait dengan permasalahan kointegrasi dan hubungan teoritis. Jika data yang digunakan dalam pembentukan VAR stasioner pada tingkat level, maka bentuk VAR yang digunakan adalah VAR biasa atau VAR tanpa restriksi.

Variasi VAR (biasa) terjadi akibat adanya perbedaan derajat integrasi variabelnya. Kedua bentuk VAR akibat perbedaan derajat integrasi data variabelnya

lebih dikenal dengan nama VAR *in level* dan VAR *in different*. VAR level digunakan ketika data yang digunakan memiliki bentuk stasioner dalam level. Sementara jika data tidak stasioner dalam level, namun tidak memiliki (secara teoritis tidak memerlukan keberadaan) hubungan kointegrasi, maka estimasi VAR dapat dilakukan dalam bentuk *difference*.

2. Restricted VAR (VECM)

VECM (*Vector Errors Correction Model*) merupakan bentuk VAR terestriksi. Striksi tambahan ini harus diberikan karena keberadaan bentuk daya yang tidak stasioner, namun terkointegrasi. VECM kemudian memanfaatkan informasi restriksi kointegrasi tersebut ke dalam spesifikasinya. Karena itu VECM sering disebut sebagai desain VAR bagi *series non stasioner* yang memiliki hubungan kointegrasi.

Spesifikasi VECM meristriksi hubungan jangka panjang variabel-variabel endogen agar konvergen ke dalam hubungan kointegrasinya, namun tetap membiarkan keberadaan dinamisasi jangka pendek. Istilah kointegrasi dikenal juga sebagai istilah *error*, karena deviasi terhadap ekuilibrium jangka panjang dikoreksi secara bertahap melalui series parsial penyesuaian jangka pendek.

3. Structural VAR (S-VAR)

Seperti VECM, S-VAR juga merupakan VAR yang terestriksi, tetapi terdapat perbedaan jenis restriksinya. S-VAR merestriksi berdasarkan hubungan teoritis yang kuat akan skema (peta hubungan) bentuk

urutan (*ordering*) variabel-variabel yang digunakan dalam system VAR. Oleh karena itu, S-VAR juga dikenal sebagai bentuk VAR yang teoritis (*theoretical VAR*).

C. Vector Auto Regression (VAR)

Model-model ekonometrika baik persamaan tunggal maupun persamaan ganda pada umumnya berbentuk persamaan struktural, yaitu model yang dibangun berdasarkan hubungan antar variabel yang mengacu pada teori dan penelitian terdahulu. Model struktural mengharuskan adanya penetapan variabel endogen dan eksogen (*dependen* dan *independen*). Pembentukan model yang melibatkan banyak variabel sebaiknya memperlakukan semua variabel menjadi variabel endogen (Sims, 1980). Seringkali dalam kondisi nyata, tidak selamanya variabel eksogen (*independen*) mempengaruhi variabel endogen (*dependen*), sebaliknya ada pula kondisi dimana variabel endogen mempengaruhi variabel eksogen.

Misalkan dalam suatu model disebutkan kebijakan pemerintah (X) mempengaruhi GDP (Y). Akan tetapi, fakta yang ada juga menyatakan bahwa jika GDP meningkat, maka pemerintah merasa penting mengatur sumber pendapatan pemerintah dengan membuat kebijakan melalui undang-undang. Sehingga model berubah menjadi GDP (X) mempengaruhi kebijakan pemerintah (Y).

Pendekatan yang digunakan dalam metode VAR merupakan pendekatan non struktural. Pendekatan non struktural menggambarkan hubungan kausalitas antar variabel. Semua variabel diasumsikan sebagai variabel

endogen (yaitu ditentukan dalam model). Oleh karena itu model persamaan VAR juga dapat dikatakan sebagai model a-teoritis (tidak berlandaskan teori) mengingat teori ekonomi saja tidak cukup dapat menangkap secara tepat dan lengkap hubungan dinamis antar variabel (Ascarya, 2009).

Metode VAR juga menjawab tantangan kesulitan yang ditemui akibat model struktural yang harus mengacu pada teori. Atau dengan kata lain model VAR tidak banyak tergantung pada teori. Yang perlu diperhatikan dalam menggunakan metode VAR adalah (Nachrowi, 2006):

1. Variabel yang saling berinteraksi (menyebabkan) yang perlu dimasukkan dalam sistem.
2. Banyaknya variabel jeda yang perlu diikutsertakan dalam model yang diharapkan dapat menangkap keterkaitan antar variabel dalam sistem.

Ketika peneliti tidak memiliki kepastian untuk menentukan bahwa suatu variabel adalah eksogen, maka VAR akan memberlakukan masing-masing variabel secara sistematis. Sebagai contoh, kasus variabel yang membiarkan deret waktu atau *time path* s_t , dipengaruhi oleh nilai saat ini dan waktu sebelumnya dari y_t dan membiarkan *time path* y_t dipengaruhi oleh nilai saat ini dan waktu sebelumnya dari s_t (Enders, 2004).

Sistem *bivariate* hubungan tersebut dapat digambarkan seperti persamaan di bawah ini:

$$s_t = b_{10} - b_{12}y_t + Y_{11}s_{t-1} + Y_{12}y_{t-1} + \varepsilon_{st}$$

$$y_t = b_{20} - b_{21}y_t + Y_{21}s_{t-1} + Y_{22}y_{t-1} + \varepsilon_{yt}$$

Dengan mengasumsikan bahwa kedua variabel S_t dan Y_t adalah stasioner: ε_{st} dan ε_{yt} adalah *disturbances* yang memiliki rata-rata nol matriks kovarians terbatas atau bersifat *white noise* dengan standar deviasi yang berurutan σ_s dan σ_y : serta ε_{st} dan ε_{yt} adalah *disturbances* yang independen dengan rata-rata nol dan kovarian terbatas (*uncorrelated white-noise disturbances*), kedua persamaan merupakan orde pertama VAR, karena panjang *lag*-nya hanya satu. Agar persamaan di atas lebih mudah dipahami dan digunakan sebagai alat analisis maka ditransformasikan dengan menggunakan matriks aljabar, dan hasilnya dapat dituliskan secara bersamaan pada persamaan berikut:

$$\begin{bmatrix} 1 & b_{12} & b_{21} & 1 \end{bmatrix} \begin{bmatrix} s_t \\ y_t \end{bmatrix} \\ = \begin{bmatrix} b_{10} & b_{20} \end{bmatrix} + \begin{bmatrix} Y_{11} & Y_{12} & Y_{21} & Y_{22} \end{bmatrix} \begin{bmatrix} s_{t-1} \\ y_{t-1} \end{bmatrix} \\ + \begin{bmatrix} \varepsilon_{st} & \varepsilon_{yt} \end{bmatrix}$$

Atau dalam bentuk lain:

$$Bx_t = \Gamma_0 + \Gamma_1 X_{t-1} + \varepsilon_t$$

Di mana:

$$B = \begin{bmatrix} 1 & b_{12} & b_{21} & 1 \end{bmatrix}, s_t = \begin{bmatrix} s_t & y_t \end{bmatrix}, \Gamma_0 = \begin{bmatrix} Y_{11} & Y_{12} & Y_{21} & Y_{22} \end{bmatrix}, \varepsilon_t = \begin{bmatrix} \varepsilon_{st} & \varepsilon_{yt} \end{bmatrix}$$

Dengan melakukan penggalan antara persamaan dengan B^{-1} atau invers matriks B, maka akan dapat ditentukan model VAR dalam bentuk standar, seperti dituliskan pada persamaan berikut:

$$x_t = A_0 + A_1 x_{t-1} + l_t$$

Keterangan:

$$A_0 = B^{-1}\Gamma_0$$

$$A_1 = B^{-1}\Gamma_1$$

$$l_t = B^{-1} \varepsilon_t$$

Untuk tujuan notasi, maka α_{i0} dapat didefinisikan sebagai elemen ke- i dari vector A_0 , α_{ij} sebagai elemen dalam baris ke- i dan kolom ke- j dari matriks A_1 dan e_{it} sebagai elemen ke- i dari vector e_t . Dengan menggunakan notasi baru yang telah dijelaskan sebelumnya, maka persamaan tersebut dapat ditulis dalam bentuk *ekuivalen* menjadi:

$$s_t = \alpha_{10} + \alpha_{11}s_{t-1} + \alpha_{12}y_{t-1} + \varepsilon_{1t}$$

$$y_t = \alpha_{20} + \alpha_{21}s_{t-1} + \alpha_{22}y_{t-1} + \varepsilon_{2t}$$

Perbedaan antara sistem yang telah disampaikan adalah sistem yang telah disampaikan disebut VAR struktural dan persamaan yang lain disebut VAR standar (Enders, 2024). Secara umum, model VAR dapat ditulis secara sistematis sebagai berikut (Achsan, *et al*, 2005 dalam Ascarya, 2009):

$$x_1 = \mu t + \sum_{i=1}^k x_{t-1} \mu t$$

Keterangan:

- x_1 : *Vector* dari variabel-variabel endogen berdimensi (nx1).
- μ_t : *Vector* dari variabel-variabel eksogen termasuk didalamnya konstanta (*intercept*) dan tren.
- A_1 : Matriks-matriks koefisien berdimensi (nxn).
- u_t : *Vector* dari residual-residual yang secara kontemporer berkorelasi tetapi tidak berkorelasi dengan nilai-nilai *lag* mereka sendiri dan juga tidak berkorelasi dengan seluruh variabel yang ada dalam sisi kanan persamaan di atas.

Beberapa kelebihan model VAR antara lain Gujarati, 2003):

- Kemudahan dalam estimasi, metode *Ordinary Least Square* (OLS) dapat diaplikasikan pada tiap persamaan secara terpisah.
- *Forecast* atau peramalan yang dihasilkan pada beberapa kasus ditemukan lebih baik dari pada yang dihasilkan oleh model persamaan simultan yang kompleks.
- *Impulse Response Function* (IRF) melacak respon dari variable dependen dalam sistem VAR terhadap *shock* dari *error term*.
- *Variance Decomposition*, memberikan informasi mengenai pentingnya masing-masing *error term* dalam mempengaruhi variabel-variabel dalam VAR.

Dengan keunggulan yang dapat menjelaskan kausalitas antar variabel, model VAR masih mempunyai beberapa kekurangan (Gujarati, 2003), diantaranya:

1. Tidak menjelaskan variabel eksogen secara akurat karena model VAR bersifat teoritis sehingga ada beberapa informasi yang hilang.
2. Karena terbebas dari teori-teori, sehingga kurang tepat untuk meramalkan evaluasi analisa kebijakan yang diterapkan.
3. Tidak ada ketentuan jumlah maksimal panjang *lag*. Jika digunakan tiga variabel dengan panjang *lag* delapan, akan didapatkan dua puluh empat parameter *lag* ditambah dengan konstanta pada masing-masing persamaan. Jadi, apabila semakin banyak

persamaan yang digunakan, akan memperbesar derajat bebas dengan semua masalah yang bersangkutan.

4. Pada model VAR, jika model terdiri dari gabungan $I(0)$ dan $I(1)$ maka tidak mudah mentransformasikan data tersebut.
5. Walaupun koefisien secara individu pada estimasi model VAR sulit diinterpretasikan, akan tetapi praktisi menginterpretasikannya dengan *impulse Response Function* (IRF), yaitu untuk memprediksi respon dependen variabel pada model VAR terhadap guncangan akibat *term error*.

D. Vector Error Correction Model (VECM)

Teknik untuk mengoreksi ketidakseimbangan jangka pendek menuju pada keseimbangan jangka panjang $s =$ disebut dengan *Vector Error Correction Model* (VECM) (Nachrowi, 2006). VECM adalah bentuk *Auto Regression* yang terestriksi. Restriksi tambahan ini harus diberikan karena keberadaan bentuk data yang tidak stasioner namun terkointegrasi. VECM kemudian memanfaatkan informasi restriksi terkointegrasi tersebut ke dalam spesifikasi modelnya. Karena itu VECM sering disebut desain VAR bagi *series non-stasioner* yang memiliki hubungan kointegrasi.

Ketika data tidak stasioner pada level, maka data akan ditransformasikan ke dalam bentuk *first difference* yang berakibat hilangnya informasi jangka panjang. Untuk menghindari hal tersebut, digunakanlah VECM.

Model VAR secara umum dapat dirumuskan sebagai berikut (Sorensen, 2005):

$$\Delta x_{t-1} = \mu_t + \Pi x_{t-1} + \sum_{i=1}^r \Gamma_i \Delta x_{t-1} + \mu_t$$

Persamaan di atas menunjukkan dimana Π dan Γ adalah fungsi dari A_i . Matriks Π dapat didekomposisi kedalam dua matriks berdimensi $(n \times r)$ α dan β ; $\Pi = \alpha\beta^T$ dimana α disebut matriks penyesuaian dan β sebagai vector kointegrasi dan r adalah *cointegration rank*. Jika nilai Π sama dengan nol (0), berarti tidak terdapat kointegrasi pada persamaan di atas. Model ini secara implisit sama dengan metode Box-Jenkins.

E. Tahapan Analisis VAR/VECM

Secara garis besar, proses analisis VAR/VECM dapat diuraikan sebagai berikut (Ascarya, 2009):

- Data dasar yang sudah siap ditransformasikan terlebih dahulu dalam bentuk logaritma natural (ln), kecuali untuk data yang dalam bentuk persen atau indeks. Hal ini dilakukan untuk mendapatkan hasil yang konsisten dan valid.
- Uji yang pertama dilakukan adalah uji *unit root*, untuk mengetahui apakah data stasioner atau masih mengandung tren. Jika data stasioner pada levelnya, maka VAR dapat dilakukan pada level. VAR level dapat mengestimasi hubungan jangka panjang antar variabel. Namun jika data tidak stasioner pada levelnya, maka data harus diturunkan pada tingkat pertama (*first difference*) yang mencerminkan data selisih atau perubahan.

- Jika data stasioner pada turunan pertama, maka data akan diuji untuk keberadaan kointegrasi antar variabel. Jika tidak ada kointegrasi antar variabel, maka VAR hanya dilakukan pada turunan pertamanya. Akan tetapi, dalam kondisi seperti ini VAR hanya dapat mengestimasi hubungan jangka pendek antar variabel. *Innovation accounting* tidak akan bermakna untuk hubungan jangka panjang antar variabel. Jika ada kointegrasi antar variabel, maka VECM dapat dilakukan menggunakan data level untuk mendapatkan hubungan jangka panjang antar variabel. VECM dapat mengestimasi hubungan jangka pendek maupun jangka panjang antar variabel. *Innovation accounting* untuk VAR level dan VECM akan bermakna untuk hubungan jangka panjang.

Adapun uji-uji asumsi yang harus dipenuhi dalam analisis VAR/VECM, beberapa uji yang harus dipenuhi adalah sebagai berikut:

1. Uji Stasioneritas

Uji stasioneritas merupakan langkah awal dalam mengestimasi model VAR, untuk memastikan bahwa data yang digunakan adalah stasioner. Stasioneritas juga merupakan salah satu konsep dasar dalam analisis data *time series*. Data *time series* terlebih dahulu harus stasioner dikarenakan terkait dengan metode estimasi yang digunakan. Jika data tidak stasioner, maka peneliti hanya dapat mempelajari 'perilaku' data pada suatu periode tertentu saja berdasarkan berbagai pertimbangan (tidak subyektif) (Nachrowi, 2006). Data *time series* yang bersifat

stasioner akan berujung pada penggunaan VAR dengan metode standar. Sedangkan, data *time series* yang bersifat tidak stasioner (*non stasioner*), akan berimplikasi pada dua pilihan VAR, yaitu VAR dalam bentuk *difference* atau VECM.

Uji stasioneritas dimaksudkan, agar estimasi regresi yang dihasilkan tidak mengandung fenomena *nonsense regression* (*spurious regression*). Kejadian tersebut menggambarkan hubungan variabel yang nampaknya signifikan secara statistik, namun sebenarnya tidak memiliki hubungan. Hal ini dapat dilihat dari nilai R^2 yang mendekati nol, serta nilai R^2 yang lebih besar dari *Durbin-Watson statistic*. Apabila data deret waktu yang digunakan tidak stasioner, maka hanya dapat dilakukan studi pada waktu yang bersangkutan.

Cara menguji stasioneritas data dengan menggunakan uji formal sering disebut uji akar unit (*unit root test*). Metode uji menggunakan *Dickey-Fuller* (DF) *test* dan *Augmented Dickey-Fuller* (ADF) *test*. Sesuai dengan bentuk *trend deterministic* yang dikandung oleh setiap variabel. Menurut Gujarati (2003), suatu data deret waktu dapat dikatakan stasioner jika rata-rata dan variannya konstan sepanjang waktu, yang diikuti dengan nilai kovarians antar dua periode waktu yang hanya bergantung pada jarak atau selang di antara keduanya.

Secara sederhana, suatu data yang stasioner akan bergerak stabil dan konvergen di sekitar nilai rata-ratanya dengan kisaran tertentu (deviasi yang kecil)

tanpa pergerakan *trend* positif maupun negatif. Bentuk persamaan uji stasioneritas tersebut dapat ditulis seperti persamaan.

$$\Delta x_t = \alpha + y_{t-1} + \sum_{i=1}^k \beta \Delta y_{t-i} + \varepsilon$$

Di mana:

ΔY_t = bentuk dari first different.

α_0 = intercept.

Y = variabel yang diuji stasioneritasnya.

P = panjang lag yang digunakan dalam model.

ε = error term.

Bentuk hipotesisnya adalah H_0 model mengandung akar-akar unit, sedangkan H_1 mengandung hipotesis bahwa tidak terdapat akar-akar unit. Pengujian hipotesis statistik di atas dilakukan dengan membandingkan $ADF_{\text{test statistic}}$ hasil regresi dengan t-statistic *Mackinnon Critical Value*. Jika $ADF_{\text{test statistic}}$ hitung lebih kecil dari pada *Mackinnon critical value*, maka H_0 diterima dan H_1 ditolak, artinya tidak cukup bukti untuk menolak hipotesis bahwa di dalam persamaan mengandung akar-akar unit, yang berarti data tidak stasioner. Sebaliknya jika $ADF_{\text{test statistic}}$ hitung lebih besar dari pada *Mackinnon critical value*, maka H_0 ditolak dan H_1 diterima, yang artinya ada cukup bukti untuk menolak hipotesis nol bahwa di dalam persamaan mengandung akar-akar unit, artinya data bersifat stasioner.

Jika berdasarkan hasil dari uji stasioneritas yang menggunakan uji ADF menunjukkan bahwa data dari

seluruh variable yang digunakan belum stasioner pada level, atau memiliki integrasi derajat $I(0)$, maka agar data yang bersifat stasioner dapat dilakukan cara *difference* data, yaitu dengan mengurangi data tersebut dengan periode sebelumnya. Oleh sebab itu dari proses *difference* pertama (*first difference*) ini akan diperoleh data selisih.

Prosedur uji ADF kemudian diaplikasikan kembali untuk menguji data yang telah dilakukan *difference* pertama tadi. Jika hasil yang didapat dari uji ADF kedua ini telah stasioner, maka dapat dikatakan data *time series* tersebut terintegrasi pada derajat pertama $I(1)$ untuk seluruh variabel. Akan tetapi, jika data yang diproses dengan uji ADF ini masih belum stasioner maka diperlukan adanya *differencing* kedua pada data tersebut. Prosedur ini dilakukan terus-menerus hingga data yang ada bersifat stasioner dan dapat diterapkan ke metode selanjutnya.

2. Lag Optimum

Setelah dilakukan uji ADF, maka satu hal yang paling menentukan dalam uji stasionaritas adalah penentuan *lag*. Jika *lag* yang telah ditentukan terlalu sedikit maka residual dari regresi tidak akan menampilkan proses *white noise* sehingga model tidak dapat secara tepat mengestimasi *actual error*. Akibatnya γ dan standar kesalahan tidak diestimasi dengan baik dan jika *lag* dimasukkan terlalu banyak, maka akan berdampak pada adanya pengurangan kemampuan untuk menolak H_0 karena tambahan parameter yang

terlalu banyak akan mengurangi *degrees of freedom* (Gujarati, 2003).

Penetapan *lag* optimal dapat ditentukan dengan cara menetapkan nilai *lag* yang dapat diperoleh dari LR (*Sequential modified LR test statistic*, FPE (*Final Prediction Error*), AIC (*Akaike Information Criteria*), SC (*Schwarz Information Criterion*), HQ (*Hannan-Quinn Information Criterion*).

3. Kointegrasi

Dalam analisis VAR/VECM, kointegrasi digunakan untuk mengetahui keberadaan hubungan jangka panjang antara variabel-variabel yang tidak stasioner. Kointegrasi berarti, walaupun secara individu tidak stasioner, namun kombinasi linier dari dua atau lebih variabel-variabel tersebut dapat menjadi stasioner. Dengan kata lain kombinasi dari variabel-variabel yang tidak stasioner menghasilkan residual yang stasioner.

Dengan demikian, seluruh variabel tersebut bergerak bersama menuju sebuah keseimbangan jangka panjang. Seperti yang sudah dijelaskan sebelumnya penggunaan uji kointegrasi mempersyaratkan hasil uji stasioneritas untuk setiap variabel menunjukkan derajat integrasi yang sama. Penentuan panjang *lag optimum* menjadi unsur penting, karena hasil pengujian kointegrasi dapat sensitif terhadap *lag* yang dipilih. Pengujian kointegrasi dapat menggunakan metode kointegrasi johansen.

F. Instrument Vector Autoregression

Analisis VAR memiliki instrument spesifik yang memiliki fungsi menjelaskan interaksi antar variabel dalam model. Instrument itu meliputi *Impulse Response Function* (IRF) dan *Forecast Error Variance Decomposition* (FEVD), atau bias disebut *Variance Decomposition* (VD). IRF merupakan aplikasi *vector moving average* yang bertujuan melihat berapa lama guncangan dari satu variabel berpengaruh terhadap variabel lain. VD dalam VAR berfungsi untuk menganalisis seberapa besar guncangan dari sebuah variabel mempengaruhi variabel lain.

1. Impulse Response Function (IRF)

Analisis IRF (*Impulse Response Function*) bertujuan untuk mengetahui berapa lama waktu yang dibutuhkan bagi suatu variabel dalam memberikan respon atas perubahan yang terjadi pada variabel lainnya. IRF juga mampu melacak pengaruh kontemporer dari inovasi (*shock*) suatu variabel tertentu sebesar satu standar deviasi terhadap nilai-nilai variabel endogen dalam sistem pada saat ini dan nilai mendatang. Suatu *shock* dari variabel endogen langsung berpengaruh terhadap variabel itu sendiri dan juga diteruskan terhadap seluruh variabel endogen lainnya melalui struktur dinamik dalam model VECM. Dengan kata lain, adanya informasi baru akan memberi *shock* pada suatu variabel, dan selanjutnya akan mempengaruhi variabel itu sendiri dan variabel lainnya dalam model.

Respon suatu variabel terhadap sistem dalam jangka pendek biasanya cukup signifikan dan cenderung berubah. Dalam jangka panjang, respon cenderung konsisten dan semakin kecil (*dampen out*) dari waktu ke waktu. Untuk memudahkan interpretasi, hasil analisis akan disajikan dalam bentuk grafik. Urutan variabel adalah penting di dalam perhitungan IRF dan juga *variance decomposition*. Penentuan urutan variabel pada umumnya berdasarkan pada teori ekonomi dan kajian empiris, khususnya yang terkait dengan variabel mana yang menjadi penyebab dan variabel mana yang menjadi akibat.

2. Variance Decomposition (VD)

Analisis *Variance Decomposition* (VD) atau dikenal sebagai *forecast error variance decomposition* digunakan untuk memprediksi kontribusi persentase varians setiap variabel karena adanya perubahan variabel tertentu dalam sistem. Pengujian ini memberikan informasi mengenai proporsi dari pergerakan pengaruh *shock* pada satu variabel terhadap variabel-variabel lainnya pada saat ini dan periode kedepannya. Dengan demikian, dapat mengetahui seberapa kuat komposisi dari peranan variabel tertentu terhadap variabel lainnya. Lebih lanjut, dapat mengetahui pula *shock* variabel mana yang perannya paling penting dalam menjelaskan perubahan variabel lainnya dalam masa penelitian.

VD melakukan dekomposisi atas perubahan nilai suatu variabel yang disebabkan oleh *shock* variabel sendiri dan *shock* dari variabel lain. Varians residual

yang memprediksi langkah kedepan, dipecah berdasarkan bagian yang bersumber dari variabel itu sendiri dengan yang bersumber dari variabel-variabel lain. Namun secara umum, dapat mengarahkan proporsi varians yang tersebar adalah yang bersumber dari variabel itu sendiri.



BAB 6

ANALISIS *AUTOREGRESSIVE DISTRIBUTED LAG* (ARDL)

A. Pengertian ARDL (*Autoregressive Distributed Lag*)

Model ARDL merupakan kombinasi dari *model Autoregressive* (AR) dan *Distributed Lag* (DL). Model AR memanfaatkan satu atau lebih nilai historis dari variabel dependen bersama dengan variabel independen. Sementara itu, model DL adalah regresi yang mengikutsertakan nilai saat ini dan nilai terdahulu (*lag*) dari variabel independen.

Dalam bidang ekonometrika, model ARDL (*Autoregressive Distributed Lag*) digunakan untuk mempelajari analisis hubungan jangka pendek (***short-term***) dan jangka panjang (***long-term***) antara variabel *dependent* (variabel X) dan variabel *independent* (variabel Y). Model ARDL ini dapat diterapkan pada data yang bersifat stasioner ($I(0)$) maupun data yang bersifat non-stasioner tingkat satu ($I(1)$), dengan syarat bahwa data tersebut selama tidak terdapat variabel yang terintegrasi pada tingkat dua ($I(2)$).

Model ARDL ini sangat bermanfaat dalam analisis data deret (*time-series*) waktu karena dinilai mampu menangani data dengan kombinasi tingkat integrasi $I(0)$ dan $I(1)$. Dengan syarat tidak ada variabel yang terintegrasi pada tingkat $I(2)$. Keunggulan lain dari model ini adalah kemampuannya untuk menguji adanya hubungan kointegrasi jangka panjang antara variabel menggunakan metode *Bounds Testing*.

B. Fungsi dan Kelebihan ARDL

Model ARDL (*Autoregressive Distributed Lag*) menawarkan sejumlah keunggulan yang menjadikannya pilih-

an populer dalam analisis ekonometrika, terutama dalam mengkaji hubungan jangka panjang dan jangka pendek antar variabel. Beberapa kelebihan utamanya adalah sebagai berikut:

- Model ARDL dapat digunakan untuk menganalisis pengaruh hubungan antar waktu dalam data deret waktu (*time-series*).

Metode ini memungkinkan identifikasi pengaruh yang tertunda dari perubahan variabel *independent* terhadap variabel *dependent*. Artinya, model ini tidak hanya mengamati dampak langsung suatu perubahan, tetapi juga mengidentifikasi pengaruh yang muncul setelah beberapa periode atau waktu tertentu.

- Model ARDL bertujuan untuk menilai tingkat kestabilan hubungan, meskipun ukuran sampel kecil.

Metode ARDL dapat dimanfaatkan untuk mengevaluasi kestabilan hubungan antar variabel sepanjang waktu. Model ini berguna untuk mengetahui apakah hubungan tersebut bersifat stabil atau mengalami perubahan dari waktu ke waktu. Tujuan lain dari ARDL ini adalah tetap efektif meskipun digunakan pada data dengan jumlah observasi yang terbatas, berbeda dengan beberapa teknik lain yang memerlukan ukuran sampel banyak untuk menghasilkan estimasi yang bagus.

- Model ARDL dapat digunakan dengan data campuran pada integrasi tingkat "level" dan pada tingkat "*first-difference*."

Model ARDL dapat digunakan pada variabel yang bersifat stasioner pada tingkat "level" atau tingkat "0," dan variabel yang lain stasioner setelah dilakukan estimasi pada "first-difference" atau tingkat "(1)". Dalam model ARDL ini menghendaki tidak boleh ada variabel yang dilakukan pada tingkat "second-difference" atau tingkat "(2)", dikarenakan dapat menyebabkan data tidak valid.

- Model ARDL dapat mengidentifikasi hubungan jangka pendek (*short-term*) dan hubungan jangka panjang (*long-term*).

Model ARDL ini dapat mengidentifikasi dan menganalisis pengaruh atau regresi **hubungan jangka pendek (*short-term*)** dan **hubungan jangka panjang (*long-term*)** antara variabel *independent* dan variabel *dependent* dalam satu model. Sehingga kelebihan dengan model ARDL ini dapat menganalisis lebih detail apakah pengaruh hubungan variabel *independent* dengan variabel *dependent* tersebut hanya bersifat sementara (*temporary*) atau bersifat jangka panjang.

- Model ARDL untuk peramalan variabel *dependent* dan menguji kausalitas.

Model ARDL tidak hanya berguna untuk menganalisis hubungan antar variabel, tetapi juga dapat dimanfaatkan untuk meramalkan nilai variabel dependen di masa depan berdasarkan variabel independen yang telah diketahui. Selain itu, ARDL juga dapat digunakan untuk menguji hubungan kausal, yaitu menilai

apakah perubahan pada suatu variabel dapat menyebabkan perubahan pada variabel lainnya.

- Model ARDL dapat digunakan untuk melakukan uji kointegrasi (*Bound Testing*).

Dalam fitur ARDL ini terdapat pendekatan "***bound test***" untuk menguji adanya hubungan kointegrasi antar variabel, tanpa harus mengetahui secara pasti derajat integrasi variabel. Karena tujuan utama dari ***bound test*** adalah untuk menentukan apakah terdapat **hubungan jangka panjang (*cointegration*)** antara variabel-variabel dalam satu model.

C. Macam-macam ARDL

1. Model ARDL Klasik

Model ARDL Klasik merupakan salah satu bentuk yang paling sering digunakan, terdiri atas satu variabel dependen dan satu variabel independen, masing-masing dimasukkan dengan satu periode *lag* dalam model. Ciri analisis dari model ini adalah dengan diestimasi menggunakan metode OLS (*Ordinary Least Squares*), dan menggunakan pendekatan ***Bounds Testing*** untuk uji kointegrasi.

2. ARDL ECM (*Error Correction Model*)

Model *Error Correction* ARDL (ECM ARDL) merupakan pengembangan dari model ARDL yang digunakan untuk mengevaluasi hubungan jangka pendek dan jangka panjang antar variabel. Model ini menyertakan komponen koreksi kesalahan (*error correction term*) guna menunjukkan seberapa cepat variabel dependen

menyesuaikan diri kembali ke keseimbangan jangka panjang setelah mengalami gangguan sementara. Adapun ciri dari model ARDL ini adalah mensyaratkan adanya **Error Correction Term (ECT)** di dalam analisisnya.

3. Model ARDL *Bounds Test*

ARDL *Bounds Test* atau Uji Batas ARDL bertujuan untuk mengidentifikasi adanya hubungan jangka panjang antara variabel dependen dan independen. Metode ini menilai signifikansi koefisien jangka panjang dalam model ARDL. Hasil pengujian ini membantu menentukan apakah hubungan yang terjadi bersifat jangka panjang atau hanya terbatas pada jangka pendek.

4. ARDL Panel

Analisis panel merupakan gabungan *cross-section* dan *time series*). Regresi ARDL Panel digunakan untuk memperoleh estimasi dengan mempertimbangkan karakteristik masing-masing individu secara terpisah, dengan asumsi bahwa terdapat hubungan kointegrasi jangka panjang antara variabel-variabel yang memiliki *lag*. Fungsi dari ARDL digunakan untuk menganalisis apakah *lag* dari setiap variabel berada pada tingkat integrasi $I(0)$ atau $I(1)$. Hasil regresi ARDL menghasilkan statistik uji yang dibandingkan dengan dua nilai kritis secara *asyimptotic*. Namun karakteristik lain dari analisis ARDL Panel yaitu terdapat beberapa pengujian tambahan yang perlu dilakukan.

D. Langkah-langkah Uji ARDL

1. Uji Stasioneritas (*Unit Root Test*)

Unit Root Test atau Uji akar unit digunakan untuk mengevaluasi apakah suatu data bersifat stasioner atau tidak. Dalam bidang statistika dan ekonometrika, salah satu metode yang umum dipakai untuk menguji stasioneritas adalah uji *Augmented Dickey-Fuller* (ADF). Uji ini menetapkan adanya akar unit sebagai hipotesis nol (H_0). Sebelum menerapkan model ARDL, penting untuk terlebih dahulu melakukan uji stasioneritas guna memastikan bahwa tidak ada variabel yang memiliki orde integrasi dua [$I(2)$], karena model ARDL hanya dapat digunakan untuk variabel yang stasioner pada tingkat $I(0)$ atau yang terintegrasi pada tingkat pertama, yaitu $I(1)$.

Uji akar unit ini penting dilakukan untuk mengetahui apakah data menunjukkan tren atau pola tertentu seiring waktu (*non-stasioner*), atau justru memiliki nilai rata-rata dan varians yang tetap dari waktu ke waktu (*stasioner*). Model ARDL tidak dapat diterapkan apabila terdapat variabel yang terintegrasi pada tingkat $I(2)$ atau lebih tinggi.

Interpretasi hasil pada Uji Stasioneritas **menyatakan bahwa** jika nilai **p-value < 0.05**, maka hipotesis nol (H_0) ditolak, yang berarti data bersifat **stasioner**. Sementara itu, jika nilai **p-value > 0.05**, maka hipotesis nol (H_0) gagal tolak atau diterima, yang berarti data bersifat **non-stasioner**. Berikut ini contoh pengambilan kesimpulan dari uji akar unit:

Tabel 1. Standar Pengambilan Keputusan Uji Stasioneritas

| Variabel | Unit Root Test | Keterangan | Keterangan | Pengambilan Keputusan |
|---------------|----------------|--------------------|----------------------|-----------------------|
| Variabel (X1) | I(0) | Hipotesis ditolak | Stasioner | Bisa ARDL |
| Variabel (X2) | I(1) | Hipotesis ditolak | Stasioner | Bisa ARDL |
| Variabel (X3) | I(2) | Hipotesis diterima | Non-stasioner | Tidak Bisa ARDL |
| Variabel (Y) | I(2) | Hipotesis diterima | Non-stasioner | Tidak Bisa ARDL |
| Variabel (Z) | I(0) | Hipotesis ditolak | Stasioner | Bisa ARDL |

2. Uji Output Lag Optimum (Estimasi Penentuan Model ARDL yang Optimal)

Uji *lag optimum* merupakan langkah dalam analisis data runtun waktu (*time-series*) yang bertujuan untuk menentukan jumlah *lag* (periode keterlambatan) yang paling tepat untuk dimasukkan ke dalam model ARDL (*Autoregressive Distributed Lag*). Proses

ini membantu mengidentifikasi seberapa banyak periode sebelumnya yang perlu dilibatkan dalam model agar hasil estimasi menjadi akurat dan efisien, serta terhindar dari kesalahan spesifikasi atau *overfitting*.

Pemilihan jumlah *lag optimum* biasanya didasarkan pada kriteria tertentu, seperti *Akaike Information Criterion* (AIC), dan model ARDL kemudian dibangun dengan menggunakan *lag* yang telah ditentukan tersebut.

Tujuan dari uji *Output Lag Optimum* adalah untuk menentukan struktur dan pola model terbaik, menghindari kesalahan spesifikasi (*underfitting* atau *overfitting*), mendapatkan estimasi yang stabil dan dapat diandalkan, dan memaksimalkan akurasi prediksi.

3. Uji *Cointegration Lag*

Uji kointegrasi dengan penambahan *Lag* merupakan elemen krusial dalam analisis deret waktu (*time-series*), yang bertujuan untuk mengidentifikasi apakah terdapat hubungan jangka panjang yang konsisten antara dua atau lebih variabel yang bersifat *non-stasioner*.

Terdapat dua jenis dari uji *Cointegration Lag*, yaitu:

a. Uji *Cointegration Lag* dengan *Engle-Granger*

Uji *Engle-Granger* digunakan ketika hanya menggunakan dua variabel yang dianalisis. Dalam uji ini ada dua tahap, tahap pertama melibatkan

regresi satu variabel terhadap variabel lainnya. Tahap kedua adalah pengujian stasioneritas terhadap sisa hasil regresi (residual). Penambahan *lag* dalam uji stasioneritas residual, seperti pada uji ADF, dilakukan untuk menangkap dinamika data secara lebih akurat.

b. Uji *Cointegration Lag* dengan Uji Johansen

Uji Johansen lebih sesuai digunakan untuk menganalisis dengan lebih dari dua variabel *independent* maupun variabel *dependent*. Pendekatan uji Johansen ini menggunakan model VAR (*Vector Autoregression*) yang kemudian dikembangkan menjadi VECM (*Vector Error Correction Model*). Pemilihan jumlah *lag* didasarkan pada kriteria informasi seperti AIC, BIC, dan HQIC untuk menghindari risiko *overfitting* atau *underfitting* pada model.

4. Uji Diagnostik Model

Uji diagnostik model merupakan tahap evaluasi statistik yang dilakukan setelah model ekonometrik, dalam hal ini adalah analisis menggunakan ARDL dibentuk, dengan tujuan untuk menguji apakah model tersebut valid, andal, dan memenuhi asumsi dasar. Uji **diagnostik model** meliputi serangkaian uji asumsi klasik seperti Uji autokorelasi, uji heteroskedastisitas, uji normalitas, dan uji stabilitas (CUSUM dan CUSUMQ). Adapun tujuan utama dari uji diagnostik adalah untuk:

a. Memastikan terpenuhinya asumsi klasik.

- b. Mengidentifikasi potensi masalah dalam estimasi dan interpretasi.
- c. Menilai kualitas residual.
- d. Serta mengevaluasi stabilitas model sepanjang waktu.

E. Tahapan-tahapan Umum dalam Analisis ARDL

ARDL adalah metode regresi yang digunakan dalam analisis runtun waktu untuk mengevaluasi hubungan **jangka pendek dan jangka panjang** antara dua atau lebih variabel. Metode ini umum dipakai dalam studi ekonometrika, terutama untuk menilai hubungan antar variabel ekonomi. Adapun **tahapan-tahapan dalam pengolahan data analisis ARDL adalah sebagai berikut:**

- **Penentuan Variabel**

Tentukan variabel *dependent* (yang diprediksi) dan variabel *independent* (yang mempengaruhi).

- **Pemilihan Orde *Lag***

Tentukan jumlah *lag* optimal untuk setiap variabel dengan menggunakan kriteria seperti **AIC** atau **BIC**.

- **Estimasi Model**

Bangun model ARDL berdasarkan orde lag yang dipilih. Misalnya, **ARDL (2,1)** berarti dua *lag* untuk variabel dependen dan satu *lag* untuk variabel independen.

- **Uji Signifikansi Koefisien**

Gunakan uji **T-statistik dan F-statistik** untuk menilai pengaruh masing-masing koefisien dan keseluruhan model.

- **Uji Stabilitas**

Pastikan model stabil dari waktu ke waktu menggunakan uji seperti **CUSUM** atau **CUSUMSQ**.

- **Uji Kesesuaian Model**

Periksa asumsi klasik regresi, seperti **homoskedastisitas dan normalitas residual**, untuk memastikan model valid.

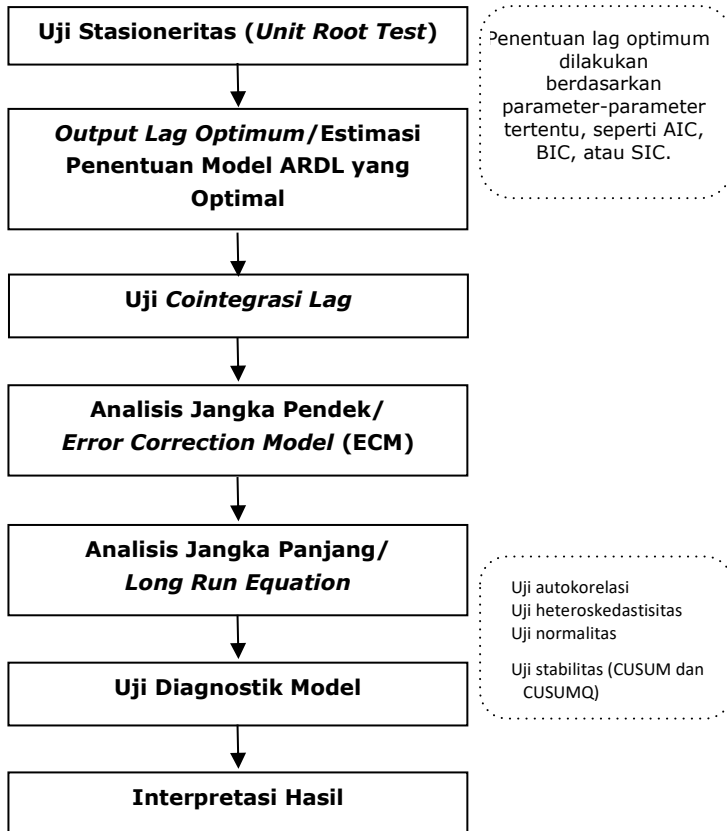
- **Interpretasi**

Evaluasi apakah hubungan jangka panjang signifikan dan bagaimana pengaruh variabel bebas terhadap variabel dependen.

- **Validasi Model**

Uji kemampuan model dalam memprediksi dengan data baru (*out-of-sample*).

F. Prosedur Pengolahan Data



DAFTAR PUSTAKA

- Arikunto, Suharsimi. *Prosedur Penelitian suatu Pendekatan Praktek*. Jakarta: PT Rineka Cipta, 2025.
- Basuki, Agus Tri. *Analisis Regresi dalam Penelitian Ekonomi dan Bisnis*. Depok: PT. Raja Grafindo Persada, 2016.
- Basuki, Agus Tri. *Analisis Data Panel dalam Penelitian Ekonomi dan Bisnis (Dilengkapi dengan Penggunaan Eviews)*. Yogyakarta, 2021.
- Fajri, Zen Nasrudin. Dkk. "The Influence of Islamic Bank and Zakat on Unemployment in Urban and Rural Areas of Indonesia." *Al-Mustashfa: Jurnal Penelitian Hukum Ekonomi Syariah*, Vol. 9, No. 1, (2024).
- Ghozali, Imam. *Aplikasi Analisis Multivariate dengan Program SPSS*. Semarang: Universitas Diponegoro, 2016.
- Harlan, Johan. *Analisis Regresi Linier*. Depok: Penerbit Gunadarma, 2018.
- Huda, Miftahul. Dkk. "Analysis of Macroeconomi Factor Effect on the Stock Price Index in Jakarta Islamic Index." *Dialektika: Jurnal Ekonomi dan Ilmu Sosial*, Vol. 9, No. 1, (2024).
- Imari, Iqbal. Dkk. "Determinants of Participation in The Utilization of Islamic Microfinance Products: Empirical Studies Using the Theory of Planned Behavior (TPB) Approach in Indonesia." *Ihtifaz: Journal of Islamic Economics, Finance, and Banking*, Vol. 6, No. 2, (2023).

- Indartini, Mintarti. Mutmainah. *Analisis Data Kuantitatif Uji Instrumen, Uji Asumsi Klasik, Uji Korelasi dan Regresi Linier Berganda*. Klaten: Penerbit Lakeisha, 2024.
- Reza, Widya. *Analisis Regresi: Pendekatan Praktis dan Sistematis*. Purbalingga: Eureka Media Aksara, Juli 2024.
- Suminto, Ahmad. Dkk. "Comparative Analysis of the Influence of Monetary Instruments on the Real Sector: An Empirical Study of Indonesia's IPI." *Muslim Heritage*, Vol. 9, No. 2, (2024).
- Suminto, Ahmad. Dkk. "The Nexus between Financial Development and Carbon Emission in OIC Countries." *Islamic Economics Journal*, Vol. 10, No. 1, (2024).
- Wijaya, Ericc. Dkk. *Buku Ajar Ekonometrika*. Jambi: PT. Sonpedia Publishing Indonesia, 2023.

BIOGRAFI PENULIS



Ahmad Suminto, riwayat pendidikan tinggi dimulai dengan menempuh pendidikan Sarjana (S-1) di Program Studi Hukum Ekonomi Syariah (HES), Fakultas Syariah, IAIN Ponorogo, menyelesaikan studi tahun 2017. Kemudian melanjutkan ke Program Pascasarjana (S-2) di perguruan tinggi yang sama dengan mengambil Program Studi Ekonomi

Syariah, selesai pada tahun 2019. Tahun 2025 mengambil Studi S-3 (*doctoral*) Prodi Ekonomi Syariah di UIN Sayyid Ali Rahmatullah Tulungagung. Saat ini aktif mengajar di Program Studi Ekonomi Islam, Fakultas Ekonomi dan Manajemen, Universitas Darussalam Gontor, Ponorogo, Indonesia.

Selain aktivitasnya mengajar, penulis juga aktif meneliti dan publikasi dengan menggunakan metode-metode ekonometrika seperti hasil penelitian:

Judul "*Comparative Analysis of the Influence of Monetary Instruments on the Real Sector: An Empirical Study of Indonesia's IPI*," terbit tahun 2024, dengan menggunakan metode analisis ARDL. Judul "*The influence of islamic bank and zakat on unemployment in urban and rural areas of Indonesia*," terbit tahun 2024, dengan menggunakan metode

analisis ARDL. Judul *"The Nexus Between Financial Development and Carbon Emission in OIC Countries"* terbit pada tahun 2024, dengan menggunakan metode analisis Regresi Data Panel. Judul *"Analysis of The Influence of Sharia Capital Market and Sharia Macroeconomic Variables on Indonesia's Economic Growth,"* terbit tahun 2023, dengan menggunakan metode analisis VAR/VECM. Judul *"Determinants of Participation in the Utilization of Islamic Microfinance Products: Empirical Studies using the Theory of Planned Behavior (TPB) Approach in Indonesia,"* terbit tahun 2023, dengan menggunakan metode SEM-PLS. Judul *"The Factors Influence on the Buying Interest among Muslim Consumers of Micro, Small and Medium Enterprises' in Pasar Lama Tangerang, Indonesia,"* terbit tahun 2023, dengan menggunakan metode Analisis Regresi Linier Berganda.



Miftahul Huda, riwayat pendidikan tinggi dimulai dengan menempuh pendidikan Sarjana (S-1) di Program Studi Ekonomi Islam (S.E.I.) Fakultas Syariah Institut Studi Islam Darussalam (ISID Gontor) Ponorogo, Indonesia. Menyelesaikan studi pada tahun 2013. Kemudian melanjutkan ke Program Pasca-

sarjana (S-2) di Universitas Islam Indonesia (UII) Yogyakarta, Indonesia. Fakultas Ilmu Agama Islam (FIAI) dengan Konsentrasi Ekonomi Islam (M.E.), menyelesaikan studi pada tahun 2016. Saat ini penulis aktif menjadi dosen di Program Studi Ekonomi Islam, Fakultas Ekonomi dan Manajemen, Universitas Darussalam Gontor, Ponorogo, Indonesia.

Selain aktivitasnya mengajar, penulis juga aktif meneliti dan publikasi dengan menggunakan metode-metode ekonometrika seperti hasil penelitian:

Judul *"The Effect of Macroeconomic Variables on the Profitability of Islamic Commercial Banks in Indonesia,"* terbit tahun 2024, dengan menggunakan metode analisis VAR/VECM. Judul *"The Health Level of Islamic Commercial Banks in Indonesia: The Camel Approach Analysis,"* terbit tahun 2024, dengan menggunakan pendekatan CAMEL. Judul *"Analysis of the Effect of Novel Coronavirus 2019 (Covid-19) Spreading Toward Sharia Stock Market in Indonesia"* terbit pada tahun 2024, dengan menggunakan metode analisis VAR/VECM. Judul *"Analysis of Macroeconomic Factor Effect on the Stock Price Index in Jakarta Islamic Index,"* terbit tahun 2024, dengan menggunakan metode analisis VAR/VECM.

Judul "*Analysis The Influence of Sharia Capital Market and Sharia Macroeconomic Variables on Indonesia's Economic Growth*", terbit tahun 2023, dengan menggunakan metode analisis VAR/VECM. Judul "*The Effect of Dow Jones Industrial Average (DJIA) and Macroeconomic Variables on Indonesia's Sharia Stock Index (ISSI) over the Period 2012-2021,*" terbit tahun 2023, dengan menggunakan metode Analisis VAR/VECM. Judul "*The Determinants of the Net Asset Value of Sharia Mutual Funds in Indonesia,*" terbit tahun 2023, dengan menggunakan metode Analisis VAR/VECM.