

BAB I PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Analisis regresi linear merupakan metode statistik yang digunakan untuk menganalisis hubungan antara variabel dependen dan satu atau lebih variabel independen. Estimasi parameter dalam analisis regresi linear dapat diperoleh menggunakan metode *Ordinary Least Square* (OLS) yang menghasilkan estimasi bersifat tak bias dengan varians minimum. Namun, metode OLS mengasumsikan terpenuhinya asumsi klasik, seperti normalitas, homokedastisitas, non-autokorelasi, dan non-multikolinearitas (Gujarati & Porter, 2010). Jika asumsi ini tidak terpenuhi, estimasi parameter dapat menjadi kurang valid dan akurat.

Salah satu asumsi klasik yang biasa tidak terpenuhi pada data *time series* adalah autokorelasi, yaitu ketergantungan antara nilai pengamatan dalam suatu periode dengan periode sebelumnya. Keberadaan autokorelasi menyebabkan estimasi parameter regresi menjadi tidak efisien karena varians dari parameter menjadi tidak minimum meskipun tetap tak bias dan konsisten (Budi dkk., 2024). Salah satu metode yang dapat digunakan untuk mengatasi autokorelasi adalah Prais Winsten, yaitu metode yang memperbaiki autokorelasi dengan memodifikasi struktur galat tanpa membuang data pada pengamatan pertama. Nilai koefisien autokorelasi (ρ) dalam metode ini dapat diestimasi terlebih dahulu secara iteratif (Greene, 2003).

Selain itu, ketika analisis regresi menggunakan lebih dari satu variabel independen maka dapat menimbulkan masalah multikolinearitas, yaitu adanya korelasi tinggi antar variabel independen. Multikolinearitas dapat menyebabkan estimasi parameter regresi menjadi kurang akurat (Budi dkk., 2024). Salah satu metode yang dapat digunakan untuk mengatasi multikolinearitas adalah metode *Ridge Regression* yang merupakan pengembangan dari metode OLS dengan menambahkan nilai tetapan bias (K) sehingga diperoleh varians yang minimum (Hoerl & Kennard, 1970). Penentuan nilai K dapat dilakukan melalui beberapa metode, seperti *Ridge Trace* yang diperkenalkan oleh Hoerl & Kennard (1970), metode lanjutan oleh Hoerl, Kennard & Baldwin (1975), serta pendekatan dari Lawless & Wang (1976) (Rosyadi, 2018).

Ketika data mengalami multikolinearitas dan autokorelasi sekaligus, estimasi menggunakan OLS menjadi tidak optimal sehingga metode *Ridge Regression* yang dikombinasikan dengan koreksi autokorelasi Prais Winsten dapat digunakan untuk mengatasi kedua permasalahan tersebut. Autokorelasi dapat diatasi terlebih dahulu



transformasi Prais Winsten. Selanjutnya, hasil transformasi menggunakan *Ridge Regression* untuk mengatasi dengan nilai K optimal yang telah diperoleh sebelumnya (Sari, 2024). Analisis model *Ridge Regression* dengan koreksi autokorelasi ini dapat ditinjau melalui penerapannya pada data nilai tukar dolar Amerika Serikat (USD).

Nilai tukar mata uang merupakan indikator utama yang mencerminkan stabilitas ekonomi suatu negara. Fluktuasi nilai tukar dapat memberikan dampak besar terhadap sektor perdagangan, investasi, dan stabilitas harga barang serta jasa (Avedish dkk., 2025). Saat ini, nilai tukar Rupiah terhadap USD mengalami pelemahan yang menjadikannya salah satu mata uang dengan nilai terendah di dunia. Pelemahan ini disebabkan oleh tekanan ekonomi global serta permasalahan domestik dalam beberapa tahun terakhir (Miftahudin, 2025). Berdasarkan data Bank Indonesia (2025), nilai tukar Rupiah terhadap USD berada di kisaran Rp16.000 per USD. Oleh karena itu, penting untuk memahami faktor-faktor yang memengaruhi pergerakan nilai tukar Rupiah serta dampaknya terhadap perekonomian Indonesia.

Beberapa faktor yang dapat memengaruhi nilai tukar Rupiah terhadap USD antara lain inflasi, jumlah uang beredar, suku bunga, serta aktivitas ekspor dan impor. Inflasi yang tinggi dapat menyebabkan depresiasi Rupiah karena menurunkan daya beli masyarakat sehingga permintaan terhadap Rupiah menurun. Peningkatan jumlah uang beredar juga berkontribusi terhadap pelemahan nilai tukar karena mendorong kenaikan harga produk domestik. Sebaliknya, kenaikan suku bunga dapat memperkuat Rupiah dengan menarik modal asing. Sementara itu, ekspor yang meningkat berpotensi menguatkan Rupiah karena berkontribusi terhadap penerimaan devisa negara, sedangkan impor yang lebih tinggi cenderung melemahkannya karena meningkatkan permintaan terhadap mata uang asing terutama USD (Pardasia & Syafitri, 2024).

Penelitian sebelumnya telah menerapkan *Ridge Regression* dengan koreksi autokorelasi Prais Winsten untuk mengatasi multikolinearitas dan autokorelasi. Lestari dkk. (2022) membuktikan efektivitas *Ridge Trace* dalam menangani multikolinearitas pada data angka kematian bayi. Habibah (2017) menunjukkan keunggulan Prais Winsten dalam mengoreksi autokorelasi dibanding *Cochrane-Orcutt*. Sari (2021) menemukan bahwa metode *Ridge Regression* dikombinasikan dengan Prais Winsten memberikan estimasi parameter yang lebih akurat dibanding OLS pada kasus Covid-19 di ASEAN. Berbeda dengan pendekatan subjektif dalam penentuan nilai K pada *Ridge Trace*, penelitian ini menentukan nilai K secara optimal melalui minimisasi *Mean Square Error* (MSE).

Data bulanan nilai tukar Rupiah terhadap USD beserta faktor-faktor yang diduga memengaruhinya telah dikumpulkan selama empat tahun terakhir. Kondisi ini memungkinkan adanya hubungan yang kuat antar variabel independen serta ketergantungan nilai pengamatan dalam satu periode dengan periode sebelumnya. Oleh karena itu, penelitian ini akan berfokus pada pembentukan model *Ridge* koreksi autokorelasi Prais Winsten, disertai pemilihan nilai K dengan *Trace*, dan identifikasi faktor-faktor yang memengaruhi nilai tukar Rupiah terhadap USD di Indonesia selama periode 2021-2024.



1.2 Tujuan dan Manfaat Penelitian

Berdasarkan latar belakang, tujuan penelitian ini adalah sebagai berikut:

1. Memperoleh bentuk estimasi parameter model *Ridge Regression* dengan koreksi autokorelasi Prais Winsten dalam pemodelan nilai tukar Rupiah terhadap USD di Indonesia pada periode 2021-2024.
2. Mengidentifikasi faktor-faktor yang berpengaruh secara signifikan terhadap nilai tukar Rupiah terhadap USD di Indonesia pada periode 2021-2024.

Adapun manfaat yang diharapkan dari penelitian ini adalah sebagai berikut:

1. Meningkatkan wawasan bagi pembaca maupun penulis mengenai penerapan metode *Ridge Regression* dengan koreksi autokorelasi Prais Winsten dalam pemodelan data ekonomi, khususnya nilai tukar Rupiah terhadap USD.
2. Memberikan referensi bagi pembuat kebijakan dalam merumuskan strategi stabilisasi nilai tukar Rupiah terhadap USD berdasarkan faktor-faktor ekonomi yang signifikan.

1.3 Batasan Masalah

Batasan masalah dalam penelitian ini adalah sebagai berikut:

1. Data yang digunakan merupakan data bulanan nilai tukar Rupiah terhadap USD di Indonesia selama periode 2021-2024 dengan lima variabel independen, yaitu inflasi, jumlah uang beredar, suku bunga acuan, ekspor, dan impor.
2. Metode yang digunakan untuk menentukan nilai tetapan bias (K) pada *Ridge Regression* adalah *Ridge Trace* dengan pendekatan minimisasi MSE, sedangkan estimasi koefisien autokorelasi (ρ) dilakukan melalui metode Prais Winsten.

1.4 Landasan Teori

1.4.1 Regresi Linear

Analisis regresi linear adalah metode statistik yang digunakan untuk memodelkan hubungan antara variabel dependen dengan satu atau lebih variabel independen. Analisis regresi linear terdiri dari dua bentuk, yaitu regresi linear sederhana dan linear berganda. Secara umum, model regresi linear dengan p variabel independen dapat dinyatakan seperti pada Persamaan (1).

$$Y_i = \beta_0 + \sum_{j=1}^p \beta_j X_{ij} + \varepsilon_i, \quad i = 1, 2, \dots, n ; j = 1, 2, \dots, p \quad (1)$$



dependen pada pengamatan ke- i
 X_{ij} ke- i pada variabel independen ke- j

β_j regresi dari variabel independen ke- j

ε_i matan ke- i

n : jumlah pengamatan

Persamaan (1) dapat dituliskan dalam notasi matriks seperti Persamaan (2).

$$Y = X\beta + \varepsilon \quad (2)$$

dengan

Y : vektor variabel dependen berukuran $n \times 1$

X : matriks variabel independen berukuran $n \times (p + 1)$

β : vektor parameter regresi berukuran $(p + 1) \times 1$

ε : vektor galat berukuran $n \times 1$

(Gujarati & Porter, 2010).

1.4.2 Ordinary Least Square

Penduga $\hat{\beta}_0, \hat{\beta}_1, \hat{\beta}_2, \dots, \hat{\beta}_p$ dengan menggunakan metode kuadrat terkecil atau *Ordinary Least Square* (OLS) dapat diperoleh dengan meminimumkan jumlah kuadrat galat.

$$\begin{aligned} \varepsilon_i &= Y_i - \hat{\beta}_0 - \hat{\beta}_1 X_{i1} - \hat{\beta}_2 X_{i2} - \dots - \hat{\beta}_p X_{ip} \\ \sum \varepsilon_i^2 &= \sum (Y_i - \hat{\beta}_0 - \hat{\beta}_1 X_{i1} - \hat{\beta}_2 X_{i2} - \dots - \hat{\beta}_p X_{ip})^2 \end{aligned} \quad (3)$$

Dalam notasi matriks, meminimumkan jumlah kuadrat galat dapat dicapai dengan meminimumkan $\sum_{i=1}^n \varepsilon_i^2$.

$$\begin{aligned} \sum_{i=1}^n \varepsilon_i^2 &= \varepsilon_1^2 + \varepsilon_2^2 + \dots + \varepsilon_n^2 \\ &= [\varepsilon_1 \quad \varepsilon_2 \quad \dots \quad \varepsilon_n] \begin{bmatrix} \varepsilon_1 \\ \varepsilon_2 \\ \vdots \\ \varepsilon_n \end{bmatrix} \\ &= \varepsilon' \varepsilon \end{aligned} \quad (4)$$

dimana $\varepsilon = Y - X\hat{\beta}$ sehingga

$$\begin{aligned} \sum_{i=1}^n \varepsilon_i^2 &= \varepsilon' \varepsilon \\ &= (Y - X\hat{\beta})'(Y - X\hat{\beta}) \\ &= (Y' - \hat{\beta}'X')(Y - X\hat{\beta}) \\ &= Y'Y - 2\hat{\beta}'X'Y + \hat{\beta}'X'X\hat{\beta} \end{aligned} \quad (5)$$

Selanjutnya, untuk menentukan penduga regresi linear dapat dihitung dari turunan pertama Persamaan (5) secara parsial terhadap $\hat{\beta}$,

$$\begin{aligned} \frac{\partial(\varepsilon' \varepsilon)}{\partial \hat{\beta}} &= \frac{\partial(Y'Y - 2\hat{\beta}'X'Y + \hat{\beta}'X'X\hat{\beta})}{\partial \hat{\beta}} \\ &= -X'Y + X'X\hat{\beta} \end{aligned} \quad (6)$$

kuadrat galat minimum diperoleh dari $\hat{\beta}$ yang memenuhi

$$\frac{\partial(\varepsilon' \varepsilon)}{\partial \hat{\beta}} = 0 \text{ sehingga diperoleh Persamaan (7).}$$

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

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

$$\hat{\beta} = (X'X)^{-1}(X'Y) \quad (7)$$



Penduga yang dihasilkan dari OLS akan memiliki sifat tidak bias, linear, dan varians yang minimum atau biasa disebut BLUE (*best linier unbiased estimators*) (Gujarati & Porter, 2010).

1.4.3 Asumsi Klasik Analisis Regresi

Asumsi klasik dalam analisis regresi penting dilakukan untuk memastikan bahwa model yang dibangun dapat diinterpretasikan dengan benar dan menghasilkan estimasi yang akurat. Asumsi tersebut seperti, normalitas, homokedastisitas, non-autokorelasi, dan non-multikolinearitas. Apabila asumsi-asumsi tersebut tidak terpenuhi maka akan menyebabkan hasil model regresi menjadi salah sehingga dapat berdampak negatif pada keputusan yang diambil berdasarkan model tersebut (Budi dkk., 2024). Berikut penjelasan dari jenis uji asumsi klasik.

a. Uji Normalitas

Uji normalitas digunakan untuk mengetahui apakah galat dari data berdistribusi normal atau tidak. Model regresi yang baik apabila data memiliki nilai galat yang berdistribusi normal. Cara mendeteksi data berdistribusi normal dapat diuji menggunakan uji *Jarque Berra*.

Hipotesis:

$H_0 : \varepsilon \sim N(\mu, \sigma^2)$ (galat berdistribusi normal)

$H_1 : \varepsilon \not\sim N(\mu, \sigma^2)$ (galat tidak berdistribusi normal)

Statistik uji:

$$JB = \frac{n}{6} \left[S^2 + \frac{(K - 3)^2}{4} \right] \sim \chi^2_{(\alpha; p)} \quad (8)$$

dengan nilai S dan K , yaitu *Skewness* dan *Kurtosis*.

$$S = \frac{\frac{1}{n} \sum_{i=1}^n (\varepsilon_i - \bar{\varepsilon})^3}{\left(\frac{1}{n} \sum_{i=1}^n (\varepsilon_i - \bar{\varepsilon})^2 \right)^{\frac{3}{2}}}$$

$$K = \frac{\frac{1}{n} \sum_{i=1}^n (\varepsilon_i - \bar{\varepsilon})^4}{\left(\frac{1}{n} \sum_{i=1}^n (\varepsilon_i - \bar{\varepsilon})^2 \right)^2}$$

dengan

$\bar{\varepsilon}$: rata-rata nilai galat

Tingkat signifikansi $\alpha = 0,05$

Kriteria:

Jika nilai uji $JB > \chi^2_{(\alpha; p)}$ atau $p - value > 0,05$, maka data berdistribusi lain, jika nilai uji $JB < \chi^2_{(\alpha; p)}$ atau $p - value < 0,05$, maka berdistribusi normal (Gujarati & Porter, 2010).

astisitas

stisitas adalah setiap nilai dari variabel independen memiliki galat yang bersifat konstan. Uji homokedastisitas digunakan untuk apakah dalam model regresi linear terdapat ketidaksamaan



varians antar galat data. Uji homokedastisitas dapat menggunakan uji *Lagrange Multiplier* (LM) atau disebut juga Uji *Breusch Pagan* (BP).

Hipotesis:

$H_0 : \sigma_1^2 = \sigma_2^2 = \dots = \sigma_n^2$ (terjadi homokedastisitas pada galat)

$H_1 : \text{minimal terdapat satu } \sigma_i^2 \neq \sigma_{i^*}^2, i \neq i^* = 1, 2, \dots, n$

(tidak terjadi homokedastisitas pada galat)

Statistik uji:

$$LM = nR^2 \sim \chi^2_{(\alpha;p)} \quad (9)$$

dengan R^2 adalah koefisien determinasi regresi.

Tingkat signifikansi $\alpha = 0,05$

Kriteria:

Jika nilai $LM < \chi^2_{(\alpha;p)}$ atau $p - \text{value} > 0,05$, maka terjadi homokedastisitas.

Sebaliknya, jika nilai $LM > \chi^2_{(\alpha;p)}$ atau $p - \text{value} < 0,05$, maka tidak terjadi homokedastisitas (Gujarati & Porter, 2010).

c. Uji Multikolinearitas

Multikolinearitas adalah keadaan dimana terjadi korelasi yang kuat antar variabel independen. Model regresi yang baik adalah tidak terjadi multikolinearitas. Uji multikolinearitas dapat dilakukan dengan menggunakan statistik nilai *Variance Inflation Factor* (VIF). Ketika terdapat korelasi tinggi antar variabel independen, nilai VIF akan meningkat, sedangkan jika variabel independen tidak berkorelasi, nilai VIF mendekati 1. Nilai VIF dapat dihitung dengan Persamaan (10).

$$VIF_j = \frac{1}{1 - R_j^2} \quad (10)$$

dengan R_j^2 adalah koefisien determinasi antar variabel independen. Jika nilai $VIF \leq 10$, maka data tidak mengalami multikolinearitas. Sebaliknya, jika nilai $VIF > 10$, maka data mengalami multikolinearitas (Santoso, 2012).

d. Uji Autokorelasi

Autokorelasi adalah kondisi dimana terdapat hubungan antara galat pada periode tertentu (t) dan galat pada periode sebelumnya (t-1) dalam model regresi. Koefisien autokorelasi (ρ) mengukur derajat hubungan tersebut yang nilainya berkisar antara -1 hingga 1, dimana nilai mendekati 1 menunjukkan autokorelasi positif yang kuat, sedangkan nilai mendekati -1 menunjukkan autokorelasi negatif yang kuat. Model regresi yang baik idealnya bebas dari autokorelasi. Uji autokorelasi dapat dilakukan menggunakan uji *Durbin-Watson* (DW).

Jika ada autokorelasi pada galat)
dan autokorelasi pada galat)

$$DW = \frac{\sum_{i=2}^n (\varepsilon_i - \varepsilon_{i-1})^2}{\sum_{i=1}^n \varepsilon_i^2} \quad (11)$$



Tingkat signifikansi $\alpha = 0,05$

Kriteria:

Berdasarkan hasil uji DW , jika nilai $dU < DW < 4 - dU$ atau $p - value > 0,05$, berarti tidak terdapat autokorelasi. Jika nilai $DW < dL$ atau $DW > 4 - dL$ atau $p - value < 0,05$, berarti terdapat autokorelasi. Jika nilai $dL < DW < dU$ atau $4 - dU < DW < 4 - dL$, tidak dapat ditarik kesimpulan (Gujarati & Porter, 2010).

1.4.4 Pola Autokorelasi

Pola autokorelasi pada data dapat diidentifikasi berdasarkan pola yang terbentuk pada plot *Autocorrelation Function* (ACF) dan *Partial Autocorrelation Function* (PACF). ACF merupakan fungsi yang mengukur tingkat korelasi antara suatu pengamatan pada waktu ke- t dengan pengamatan pada periode sebelumnya. Sementara itu, PACF mengukur korelasi parsial antara pengamatan pada waktu ke- t dengan pengamatan sebelumnya setelah mengeliminasi pengaruh dari lag-lag di antaranya. Kedua fungsi ini digunakan untuk mengidentifikasi pola dalam data *time series* yang diklasifikasikan menjadi 3 jenis, yaitu *Autoregressive* (AR), *Moving Average* (MA), dan *Autoregressive Integrated Moving Average* (ARIMA). Penentuan orde p dan q dalam model ARIMA(p,d,q) dapat ditentukan menggunakan plot ACF dan PACF. Ketentuannya dapat dilihat pada Tabel 1 (Wei, 2019).

Tabel 1. Identifikasi pola autokorelasi dari plot ACF dan PACF

Model	ACF	PACF
AR(p)	Menurun secara eksponensial atau sinusoidal	Cut off setelah lag p
MA(q)	Cut off setelah lag q	Menurun secara eksponensial atau sinusoidal
ARMA(p,q)	Menurun secara cepat setelah lag ($q-p$)	Menurun secara cepat setelah lag ($p-q$)

1.4.5 Prais Winsten

Prais Winsten merupakan salah satu metode untuk mengatasi autokorelasi pertama (AR(1)) yang diperkenalkan oleh Sigbert John Prais dan Christopher Blake Winsten pada tahun 1954. Model AR adalah model statistik yang menggambarkan suatu proses dimana nilai suatu variabel saat ini bergantung pada nilai-nilai sebelumnya dari variabel tersebut. Metode Prais Winsten merupakan pengembangan dari metode *Cochrane Orcut Iterative*, tetapi tidak menghilangkan pertama dalam proses transformasi. Misalkan, model regresi

$$Y_t = \beta_0 + \beta_1 X_{1,t} + \beta_2 X_{2,t} + \dots + \beta_p X_{p,t} + \varepsilon_t \quad (12)$$

di mana ε_t adalah galat mengikuti proses AR(1).

$$\varepsilon_t = \rho \varepsilon_{t-1} + u_t$$

Langkah dalam prosedur Prais Winsten adalah sebagai berikut.



Langkah 1. Melakukan analisis regresi menggunakan metode OLS pada Persamaan (12) untuk memperoleh penduga galat ($\hat{\varepsilon}_t$).

Langkah 2. Menduga nilai $\hat{\rho}$ dengan meregresikan $\hat{\varepsilon}_t$ terhadap $\hat{\varepsilon}_{t-1}$ menggunakan Persamaan (13).

$$\hat{\rho} = \frac{\sum_{t=2}^n \hat{\varepsilon}_t \hat{\varepsilon}_{t-1}}{\sum_{t=2}^n \hat{\varepsilon}_{t-1}^2} \quad (13)$$

Langkah 3. Melakukan transformasi terhadap seluruh variabel dalam model regresi menggunakan nilai $\hat{\rho}$ yang diperoleh dari Persamaan (13).

a. Untuk pengamatan pertama, dilakukan transformasi khusus dengan Persamaan (14).

$$\begin{aligned} Y_1^* &= (\sqrt{1 - \hat{\rho}^2}) Y_1 \\ X_{j,1}^* &= (\sqrt{1 - \hat{\rho}^2}) X_{j,1} \end{aligned} \quad (14)$$

b. Untuk pengamatan lainnya ($t = 2, \dots, n$) menggunakan transformasi dengan Persamaan (15).

$$\begin{aligned} Y_t^* &= Y_t - \hat{\rho} Y_{t-1} \\ X_{j,t}^* &= X_{j,t} - \hat{\rho} X_{j,t-1} \end{aligned} \quad (15)$$

Langkah 4. Melakukan regresi ulang menggunakan metode OLS pada variabel yang telah ditransformasi.

$$Y_t^* = \beta_0^* + \beta_j^* X_{j,t}^* + u_t \quad (16)$$

Langkah 5. Memperoleh penduga baru dari $\hat{u}_t$ dan kembali ke langkah 2. Proses iterasi ini dilakukan sampai mendapatkan penduga $\hat{\rho}$ yang konstan.

Langkah 6. Setelah memperoleh $\hat{\rho}$ yang konstan, lakukan transformasi dengan Persamaan (14) dan (15) pada data asli sehingga diperoleh $X_{j,t}^*$ dan Y_t^* .

Langkah 7. Melakukan regresi menggunakan metode OLS untuk memperoleh model regresi, kemudian transformasi balik nilai β_0^* dan β_j^* sehingga diperoleh model regresi dengan parameter β_0 dan β_j dengan Persamaan (17).

$$\begin{aligned} \beta_0 &= \frac{\beta_0^*}{(1 - \hat{\rho})} \\ \beta_j &= \beta_j^* \end{aligned} \quad (17)$$

Metode Prais Winsten memungkinkan penggunaan seluruh data dalam estimasi tanpa kehilangan pengamatan pertama sehingga memberikan hasil yang lebih efisien dibandingkan metode *Cochrane Orcutt Iterative* (Gujarati & Porter, 2010).

1.4.6 Ridge Regression

Ridge Regression pertama kali diperkenalkan oleh A.E. Hoerl pada tahun 1962 dan



..E. Hoerl bersama R.W. Kennard pada tahun 1970. *Ridge* kan untuk mengatasi masalah yang muncul akibat adanya ra variabel independen dalam suatu model regresi. Korelasi variabel dapat menyebabkan matriks $X'X$ mendekati singular parameter menjadi tidak stabil (Draper & Smith, 1998). *Ridge* hasilkan estimasi koefisien regresi yang bias dengan untuk mengurangi varians. Metode ini menambahkan suatu

tetapan bias (K) guna menstabilkan koefisien regresi sehingga model menjadi lebih tahan terhadap multikolinearitas. Meskipun estimasi yang dihasilkan bersifat bias, penduga *Ridge* tetap mendekati nilai parameter sebenarnya. Hal ini dapat dibuktikan melalui perbandingan *Mean Square Error* (MSE), yaitu MSE dari penduga *Ridge* lebih kecil dibandingkan dengan MSE dari penduga OLS yang menunjukkan peningkatan kestabilan estimasi (Hoerl & Kennard, 1970).

Metode *Ridge* memiliki model persamaan sebagai berikut.

$$Y = X\beta_R + \varepsilon \quad (18)$$

Dalam proses estimasi parameter model, penduga *Ridge Regression* diperoleh dengan meminimalkan jumlah kuadrat galat.

$$\varepsilon' \varepsilon = (Y - X\hat{\beta}_R)'(Y - X\hat{\beta}_R) \quad (19)$$

dengan syarat kendala:

$$\begin{aligned} \beta_R' \beta_R &= q^2 \\ \beta_R' \beta_R - q^2 &= 0 \end{aligned} \quad (20)$$

Kemudian, dengan pengganda *Langrange* diperoleh,

$$\begin{aligned} L &= (Y - X\hat{\beta}_R)'(Y - X\hat{\beta}_R) + KI(\hat{\beta}_R' \hat{\beta}_R - q^2) \\ L &= Y'Y - 2\hat{\beta}_R' X'Y + \hat{\beta}_R' X'X\hat{\beta}_R + KI\hat{\beta}_R' \hat{\beta}_R - KIq^2 \end{aligned} \quad (21)$$

Dengan menerapkan syarat minimum pada Persamaan (21) terhadap $\hat{\beta}$, estimasi parameter dalam *Ridge Regression* dapat diperoleh dalam Persamaan (22).

$$\begin{aligned} \frac{\partial L}{\partial \hat{\beta}} &= -2X'Y + 2X'X\hat{\beta}_R + 2KI\hat{\beta}_R = 0 \\ X'X\hat{\beta}_R + KI\hat{\beta}_R &= X'Y \\ (X'X + KI)\hat{\beta}_R &= X'Y \\ \hat{\beta}_R &= (X'X + KI)^{-1}X'Y \end{aligned} \quad (22)$$

Keterangan:

$\hat{\beta}_R$: penduga *Ridge Regression*

K : tetapan bias

I : matriks identitas ukuran $n \times n$

(Draper & Smith, 1998).

Penerapan *Ridge Regression* diawali dengan proses standarisasi variabel, yaitu melalui pemusatan (*centering*) dan penskalaan (*scaling*). Pemusatan dilakukan dengan mengurangkan setiap nilai variabel terhadap rata-ratanya, sedangkan penskalaan dilakukan dengan membagi hasil pemusatan tersebut dengan standar deviasi variabel sehingga variabel memiliki rata-rata nol dan standar deviansi satu. Bentuk standarisasi ini menggunakan transformasi korelasi yang dirumuskan dalam Persamaan (23).

$$X_{ij}^* = \frac{1}{\sqrt{n-1}} \left(\frac{X_{ij} - \bar{X}_j}{S_{X_j}} \right) \quad (23)$$

$$S_{X_j} = \sqrt{\frac{1}{n-1} \sum_{i=1}^n (X_{ij} - \bar{X}_j)^2}$$



dimana

X_{ij}^* : nilai hasil standarisasi pengamatan ke- i pada variabel independen ke- j

$\bar{X}_j$: nilai rata-rata dari variabel independen ke- j

S_{X_j} : nilai standar deviasi dari variabel independen ke- j

Ridge Regression diterapkan untuk menghitung koefisien regresi pada data yang telah distandarisasi. Namun, hasil standarisasi tersebut perlu dikembalikan melalui perhitungan ulang untuk memperoleh intersep dan koefisien regresi pada data sebelum standarisasi. Berikut Persamaan (24) untuk menghitung intersep dan koefisien regresi.

$$\hat{\beta}_0 = \bar{Y} - \sum_{j=1}^p \hat{\beta}_j \bar{X}_j \quad \text{dan} \quad \hat{\beta}_j = \frac{\hat{\beta}_j^*}{\sqrt{n-1}(S_{X_j})} \quad (24)$$

dengan demikian diperoleh bentuk model *Ridge Regression* pada skala data sebelum standarisasi (Kutner, dkk., 2005).

Salah satu tantangan utama dalam penggunaan *Ridge Regression* adalah penentuan nilai tetapan bias K yang optimal. Oleh karena itu, disarankan untuk menggunakan *Ridge Trace plot*, yaitu grafik yang menunjukkan perubahan koefisien regresi terhadap berbagai nilai K dalam rentang 0 hingga 1. ketika $K = 0$, estimator *Ridge* akan bernilai sama dengan estimator OLS. Tujuan dari *Ridge Trace* adalah menemukan nilai K yang relatif kecil, namun mampu menghasilkan koefisien regresi yang relatif stabil (Hoerl & Kennard, 1970). Meskipun demikian, metode *Ridge Trace* memiliki kelemahan karena pemilihan nilai K bersifat subjektif. Untuk mengurangi subjektivitas tersebut, pendekatan kuantitatif dapat digunakan seperti dengan memilih nilai K yang meminimumkan nilai MSE yang dihitung dengan Persamaan (25).

$$MSE(K) = \frac{1}{n} \sum_{i=1}^n (y_i - \hat{y}_{i(K)})^2 \quad (25)$$

dengan $\hat{y}_{i(K)}$ adalah nilai prediksi hasil model *Ridge Regression* dengan tetapan bias K (Kutner, dkk., 2005).

1.4.7 Pengujian Signifikansi Parameter Regresi

Pengujian signifikansi parameter pada model regresi dilakukan untuk mengetahui pengaruh yang diberikan dari setiap variabel independen terhadap variabel dependen. Uji signifikansi parameter, yaitu uji simultan dan uji parsial.

a. Uji Simultan



Uji simultan digunakan untuk menguji pengaruh secara serempak dengan statistik uji F. Hipotesis uji simultan adalah sebagai berikut.

$\dots = \beta_p = 0$ (semua variabel independen dalam model tidak terhadap variabel dependen)

terdapat satu $\beta_j \neq 0$ dengan $j = 1, 2, \dots, p$ (minimal terdapat satu variabel independen dalam model yang berpengaruh terhadap variabel

Statistik uji:

$$F_{hitung} = \frac{\frac{JKR}{p}}{\frac{JKG}{n-p-1}} = \frac{KTR}{KTG} \quad (26)$$

dengan

JKR : jumlah kuadrat regresi ($\sum(\hat{y}_i - \bar{y})^2$)

JKG : jumlah kuadrat galat ($\sum(y_i - \hat{y}_i)^2$)

KTR : kuadrat tengah regresi

KTG : kuadrat tengah galat

Tingkat signifikansi $\alpha = 0,05$

Kriteria:

Jika nilai $F_{hit} > F_{(\alpha;p;n-p-1)}$ atau $p - value < 0,05$, maka keputusan tolak H_0 sehingga dapat disimpulkan bahwa variabel independen secara serempak berpengaruh signifikan terhadap variabel dependen (Hines & Montgomery, 1990).

b. Uji Parsial

Uji parsial digunakan untuk menguji pengaruh variabel independen secara individu terhadap variabel dependen. Hipotesis uji parsial adalah sebagai berikut.

$H_0: \beta_j = 0$ (variabel independen tidak berpengaruh terhadap variabel dependen)

$H_1: \beta_j \neq 0$ dengan $j = 1, 2, \dots, p$ (variabel independen berpengaruh terhadap variabel dependen)

Statistik uji:

$$t_{hitung} = \frac{\hat{\beta}_j}{SE(\hat{\beta}_j)} \quad (27)$$

dengan $SE(\hat{\beta}_j)$ adalah galat standar setiap variabel independen.

Tingkat signifikansi $\alpha = 0,05$

Kriteria:

Jika nilai $t_{hit} > t_{(\frac{\alpha}{2}, n-p-1)}$ atau nilai $p - value < 0,05$, maka keputusan tolak

H_0 sehingga dapat disimpulkan bahwa variabel independen secara individu berpengaruh signifikan terhadap variabel dependen (Kutner, dkk., 2005).

1.4.8 Pengujian Kelayakan Model

Pengujian kelayakan model regresi dapat ditentukan berdasarkan kriteria, seperti



$Error$ dan koefisien determinasi terkoreksi ($adjusted R^2$).
 $quare Error$

$quare Error$ (RMSE) merupakan salah satu ukuran ketepatan model regresi dalam memprediksi nilai variabel dependen.

il nilai RMSE, maka semakin baik kinerja model regresi dalam nilai yang mendekati data sebenarnya. Namun, interpretasi

besarnya RMSE juga perlu mempertimbangkan skala data dari variabel dependen agar dapat dinilai secara proporsional. Nilai RMSE dapat diperoleh melalui Persamaan (28) (Hodson, 2022).

$$RMSE = \sqrt{\frac{1}{n} \sum_{i=1}^n (y_i - \hat{y}_i)^2} \quad (28)$$

b. *Adjusted R²*

Nilai R^2 digunakan untuk mengukur kesesuaian model regresi dengan data yang ada. Namun, nilai R^2 yang tinggi atau mendekati 1 tidak selalu menunjukkan bahwa model tersebut cocok, terutama dalam regresi linear berganda. Hal ini karena nilai R^2 akan selalu meningkat ketika variabel independen baru ditambahkan pada model. Sebaliknya, *adjusted R²* dapat naik atau turun karena mempertimbangkan jumlah variabel dalam model. Oleh karena itu, *adjusted R²* digunakan untuk mengevaluasi kebaikan model (*goodness of fit*) dalam regresi. Nilai *adjusted R²* dapat diperoleh melalui Persamaan (29).

$$R_{adj}^2 = 1 - \frac{\frac{JKG}{n-p-1}}{\frac{JKT}{n-1}} = 1 - \frac{KTG}{KTT} \quad (29)$$

dengan

JKT : jumlah kuadrat total ($\sum (y_i - \bar{y})^2$)

KTT : kuadrat tengah total

Semakin besar nilai *adjusted R²*, semakin baik kualitas model dalam menjelaskan keragaman data (Kutner, dkk., 2005).

1.4.9 Nilai Tukar

Nilai tukar merupakan perbedaan harga yang digunakan untuk menilai barang dan jasa berdasarkan kondisi perekonomian suatu negara. Nilai tukar menunjukkan jumlah mata uang domestik yang diperlukan untuk memperoleh satu unit mata uang asing. Nilai tukar memiliki peran penting dalam perdagangan internasional, terutama bagi negara berkembang seperti Indonesia yang masih bergantung pada kerja sama dengan negara lain. Perubahan nilai tukar dapat berupa depresiasi, yaitu ketika nilai mata uang domestik melemah terhadap mata uang asing, atau apresiasi, yaitu ketika nilai mata uang domestik menguat. Kedua kondisi ini dapat berdampak langsung pada daya saing ekspor, biaya impor, serta beban utang luar negeri (Simon, 2023).

Faktor-faktor yang dapat memengaruhi nilai tukar dan digunakan dalam analisis sebagai berikut.



akan kenaikan harga barang dan jasa secara stabil dalam waktu tertentu yang menyebabkan penurunan nilai intrinsik uang dan daya beli masyarakat. Inflasi dapat terjadi akibat tekanan dari permintaan, penawaran, serta ekspektasi inflasi. Salah satu faktor

pemicunya adalah meningkatnya permintaan barang dan jasa. Di Indonesia, tingkat inflasi dihitung menggunakan Indeks Harga Konsumen (IHK) yang disusun oleh Badan Pusat Statistik. IHK mengukur rata-rata perubahan harga barang dan jasa yang dikonsumsi rumah tangga berdasarkan tahun dasar 2018=100, mencakup berbagai komoditas dan biaya hidup. Melalui penghitungan ini, dapat diketahui tingkat inflasi baik secara nasional maupun berdasarkan jenis komoditas yang dikonsumsi masyarakat (Prayogi, 2022).

b. Jumlah Uang Beredar

Jumlah uang yang beredar atau yang dikenal sebagai *money supply* merupakan istilah yang menggambarkan semua uang yang beredar pada waktu tertentu. Terdapat dua definisi utama dalam jumlah uang beredar, yaitu M1 dan M2. M1 mengacu pada uang beredar dalam arti sempit, yang mencakup uang tunai yang dipegang oleh masyarakat, simpanan yang dapat ditarik dengan cek, serta *traveler's checks*. Sementara itu, M2 memiliki cakupan lebih luas, mencakup M1 serta uang kuasi yang terdiri dari simpanan berjangka dan tabungan dalam mata uang rupiah maupun valuta asing. Oleh karena itu, konsep jumlah uang beredar menjadi elemen penting dalam analisis kebijakan moneter dan ekonomi secara keseluruhan yang berperan dalam memantau serta mengelola ketersediaan uang dalam perekonomian secara efektif (Rofi'i, 2023).

c. Suku Bunga

Suku bunga adalah biaya yang harus dibayar untuk menukar satu Rupiah saat ini dengan satu Rupiah di masa depan. Kenaikan suku bunga yang berlebihan dapat menyulitkan dunia usaha dalam memenuhi kewajiban bunga sehingga dapat mengurangi keuntungan perusahaan. Terdapat dua jenis suku bunga, yaitu nominal dan riil. Suku bunga nominal merupakan perbandingan jumlah uang yang dibayar kembali dengan uang yang dipinjam. Sementara itu, suku bunga riil menggambarkan perbandingan daya beli uang yang dibayar kembali dengan daya beli uang yang dipinjam. Suku bunga riil dihitung sebagai selisih antara suku bunga nominal dan inflasi (Taufik, 2021). Bank Indonesia (BI) sebagai bank sentral, bertanggung jawab menjaga stabilitas ekonomi. Salah satu langkahnya adalah menetapkan BI Rate yang berfungsi sebagai suku bunga acuan untuk mengendalikan inflasi yang dapat memperkuat komunikasi kebijakan moneter (Bank Indonesia, 2024).

d. Ekspor

Ekspor merupakan kegiatan perdagangan yang melibatkan pengiriman jasa dari dalam negeri ke luar negeri untuk dijual atau ekspor. Ekspor dapat mencakup berbagai jenis produk, seperti pertanian, manufaktur, dan jasa tenaga kerja. Peningkatan ekspor berkontribusi terhadap penerimaan devisa negara karena pembayaran dalam mata uang asing. Akumulasi mata uang asing yang lebih banyak memperkuat nilai tukar Rupiah terhadap mata uang asing, D. Selain itu, ekspor yang tinggi juga dapat mendorong



pertumbuhan ekonomi melalui peningkatan produksi dan kesempatan kerja di sektor industri yang berorientasi ekspor.

e. Impor

Impor adalah kegiatan perdagangan dimana suatu negara membeli barang atau jasa dari luar negeri untuk digunakan atau dijual dalam negeri. Barang impor dapat berupa bahan baku, produk teknologi, atau barang konsumsi yang tidak tersedia atau kurang diproduksi di dalam negeri. Jika jumlah impor lebih tinggi dibandingkan ekspor, maka negara memerlukan lebih banyak mata uang asing untuk melakukan pembayaran kepada negara pengekspor. Hal ini dapat menyebabkan meningkatnya permintaan terhadap mata uang asing di pasar sehingga melemahkan nilai tukar Rupiah. Meskipun impor dapat memenuhi kebutuhan domestik dan mendukung berbagai sektor industri, ketergantungan yang tinggi terhadap impor dapat berdampak negatif terhadap stabilitas ekonomi suatu negara (Pardasia & Syafitri, 2024).



BAB II METODE PENELITIAN

2.1 Sumber Data

Data yang digunakan dalam penelitian ini merupakan data sekunder tentang faktor-faktor yang memengaruhi nilai tukar Rupiah terhadap USD. Data tersebut merupakan data bulanan dari bulan Januari 2021 hingga Desember 2024. Data diperoleh secara *online* dari situs web resmi Badan Pusat Statistik (BPS) dan Bank Indonesia yang dapat diakses melalui <https://www.bps.go.id/> dan <https://www.bi.go.id/>. Data yang digunakan dalam penelitian ini berjumlah 48 pengamatan dan dapat dilihat pada Lampiran 1.

2.2 Identifikasi Variabel

Variabel-variabel yang digunakan dalam penelitian ini ditunjukkan pada Tabel 2 sebagai berikut.

Tabel 2. Variabel penelitian

Variabel	Keterangan	Satuan
Y	Nilai Tukar Rupiah terhadap USD	Rupiah
X_1	Inflasi	Persen
X_2	Jumlah Uang Beredar	Miliar Rupiah
X_3	Suku Bunga Acuan (<i>BI Rate</i>)	Persen
X_4	Ekspor	Juta USD
X_5	Impor	Juta USD

2.3 Tahapan Analisis

Analisis data dalam penelitian ini menggunakan metode *Ridge Regression* yang dikombinasikan dengan koreksi autokorelasi melalui metode Prais Winsten. Adapun tahapan analisis yang dilakukan adalah sebagai berikut:

1. Melakukan analisis statistik deskriptif data untuk memperoleh gambaran awal tentang karakteristik data.
2. Melakukan uji asumsi klasik regresi linear, meliputi:
 - a. Uji normalitas galat sesuai Persamaan (8).
 - b. Uji homokedastisitas galat sesuai Persamaan (9).
 - c. Uji multikolinearitas antar variabel independen sesuai Persamaan (10).
 - d. Uji autokorelasi galat sesuai Persamaan (11).
3. Mengidentifikasi pola autokorelasi pada data menggunakan plot ACF dan PACE sesuai Tabel 1.



ransformasi logaritma ($\ln$) terhadap setiap variabel independen oleh variabel hasil transformasi, yaitu $\tilde{X}_1$, $\tilde{X}_2$, $\tilde{X}_3$, $\tilde{X}_4$, dan $\tilde{X}_5$.

relasi dengan metode Prais Winsten:

ilai $\hat{\rho}$ melalui regresi galat $\hat{\varepsilon}_t$ terhadap $\hat{\varepsilon}_{t-1}$ sesuai Persamaan

- b. Mentransformasikan data hasil transformasi logaritma menggunakan nilai $\hat{\rho}$ untuk menghilangkan autokorelasi.
 - Transformasi pengamatan pertama menggunakan Persamaan (14).
 - Transformasi pengamatan kedua dan seterusnya menggunakan Persamaan (15).
 - c. Iterasi dilakukan hingga nilai $\hat{\rho}$ konstan.
 - d. Hasil transformasi berupa $\tilde{X}_{j,t}^*$ dan Y_t^* , yaitu data yang telah dikoreksi terhadap autokorelasi.
6. Menentukan nilai K optimal untuk *Ridge Regression*.
 - a. Standarisasi data hasil transformasi logaritma untuk variabel independen dengan Persamaan (23).
 - b. Menggunakan *Ridge Trace* dengan minimisasi nilai MSE sesuai Persamaan (25) untuk menentukan nilai K optimal.
 7. Melakukan pendugaan parameter *Ridge Regression* pada data hasil transformasi Prais Winsten yang telah dilakukan proses standarisasi melalui *scaling* dan *centering* sesuai Persamaan (23), yaitu $\tilde{X}^{**}$ dan Y^* .
 - a. Estimasi parameter dilakukan dengan persamaan berikut:

$$\hat{\beta}_R^{**} = (\tilde{X}^{**'} \tilde{X}^{**} + KI)^{-1} \tilde{X}^{**'} Y^*$$
 - b. Melakukan transformasi balik estimasi parameter model ke parameter sebelum standarisasi menggunakan Persamaan (24).
 - c. Lalu transformasi balik lagi estimasi parameter dari poin (b) sesuai Persamaan (17) untuk Prais Winsten.
 8. Melakukan pengujian signifikansi parameter secara simultan dan parsial sesuai Persamaan (26) dan (27).
 9. Melakukan pengujian kelayakan model berdasarkan nilai RMSE dan *adjusted R²* sesuai Persamaan (28) dan (29).
 10. Melakukan interpretasi hasil estimasi model *Ridge Regression* dengan koreksi autokorelasi melalui Prais Winsten.

