

PENERAPAN REGRESI ROBUST ESTIMASI-M UNTUK MENENTUKAN PENGARUH EKSPOR-IMPOR TERHADAP NERACA PERDAGANGAN INDONESIA 2021-2025

Aulia Aureta Rahma Cahyani¹, Pismia Sylvi²

^{1,2}Program Studi Statistika, Fakultas Sains dan Teknologi, Universitas Terbuka

*Penulis korespondensi : auliauretarca@gmail.com

ABSTRAK

Neraca perdagangan merupakan indikator yang krusial dalam menentukan kestabilan ekonomi nasional secara global yang dipengaruhi oleh kegiatan ekspor dan impor. Di era global, ekonomi saat ini seringkali nilai fluktuasi dimana kondisi data perdagangan di Indonesia dapat menciptakan data *outlier*. Akan tetapi, metode *Ordinary Least Squares* (OLS) sering menghasilkan estimasi yang bias jika data tersebut terdapat *outlier*. Penelitian ini bertujuan menerapkan metode Regresi Robust Estimasi-M untuk menganalisis variabel ekspor migas (X_1), ekspor non-migas (X_2), impor migas (X_3), dan impor non-migas (X_4) terhadap Neraca Perdagangan Indonesia (Y) periode 2021-2025. Analisis OLS menghasilkan adanya pelanggaran asumsi korelasi ($p\text{-value} = 0,02631$) dan diketahui ada tujuh data *outlier* yang diidentifikasi menggunakan metode DFFITS. Penerapan Regresi Robust Estimasi-M, diperoleh persamaan $Y = -31791,68 + 1182,21 \ln X_1 + 21850,40 \ln X_2 - 3177,42 \ln X_3 - 17086,08 \ln X_4$. Metode Regresi Robust lebih efisien dibandingkan metode OLS, dibuktikan melalui penurunan *standard error* yang signifikan dari 151,4 menjadi 101,3 serta nilai *Multiple R—Squared* sebesar 0,9991 atau (99,91%). Pada uji parsial (t) dan uji simultan (F) menunjukkan bahwa variabel ekspor dan impor berpengaruh signifikan terhadap neraca perdagangan, dimana sektor ekspor non-migas memberikan kontribusi positif yang paling dominan.

Kata kunci : Estimasi-M, Neraca Perdagangan, OLS, *Outlier*, Regresi Robust.

1 PENDAHULUAN

Sistem perekonomian di Indonesia dapat didefinisikan sebagai suatu susunan yang digunakan negara dalam mengatur dan mengolah sumber daya, untuk diproses menjadi konsumsi barang dan jasa yang bermanfaat untuk masyarakat. Kesejahteraan masyarakat dapat diukur berdasarkan kondisi perekonomian suatu negara. Perekonomian yang tumbuh baik memiliki salah satu faktor yaitu dari Neraca Perdagangan. Neraca Perdagangan merupakan indikator yang penting sebagai pengukur stabilitas ekonomi suatu negara yang ditunjukkan melalui selisih nilai ekspor dan impor dari waktu ke waktu (Chang et al., 2024). Aktivitas perdagangan internasional merupakan hal yang sangat krusial dalam perekonomian untuk suatu negara, pertumbuhan ekonomi sangat berpengaruh dari arus barang masuk dan arus barang keluar yang akan tercatat kedalam Neraca Perdagangan (Syafiudin & Akhmad, 2025). Pendapat tersebut sejalan dengan (Rangkuty & Pangeran, 2023) menyatakan bahwa sektor ekspor dan impor merupakan aktivitas yang efektif untuk meningkatkan devisa negara dan menjaga kestabilan ekonomi nasional. Akan tetapi, berdasarkan data pemaparan oleh Traman (2025) dalam *Newsletter* Kementerian Perdagangan, neraca perdagangan Januari 2025 mengalami *surplus* sebesar USD 3,4 miliar, naik signifikan 54,08% dibandingkan surplus Desember 2024 yang tercatat sebesar USD 2,24 miliar. Kondisi perekonomian Indonesia yang menunjukkan tren surplus secara dinamis yang dapat dilihat berdasarkan data terbaru yang melanjutkan tren sejak bulan Mei 2020. Secara akumulatif data yang ditampilkan menunjukkan angka positif, masih terdapat fluktuasi pada ekspor non-migas yang

mengalami penurunan sebesar 6,97% dan impor migas sebesar 13,43%. Data yang dipaparkan menunjukkan adanya fluktuasi yang tajam dalam waktu yang singkat.

Neraca perdagangan dijadikan indikator suatu negara sebagai stabilitas ekonomi. Fluktuasi yang tajam pada data perdagangan dapat mengakibatkan *outlier* karena letaknya jauh dari rata-rata sebaran data normal. Penelitian sebelumnya yang dilakukan oleh Arifudin et al. (2024) yang membahas tentang analisis pengaruh ekspor dan impor, dengan data tahun 2021 dan Widyasari & Parianom (2024) yang menganalisis faktor-faktor yang mempengaruhi neraca perdagangan dengan data periode 2018-2022. Penelitian sebelumnya menggunakan metode *Ordinary Least Squares* (OLS) yang sensitif terhadap *outlier*, terkadang penggunaan data ekonomi makro memiliki keterbatasan yang sangat signifikan terhadap *outlier*. Di penelitian sebelumnya oleh Wardani et al., (2021) menyatakan bahwa keberadaan *outlier* dapat mengakibatkan estimasi yang kurang akurat atau tak bias, dikarenakan metode statistik tersebut memiliki sifat yang sensitif terhadap *outlier*. Keterbatasan hasil analisis yang akurat di tengah data yang fluktuasi maka penelitian ini menggunakan metode Regresi Robust Estimasi-M. Menurut Wardani et al. (2021) menyatakan regresi robust merupakan metode yang efektif dalam menganalisis *dataset* yang terdapat data *outlier* tanpa menghapus data asli. Menurut Atamia et al. (2021) menunjukkan bahwa penggunaan metode Regresi Robust Estimasi-M dapat mengatasi data *outlier* dibandingkan dengan metode *Ordinary Least Squares* (OLS) karena memberikan hasil bobot yang lebih rendah. Sehingga dapat menghasilkan metode regresi yang lebih stabil dan akurat tanpa membuang data asli yang mengandung data *outlier*.

Berdasarkan permasalahan dan landasan teori yang disajikan sebelumnya, penulis tertarik untuk melakukan analisis pengaruh variabel ekspor migas (X_1), ekspor non-migas (X_2), impor migas (X_3), dan impor non-migas (X_4) terhadap Neraca Perdagangan Indonesia (Y) periode 2021-2025 dengan menerapkan Regresi Robust Estimasi-M. Penelitian ini diharapkan dapat mengisi celah penelitian sebelumnya dengan memberikan gambaran yang lebih akurat, serta lebih objektif tentang hubungan antar variabel dengan kondisi data yang fluktuasi.

2 METODE

2.1 Data

Penelitian ini menggunakan data sekunder berupa dataset yang diperoleh dari Badan Pusat Statistik (BPS) serta sumber data lain diperoleh melalui laporan berkala dari Kementerian Perdagangan Republik Indonesia. Data yang digunakan meliputi nilai ekspor, impor, dan neraca perdagangan Indonesia. Periode data yang digunakan pada penelitian ini meliputi ekspor, impor dan neraca perdagangan tahun 2021-2025, untuk menangkap fluktuasi ekonomi terbaru. Terdapat empat variabel pada penelitian ini, variabel dependen (Y) yaitu neraca perdagangan dan variabel independen (X_1) Ekspor Migas, (X_2) Ekspor Non-migas, (X_3) Impor Migas, dan (X_4) Impor Non-migas. Pengolahan data pada penelitian ini menggunakan perangkat lunak R versi 4.5.2 untuk menghasilkan koefisien regresi robust yang akurat.

2.2 Metode Analisis

Metode analisis yang digunakan dalam penelitian ini adalah metode analisis Regresi Robust Estimasi-M. Regresi Robust merupakan salah satu regresi penduga yang resisten dalam menganalisis data yang menyimpang terhadap analisis regresi biasa. Menurut Chen (2002) dalam Julianti H. (2022), Regresi Robust digunakan untuk mengatasi data *outlier* tanpa menghapus data menyimpang. Analisis Regresi Robust memiliki beberapa metode-metode estimasi diantaranya

Estimasi M (*Maximum Likelihood-Type*), Estimasi LTS (*Least Trimmed Squares*), Estimasi S (*Scale*), dan Estimasi MM (*Method of Moment*). Pada penelitian ini yang digunakan secara spesifik adalah metode analisis Regresi Robust Estimasi-M. Estimasi M diperkenalkan oleh Huber pada tahun 1973 menggunakan metode yang sederhana di perhitungan maupun secara teori. Estimasi ini dapat digunakan untuk menganalisis data dengan mengasumsikan bahwa kebanyakan *outlier* terdeteksi di variabel dependen. Menggunakan metode ini dapat mengetahui nilai estimasi koefisien yang dihasilkan tetap konsisten, efisien, dan tak bias. Sesuai Langkah-langkah pengolahan data menggunakan analisis Regresi Robust Estimasi M yang dikembangkan oleh (Siagian et al., 2023):

1. Menyiapkan data sekunder yang akan digunakan untuk penelitian
2. Melakukan estimasi koefisien regresi metode OLS
3. Melakukan uji asumsi klasik pada OLS
4. Identifikasi *outlier* dengan metode DFFITS
5. Melakukan analisis metode regresi robust dengan estimasi M
 - a. Menghitung nilai $e_i = y_i - \hat{y}_i$ dari OLS
 - b. Nilai *MAD* dan menghitung nilai $\hat{\sigma} = 1,483 \text{ MAD}$
 - c. Nilai $u_i = \frac{e_i}{\hat{\sigma}}$

$$\text{Nilai } w_i = \begin{cases} 1 & |u_i| \leq c \\ \frac{c}{|u_i|} & |u_i| > c \end{cases} \quad \text{dengan } c = 1,345 \quad (1)$$

6. Uji parsial t
7. Uji simultan f

2.3 Identifikasi Metode dan Uji Hipotesis

Penelitian ini menghubungkan antara variabel dependen dan variabel independen. Metode persamaan regresi robust linear berganda dapat ditampilkan sebagai berikut:

$$Y = \beta_0 + \beta_1 \ln(X_1) + \beta_2 \ln(X_2) + \beta_3 \ln(X_3) + \beta_4 \ln(X_4) + \epsilon \quad (2)$$

Keterangan :

Y	= Nilai Neraca Perdagangan (Juta US\$)
β_0	= Konstanta
$\beta_1, \beta_2, \beta_3, \beta_4$	= Koefisien regresi dari masing-masing variabel independen
X_1	= Nilai Ekspor Migas (Juta US\$)
X_2	= Nilai Ekspor Non-migas (Juta US\$)
X_3	= Nilai Impor Migas (Juta US\$)
X_4	= Nilai Impor Non-migas (Juta US\$)
ϵ	= Galat

2.3.1 Ordinary Least Squares (OLS)

Ordinary Least Squares (OLS) atau Analisis Regresi Linear Berganda dapat didefinisikan sebagai bentuk analisis hubungan variabel independen dan variabel dependen untuk mengetahui hubungan keduanya secara simultan (Artaya et al., 2023). Menurut Irianto (2007) (dalam Kartiningrum et al. (2020), metode OLS umumnya memiliki masing-masing variabel independen berdiri sendiri dalam mempengaruhi variabel dependen. Variabel independen tidak berdiri sendiri dalam mempengaruhi variabel dependen dan memiliki kesamaan dalam mempengaruhi dependen. Umumnya OLS dapat dinotasikan sebagai berikut:

$$Y = X\beta + \epsilon$$

2.3.2 Uji Asumsi Klasik

a. Uji Normalitas

Uji normalitas adalah uji asumsi untuk menentukan distribusi pada variabel dependen, apakah variabel dependen berdistribusi normal untuk setiap variabel independen, yang disebut juga kombinasi antar variabel yang mengikuti distribusi normal (Kartiningrum et al., 2020). Uji normalitas dilakukan dengan uji Shapiro-Wilk (Ghozali, 2018). Dengan hipotesis

H_0 = sisaan distribusi normal

H_1 = sisaan tidak berdistribusi normal

dengan tingkat signifikansi 5% dan statistik uji

Jika nilai $p\text{-value} > 0,05$, maka H_0 diterima

Jika nilai $p\text{-value} < 0,05$, maka H_0 ditolak

b. Uji Multikolinearitas

Uji multikolinearitas merupakan hubungan linear antar variabel independen. Menurut (Gurjati & Porter 2010 dalam Atamia et al., 2021) uji ini memiliki tujuan untuk menguji hubungan variabel apakah terdapat hubungan antar variabel linear yang saling berkorelasi tinggi. Uji hipotesisnya dapat dijabarkan sebagai berikut

H_0 : multikolinearitas terpenuhi

H_1 : multikolinearitas tidak terpenuhi

Tingkat signifikansi $\alpha = 5\%$ dengan daerah kritis H_0 ditolak jika $VIF > 10$

c. Uji Homoskedastisitas

Homoskedastisitas merupakan uji asumsi yang berasal dari varian setiap nilai variabel Y sama untuk setiap variabel X (Wardani et al., 2021). Uji Homoskedastisitas dilakukan menggunakan Uji Breusch-Pagan sebagai berikut:

H_0 = asumsi homoskedastisitas terpenuhi

H_1 = asumsi homoskedastisitas tidak terpenuhi

Dengan tingkat signifikansi 5%, H_0 ditolak jika $|t_{hitung}| > t_{\frac{\alpha}{2}, (n-p)}$

d. Uji Autokorelasi

Uji autokorelasi merupakan uji asumsi yang terjadi sisaan pengamatan dengan sisaan pengamatan sebelumnya. Uji autokorelasi digunakan pada residual yang benar-benar independen. Dengan hipotesis

H_0 = tidak terdapat korelasi residual

H_1 = terdapat korelasi residual

Dengan tingkat signifikansi 5%

2.3.3 Identifikasi Outlier

Mengidentifikasi *outlier* dapat menggunakan metode DFFITS, metode ini menampilkan perubahan dengan memprediksi kasus tertentu dengan menstandarkan rumus untuk mengetahui *outlier* (Zukarnain, 2020) sebagai berikut

$$DFFITS = t_i \left(\frac{h_{ii}}{1 - h_{ii}} \right)^{\frac{1}{2}}, \quad i = 1, 2, 3, \dots, n \quad (4)$$

Data dapat dikatakan *outlier* jika nilai dari DFFITS lebih besar dari $2 \sqrt{\frac{p}{n}}$

2.3.4 Regresi Robust Estimasi M

Estimasi M pada umumnya menggunakan pendekatan sederhana antara teoretis. Pada dasarnya prinsip Estimasi M meminimumkan fungsi secara objektif :

$$\sum_{i=1}^n \rho(e_i^*) = \sum_{i=1}^n \rho\left(\frac{e_i}{\hat{\sigma}}\right) = \sum_{i=1}^n \rho\left(\frac{y_i - x_i b}{\hat{\sigma}}\right) \quad (5)$$

dengan

e_i^* = derajat residual ke- i

$\rho(e_i)$ = fungsi yang berkontribusi pada masing-masing residual pada fungsi objektif

$\hat{\sigma} = 1,483 \text{ MAD}$, $i = 1, 2, \dots, n$

2.3.5 Uji Parsial t

Uji persial t digunakan untuk mengetahui hubungan sejauh mana variabel independen terhadap variabel dependen mempengaruhi secara signifikansi terhadap variabel dependen (Ghozali, 2011 dalam Wardani et al., 2021). Hipotesis yang digunakan sebagai berikut:

$H_0: \beta_i = 0, i = 1, 2, \dots, k$ (variabel independen ke- i tidak berpengaruh signifikan terhadap variable dependen)

$H_1: \beta_i \neq 0, i = 1, 2, \dots, k$ variabel independen ke- i berpengaruh signifikan terhadap variable dependen)

Tingkat siginifikasi $\alpha = 5\%$ dengan daerah kritis H_0 ditolak jika $t > t_{\frac{\alpha}{2}(nT-k-1)}$ atau $p - value$

$< \alpha$ dan H_1 diterima. Statistik uji yang digunakan $t = \frac{\hat{\beta}_k}{SE(\hat{\beta}_k)}$

Dengan

$\hat{\beta}_k$ = estimasi koefisien regresi pada variabel independen ke- i

$SE(\hat{\beta}_k)$ = standard error pada koefisien regresi variabel independen ke- i

2.3.6 Uji Simultan F

Uji simultan F digunakan untuk mengetahui bahwa semua variabel dependen saat dimasukkan ke dalam metode apakah memiliki pengaruh secara bersamaan terhadap variabel dependen (Sugiyono, 2015 dalam Wardani et al, 2021). Hipotesis yang digunakan sebagai berikut:

$H_0: \beta_1 = \beta_2 = \dots = \beta_k$ (variabel independen secara simultan berpengaruh terhadap variabel dependen)

H_1 : minimal ada satu $\beta_i \neq 0, i = 1, 2, \dots, k$ (variabel independen secara simultan tidak memiliki pengaruh terhadap variabel dependen)

Tingkat signifikansi $\alpha = 5\%$ dengan daerah kritis H_0 ditolak jika $F > F_{\alpha, (k, nT-k-1)}$ atau $p - value < \alpha$

Statistik uji yang digunakan:

$$F = \frac{(\sum_{i=1}^n \sum_{t=1}^T (\hat{y}_{it} - \bar{y}_i^2))/k}{(\sum_{i=1}^n \sum_{t=1}^T (\hat{y}_{it} - \bar{y}_i^2))/(nT - k - 1)} \quad (6)$$

Dengan

$\hat{y}_{it}$ = nilai prediksi individu ke- i untuk periode waktu ke- t pada variabel dependen

$\bar{y}_i^2$ = rata-rata nilai variabel dependen pada individu ke- i

k = jumlah parameter dalam metode

3 HASIL DAN PEMBAHASAN

3.1 Deskripsi Data Penelitian dan Identifikasi Outlier

Pada bagian ini menggambarkan data penelitian secara umum untuk mendeteksi *outlier*. Bagian ini juga menggambarkan analisis deskriptif untuk melihat distribusi data, dan memastikan keberadaan *outlier* dapat memastikan kelayakan dalam penggunaan *Ordinary Least Squares* (OLS). Hasil dari penelitian ini juga menjadi dasar perbandingan yang tepat dalam pemilihan metode yang tepat untuk data penelitian ini.

3.1.1 Analisis Deskriptif

Analisis deskriptif memberikan gambaran distribusi dan karakteristik data secara menyeluruh dengan variabel yang digunakan dalam penelitian, Neraca Perdagangan (Y), Ekspor Migas (X_1), Ekspor Non-migas (X_2), Impor Migas (X_3), dan Impor Non-migas (X_4).

```
> summary(data)
```

Periode	Y	X1	X2	X3
Length:60	Min. : 158.8	Min. : 860.6	Min. :14395	Min. :1304
Class :character	1st Qu.:2395.4	1st Qu.:1062.5	1st Qu.:19552	1st Qu.:2506
Mode :character	Median :3303.8	Median :1249.0	Median :20993	Median :2885
	Mean :3309.0	Mean :1218.5	Mean :20996	Mean :2847
	3rd Qu.:4331.4	3rd Qu.:1355.1	3rd Qu.:22851	3rd Qu.:3327
	Max. :7578.5	Max. :1662.9	Max. :26178	Max. :4455
X4	ln_X1	ln_X2	ln_X3	ln_X4
Min. :11778	Min. :6.758	Min. : 9.575	Min. :7.173	Min. :9.374
1st Qu.:14863	1st Qu.:6.968	1st Qu.: 9.881	1st Qu.:7.826	1st Qu.:9.607
Median :16095	Median :7.130	Median : 9.952	Median :7.967	Median :9.686
Mean :16058	Mean :7.091	Mean : 9.944	Mean :7.929	Mean :9.677
3rd Qu.:17435	3rd Qu.:7.212	3rd Qu.:10.037	3rd Qu.:8.110	3rd Qu.:9.766
Max. :20481	Max. :7.416	Max. :10.173	Max. :8.402	Max. :9.927

Gambar 3.1 Analisis Deskriptif Variabel Penelitian

Dari data analisis deskriptif diatas menunjukkan nilai rata-rata variabel Neraca Perdagangan (Y) memiliki nilai sebesar 3309,0 dengan nilai tengah sebesar 3303,8 dan jarak lebar antara nilai min 158,8 hingga nilai max 7578,5. Jarak yang lebar antara nilai min dan max menandakan adanya indikasi pada fluktuasi terhadap neraca perdagangan. Pada sektor non-migas diketahui bahwa nilainya jauh lebih besar dibandingkan sektor migas. Hal ini dapat dilihat dari rata-rata ekspor non-migas (X_2) sebesar 20993 dan impor non-migas (X_4) sebesar 16058, diketahui bahwa nilai rata-rata tersebut melampaui pada sektor migas. Sektor migas pada ekspor migas memiliki rata-rata sebesar 1218.5 dan impor migas memiliki rata-rata sebesar 2847. Pada proses transformasi yang digunakan untuk menyelaraskan skala data. Variabel ekspor non-migas ($\ln X_2$) yang memiliki rata-rata sebesar 9,944 dan variabel impor non-migas ($\ln X_4$) memiliki nilai rata-rata sebesar 9,677. Impor migas ($\ln X_3$) memiliki rata-rata sebesar 7,929 dan nilai ekspor migas ($\ln X_1$) sebesar 7,901. Hal ini menunjukkan bahwa pada sektor non-migas memiliki kontribusi yang lebih dominan dibandingkan sektor migas. Sebaran data pada nilai rata-rata dan nilai tengah cenderung berdekatan, tetapi data tersebut memiliki selisih yang cukup besar antara min dan max. Hal ini mengindikasikan nilai data tersebut terdapat fluktuasi data dengan kecenderungan adanya *outlier*.

3.1.2 Estimasi *Ordinary Least Square* (OLS)

Analisis ini dilakukan untuk memperoleh gambaran awal hubungan antar variabel. Hubungan variabel antara ekspor dan impor terhadap neraca perdagangan di Indonesia. Pengujian ini menjadikan syarat utama sebelum melakukan uji asumsi klasik yang berguna sebagai efisiensi dan validitas metode variabel.

```
> model_ols <- lm(Y ~ ln_x1 + ln_x2 + ln_x3 + ln_x4, data = data)
> summary(model_ols)

Call:
lm(formula = Y ~ ln_x1 + ln_x2 + ln_x3 + ln_x4, data = data)

Residuals:
    Min       1Q   Median       3Q      Max
-277.26  -99.52   -6.07   89.56  376.98

Coefficients:
            Estimate Std. Error t value Pr(>|t|)
(Intercept) -36271.3     1878.6  -19.308 < 2e-16 ***
ln_x1         1259.2       167.5    7.519 5.32e-10 ***
ln_x2        20961.9       282.8   74.125 < 2e-16 ***
ln_x3        -2821.7       150.6   -18.742 < 2e-16 ***
ln_x4        -16061.3       275.9  -58.213 < 2e-16 ***
---
Signif. codes:  0 '***' 0.001 '**' 0.01 '*' 0.05 '.' 0.1 ' ' 1

Residual standard error: 151.4 on 55 degrees of freedom
Multiple R-squared:  0.9906,    Adjusted R-squared:  0.9899
F-statistic: 1452 on 4 and 55 DF,  p-value: < 2.2e-16
```

Gambar 3.2 Estimasi *Ordinary Least Squares* (OLS)

Metode *Ordinary Least Squares* (OLS) untuk analisis ekspor dan impor terhadap neraca perdagangan tahun 2021-2025 menunjukkan persamaan, sebagai berikut:

$$Y = -36271,3 + 1259,2 \ln(X_1) + 20961,9 \ln(X_2) - 2821,7 \ln(X_3) - 16061,3 \ln(X_4)$$

Diketahui bahwa semua variabel secara keseluruhan memiliki pengaruh yang signifikan. Hal ini dapat diketahui melalui uji parsial (uji t) dimana ($p < 0,05$). Hasil dari Metode *Ordinary Least Squares* (OLS) dapat diketahui bahwa nilai ekspor non-migas memiliki nilai sebesar 209,62 nilai ini memiliki kontribusi yang besar pada variabel neraca perdagangan. Setiap kenaikan 1% pada ekspor non-migas dapat meningkatkan neraca perdagangan sebesar 209,62 satuan. Nilai impor non-migas sebesar -160,61 dimana setiap terjadi kenaikan 1% pada impor non-migas memiliki arti bahwa akan menurunkan neraca perdagangan sebesar 160,61 satuan. Metode *Ordinary Least Square* (OLS) ini menunjukkan adanya nilai R^2 sebesar 99,06% dimana nilai tersebut memiliki akurasi yang sangat tinggi. Akan tetapi, dengan adanya potensi data *outlier* yang bisa memberikan potensi merusak metode *Ordinary Least Squares* (OLS) maka hasil yang divalidasi adalah dengan menggunakan metode Regresi Robust yang tidak sensitif dengan data *outlier*.

3.1.3 Uji Asumsi Klasik

a. Uji Normalitas

Uji normalitas dilakukan dengan uji Shapiro-Wilk. Dengan hipotesis

H_0 = sisaan distribusi normal

H_1 = sisaan tidak berdistribusi normal

dengan tingkat signifikansi 5% dan statistik uji

Tabel 1. Uji Normalitas Shapiro-Wilk

Variabel	Metode Pengujian	Nilai Statistik (w)	p -value	Kesimpulan
Residual Model OLS	Shapiro-Wilk	0,98579	0,7112	Berdistribusi normal

Berdasarkan hasil uji normalitas Tabel 1 menunjukkan $w = 0,98579$, $p - value = 0,7112$. p -value > tingkat signifikansi $\alpha = 0,05$ maka H_0 diterima. Dapat diartikan bahwa pada uji normalitas ini memiliki sisaan distribusi normal.

b. Uji Multikolinearitas

Menurut (Ghozali, 2018) uji multikolinearitas uji untuk mengetahui metode regresi tersebut memiliki korelasi yang tinggi atau sempurna antar variabel.

H_0 : multikolinearitas terpenuhi

H_1 : multikolinearitas tidak terpenuhi

Tingkat signifikansi $\alpha = 5\%$ dengan daerah kritis H_0 ditolak jika $VIF > 10$

Tabel 2. Uji Multikolinearitas

Variabel Independen	Nilai VIF	Batas Kritis	Kesimpulan
Ekspor Migas ($\ln X_1$)	2,114214	10	Bebas Multikolinearitas
Ekspor Non-Migas ($\ln X_2$)	3,324955	10	Bebas Multikolinearitas
Impor Migas ($\ln X_3$)	3,144028	10	Bebas Multikolinearitas
Impor Non -Migas ($\ln X_4$)	2,765088	10	Bebas Multikolinearitas

Berdasarkan uji multikolinearitas diatas diketahui bahwa nilai VIF jauh lebih kecil dari 10, maka dapat disimpulkan bahwa H_0 diterima dan uji multikolinearitas terpenuhi.

c. Uji Homoskedastisitas

Uji Homoskedastisitas uji asumsi yang berasal dari varian setiap nilai variabel Y sama untuk setiap variabel X.

H_0 = asumsi homoskedastisitas terpenuhi

H_1 = asumsi homoskedastisitas tidak terpenuhi

Dengan tingkat signifikansi 5%

Tabel 3. Uji Homoskedastisitas

Metode Pengujian	Nilai Statistik (BP)	df	p -value	Kesimpulan
Studentized Breusch-Pagan	6,1965	4	0,1849	Homoskedastisitas Terpenuhi

Berdasarkan uji tersebut diketahui p -value = 0,1849 > 0,05 dapat diartikan H_0 diterima, maka dapat disimpulkan bahwa asumsi homogen varian residual terpenuhi.

d. Uji Autokorelasi

Uji autokorelasi merupakan uji asumsi yang terjadi sisaan pengamatan dengan sisaan pengamatan sebelumnya dengan sebagai berikut:

H_0 = tidak terdapat korelasi residual

H_1 = terdapat korelasi residual

Dengan tingkat signifikansi 5%

Tabel 4. Uji Autokorelasi

Metode Pengujian	Nilai Statistik (DW)	<i>p-value</i>	Kesimpulan
Durbin-Watson Test	1,5643	0,02631	Terjadi Autokorelasi

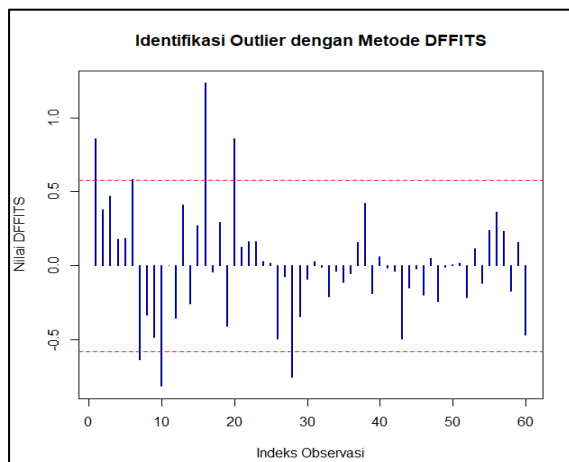
Uji autokorelasi ini menunjukkan bahwa nilai $p\text{-value} = 0,02631 < \alpha = 0,05$, dapat diartikan bahwa H_0 ditolak dan dapat disimpulkan bahwa terdapat korelasi residual. Hal ini menunjukkan bahwa terdapat masalah autokorelasi positif pada estimasi OLS.

3.1.4 Identifikasi *Outlier*

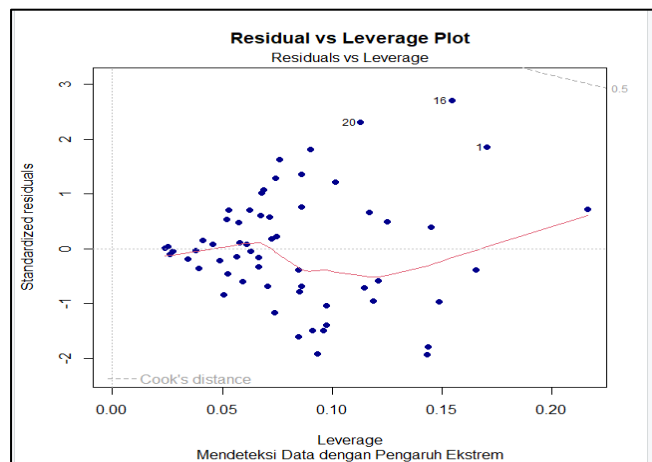
Dilakukan identifikasi *outlier* menggunakan metode DFFITS

```
> n <- nrow(data)
> p <- length(coef(model_ols))
> threshold <- 2 * sqrt(p/n)
>
> nilai_dffits <- dffits(model_ols)
>
> # 3. Tampilkan data yang melebihi threshold
> outliers <- nilai_dffits[abs(nilai_dffits) > threshold]
> print(outliers)
      1      6      7     10     16     20     28
0.8578412 0.5840295 -0.6330028 -0.8126266 1.2321474 0.8569439 -0.7492960
> print(paste("Nilai threshold:", threshold))
[1] "Nilai threshold: 0.577350269189626"
```

Gambar 3.3 Identifikasi *Outlier*



Gambar 3.4



Gambar 3.5

Berdasarkan identifikasi *outlier* diatas yang menggunakan identifikasi DFFITS dapat diketahui bahwa terdapat *outlier* yang ekstrem terhadap metode estimasi OLS. Nilai DFFITS terhadap ambang batas diketahui sebesar $|0,5773|$. Berdasarkan Gambar 3.3 teridentifikasi tujuh pengamatan yang berada di kategori *outlier*, yaitu pengamatan ke-1, 6, 7, 10, 16, 20, dan 28. Pada pengamatan ke-16 memiliki nilai DFFITS yang tertinggi sebesar 1,2321474 nilai tersebut menandakan nilai yang sangat jauh di atas batas kritis yang telah ditetapkan. Keberadaan *outlier* yang ekstrem dan uji autokorelasi yang residual, menyebabkan metode estimasi OLS tidak efisien. Metode OLS kurang efektif dalam menangani data *outlier*, sehingga penggunaan metode Regresi Robust merupakan metode yang tepat dan tidak sensitif untuk menangani data *outlier* (Zulkarnain

et al., 2020). Oleh karena itu penggunaan metode Regresi Robust Estimasi-M menjadi metode yang efisien untuk penelitian ini untuk menghasilkan estimasi yang lebih stabil dan akurat. Metode ini dipilih karena memiliki kemampuan untuk memberikan hasil yang lebih redah pada data yang mengandung *outlier*, sehingga hasil dari metode Regresi Robust Estimasi-M akan valid.

3.2 Analisi Regresi Robust Estimasi M

Analisis regresi robust estimasi M dilakukan sebagai metode alternatif dalam mengatasi ketidakefektifan metode *Ordinary Least Squares* (OLS), ini dikarenakan adanya data *outlier* dan adanya masalah autokorelasi pada data. Penggunaan metode ini bekerja dengan cara mengidentifikasi *outlier* dan memberikan bobot lebih kecil untuk menghasilkan metode yang lebih stabil dan representatif pada keseluruhan data. Berikut hasil analisis regresi Robust Estimasi M pada variabel ekspor non-migas, ekspor migas, impor non-migas, dan impor migas terhadap neraca perdagangan.

```
> # MODEL ROBUST ESTIMASI M
> model_robust <- lmrob(Y ~ ln_x1 + ln_x2 + ln_x3 + ln_x4, data = data, method = "M")

warning message:
In lmrob.fit(x, y, control, init = init) :
  Initial estimator 'M' not supported; using S-estimator instead

> summary(model_robust)

Call:
lmrob(formula = Y ~ ln_x1 + ln_x2 + ln_x3 + ln_x4, data = data, method = "M")
  \--> method = "S"
Residuals:
    Min       1Q   Median       3Q      Max
-562.0326  -68.5342   -0.0443   33.9965  373.5661

Coefficients:
            Estimate Std. Error t value Pr(>|t|)
(Intercept) -31791.68    929.79  -34.19  <2e-16 ***
ln_x1         1182.21     66.53   17.77  <2e-16 ***
ln_x2        21850.40    138.47  157.80  <2e-16 ***
ln_x3        -3177.42     72.69  -43.71  <2e-16 ***
ln_x4       -17086.08    130.46 -130.96  <2e-16 ***
---
Signif. codes:  0 '***' 0.001 '**' 0.01 '*' 0.05 '.' 0.1 ' ' 1

Robust residual standard error: 101.3
Multiple R-squared:  0.9991,    Adjusted R-squared:  0.999
```

Gambar 3.6 Analisis Regresi Robust Estimasi M

Berdasarkan gambar diatas, hasil analisis regresi Robust Estimasi-M memiliki persamaan regresi sebagai berikut :

$$Y = -31791,68 + 1182,21 \ln(X_1) + 21850,40 \ln(X_2) - 3177,42 \ln(X_3) - 17086,08 \ln(X_4)$$

Analisis penelitian Regresi Robust Estimasi-M dapat menjelaskan secara keseluruhan pergerakan Neraca perdagangan Indonesia yang bergerak secara dinamis di perekonomian Indonesia. Metode ini mampu memberikan hasil perhitungan yang lebih stabil dan tak bias karena metode ini dapat mengatasi data yang mengandung *outlier* dibandingkan dengan metode *Ordinary Least Squares* (OLS) yang sensitif dengan data *outlier*. Hasil analisis yang lebih stabil dapat dibuktikan dari nilai Multiple R-squared senilai 0,9991 dan Adjusted R-squared sebesar 0,999. Hal ini menunjukkan bahwa sebesar 99,91% variansi pada variabel Neraca Perdagangan dapat dijelaskan secara akurat pada metode, dan sisanya sebesar 0,99% dijelaskan diluar faktor metode. Pada standard error

metode *Ordinary Least Squares* (OLS) sebesar 151,4 dibandingkan dengan metode Robust memiliki *standard error* sebesar 101,3 menunjukkan bahwa metode regresi Robust memberikan hasil prediksi yang lebih presisi dan akurat dan mengatasi data *outlier* dibandingkan hasil analisis *Ordinary Least Squares* (OLS) dalam mengatasi *outlier*. Hasil ini menunjukkan bahwa seluruh variabel independen memiliki dampak secara signifikan terhadap Neraca Perdagangan yang dapat diketahui dari $p\text{-value} < 2 \times 10^{-16}$. Hasil analisis persamaan Regresi Robust Estimasi-M dapat dijelaskan bahwa variabel ekspor migas dan variabel non-migas memiliki koefisien positif yang menandakan bahwa kedua variabel tersebut memegang kendali atas peningkatan *surplus* neraca perdagangan Indonesia. Setiap terjadinya kenaikan 1% ekspor migas akan meningkatkan neraca perdagangan sebesar 1182,21 satuan. Kenaikan ekspor non-migas 1% akan meningkatkan neraca perdagangan sebesar 21850,40 satuan. Variabel impor migas dan variabel impor non-migas memiliki koefisien negatif yang menandakan bahwa setiap adanya peningkatan pada nilai impor dapat memperkecil neraca perdagangan. Setiap terjadinya kenaikan 1% pada nilai impor migas akan menurunkan neraca perdagangan sebesar 3177,41 satuan. Kenaikan 1% untuk nilai impor non-migas akan menurunkan nilai neraca perdagnagan sebesar 17086,08 satuan. Berdasarkan hasil analisis ini menandakan bahwa naik turunnya nilai ekspor dan impor memiliki pengaruh signifikan terhadap stabilitas neraca perdagangan Indonesia. Penggunaan metode Robust berhasil memberikan hasil yang presisi dalam mengatasi *outlier* dengan memberikan hasil nilai ($\leq 0,001$) yang bisa dikatakan cukup rendah, sehingga parameter yang dihasilkan lebih stabil dan layak digunakan.

3.2.1 Uji Parsial t

Uji parsial t digunakan untuk mengetahui hubungan sejauh mana variabel independen terhadap variabel dependen mempengaruhi secara signifikan terhadap variabel dependen (Ghozali, 2011 dalam Wardani et al., 2021). Didapatkan hasil uji parsial t

Tabel 5. Uji Parsial t

Variabel Independen		$t\text{-value}$	$p\text{-value}$
Ekspor Migas	($\ln X_1$)	17,77	2×10^{-16}
Ekspor Non-Migas	($\ln X_2$)	157,80	2×10^{-16}
Impor Migas	($\ln X_3$)	-43,71	2×10^{-16}
Impor Non-Migas	($\ln X_4$)	-130,96	2×10^{-16}

Dengan hipotesis :

$H_0: \beta_i = 0, i = 1, 2, \dots, k$ (variabel independen ke- i tidak berpengaruh signifikan terhadap variabel dependen)

$H_1: \beta_i \neq 0, i = 1, 2, \dots, k$ (variabel independen ke- i berpengaruh signifikan terhadap variabel dependen)

Berdasarkan tabel di atas menunjukan bahwa variabel independen secara keseluruhan signifikan terhadap Neraca Perdagangan Indonesia. Hal ini dibuktikan dari nilai $p\text{-value}$ keempat variabel tersebut jauh lebih kecil dari taraf nyata $\alpha = 0,05$. Maka, hipotesis H_0 ditolak dan variabel ekspor dan impor memiliki pengaruh signifikan terhadap Neraca Perdagangan.

3.2.2 Uji Simultan F

Uji simultan F digunakan untuk mengetahui apakah semua variabel independen memiliki pengaruh secara bersamaan terhadap variabel dependen (Sugiyono, 2015 dalam Wardani et al., 2021). Hipotesis yang digunakan sebagai berikut:

$H_0: \beta_1 = \beta_2 = \dots = \beta_k$ (variabel independen secara simultan tidak berpengaruh terhadap variabel dependen)

H_1 : minimal ada satu $\beta_i \neq 0$, $i = 1, 2, \dots, k$ (variabel independen secara simultan memiliki pengaruh terhadap variabel dependen)

Tabel 6. Uji Signifikasi Variabel

Variabel Independen	df	F	$Pr(>F)$
Ekspor Migas (In X_1)	1	315,76	$< 2,2 \times 10^{-16}$
Ekspor Non-Migas (In X_2)	1	24900,03	$< 2,2 \times 10^{-16}$
Impor Migas (In X_3)	1	1910,67	$< 2,2 \times 10^{-16}$
Impor Non-Migas (In X_4)	1	17151,58	$< 2,2 \times 10^{-16}$

Berdasarkan hasil tabel analisis diatas menunjukkan nilai $pr(>f)$ untuk variabel independen jauh lebih kecil dari $\alpha = 0,05$. Maka, hipotesis H_0 ditolak ini menunjukkan seluruh variabel independen secara signifikan berpengaruh terhadap variabel dependen. Metode Regresi Robust Estimasi-M menunjukkan hasil ketepatan analisis sebagai faktor penentu dalam pergerakan neraca perdagangan Indonesia.

3.3 Pembahasan : Pengaruh Ekspor dan Impor Terhadap Neraca Perdagangan

Berdasarkan hasil analisis Regresi Robust Estimasi-M, variabel ekspor menunjukkan koefisien positif yang signifikan terhadap neraca perdagangan. Pada variabel impor metode Regresi Robust menginformasi bahwa variabel impor memiliki dampak negatif yang signifikan terhadap nilai neraca perdagangan. Teori perdagangan internasional ini dapat dijabarkan bahwa peningkatan nilai ekspor dapat menjadi penggerak surplus neraca perdagangan, sedangkan untuk peningkatan impor yang tidak terkendali dapat menekan posisi neraca perdagangan (Chang et al., 2024). Pendapat tersebut dapat kuatkan dari penelitian sebelumnya yang dilakukan oleh Widyasari & Parianom (2024) yang menggunakan metode *Error Correction Model* (ECM) menyatakan bahwa variabel ekspor memiliki koefisien positif yang berpengaruh signifikan terhadap neraca perdagangan. Penelitian sebelumnya oleh Arifudin et al. (2024) juga menegaskan bahwa pada variabel ekspor secara parsial senilai 0,00 merupakan salah satu pendorong utama dalam menentukan surplus perdagangan Indonesia. Penelitian oleh Widyasari & Parianom (2024) menunjukkan bahwa aktivitas impor yang tak terkendali dan nilainya terus meningkat dapat memberikan dampak negatif terhadap neraca perdagangan secara simultan. Secara spesifik pengaruh variabel dari penelitian ini dapat dilihat sebagai berikut:

1. Ekspor Non-migas menjadi pendorong utama surplus Neraca perdagangan dengan koefisien 21850,40 hal ini menandakan bahwa tingginya daya saing komoditas non-migas Indonesia di pasar global
2. Impor Migas dan Impor Non-Migas menghasilkan koefisien negatif yang menandakan bahwa ketergantungan dalam negeri untuk mendapatkan bahan baku impor yang terus menerus hingga nilainya tidak terkendali maka akan menjadi salah satu faktor yang sensitif terhadap neraca perdagangan Indonesia.

Hasil ini menginformasikan penelitian oleh Arifudin et al. (2024) menyatakan bahwa ekspor dan impor memiliki pengaruh yang sangat besar terhadap neraca perdagangan hingga mencapai 92.1% terhadap fluktuasi perdagangan Indonesia. Metode Regresi Robust Estimasi-M dapat membuktikan stabilitas neraca perdagangan ditentukan dari kemampuan negara dalam mengoptimalkan kinerja ekspor dan impor di pasar global.

4 KESIMPULAN

Berdasarkan hasil analisis pengaruh Ekspor dan Impor terhadap Neraca Perdagangan Indonesia periode 2021-2025, dapat disimpulkan bahwa variabel Ekspor migas dan Ekspor non-migas berpengaruh positif dan signifikan terhadap Neraca Perdagangan serta variabel Impor Migas dan Non-migas berpengaruh negatif dan signifikan terhadap Neraca Perdagangan. Variabel tersebut signifikan sehingga mengonfirmasi bahwa kinerja ekspor merupakan faktor utama surplus perdagangan nasional. Keberadaan *outlier* dalam data terbukti memberikan dampak signifikan terhadap ketidakakuratan estimasi pada metode OLS, yang menyebabkan hasil analisis menjadi tidak efisien dan bias. Oleh karena itu, penggunaan metode Robust Estimasi-M terbukti lebih efektif dan stabil dalam menghasilkan model yang lebih presisi, dengan nilai *Adjusted R-squared* yang mencapai 0,9991 serta nilai *residual standard error* yang jauh lebih rendah dibandingkan metode konvensional, sehingga metode ini menjadi pendekatan yang valid untuk menangani data ekonomi yang memiliki volatilitas tinggi.

5 SARAN

Adapun saran dari penulis yang dapat diberikan yang berguna untuk penelitian selanjutnya atau untuk pihak terkait

1. Penulis berharap untuk penelitian selanjutnya dapat menggunakan metode robust yang lainnya seperti estimasi-MM, estimasi-S, atau estimasi LSM.
2. Penulis berharap pada penelitian selanjutnya dapat menambahkan variabel lainnya seperti nilai tukar (kurs) atau inflasi yang dapat mempengaruhi neraca perdagangan.

UCAPAN TERIMA KASIH

Puji syukur kehadiran Tuhan Yang Maha Esa atas selesainya Artikel Ilmiah ini. Penulis berterima kasih yang sebesar-besarnya kepada keluarga atas doa dan dukungan tiada henti, serta kepada Dosen Pembimbing atas segala arahan dan bimbingannya selama proses penelitian. Terakhir, terima kasih untuk diri sendiri telah berjuang, bersabar dan tidak menyerah dalam menyelesaikan penelitian ini. semoga Artikel Ilmiah ini memberikan manfaat bagi para pembaca.

DAFTAR PUSTAKA

- Arifudin, A., Nurhidayah, S., Sintiya, S., Afifudin, A., & Nabih, A. N. (2024). *Pengaruh Ekspor Dan Impor Terhadap Neraca Perdagangan Di Indonesia*. Moneter: Jurnal Ekonomi dan Keuangan, 2(3), 01–08. <https://doi.org/10.61132/moneter.v2i3.562>
- Artaya, I. P., Soebandhi, S., Alimudin, A., Nilowardono, S., & Kamisutara, M. (2023). *Ekonometrika: Pemetodean Analisa Regresi Jenis dan Penerapannya*. Eureka Media Aksara.
- Atamia, N. A., Susanti, Y., & Handajani, S. S. (2021). *Perbandingan Analisis Regresi Robust Estimasi-S Dan Estimasi-M Dengan Pembobot Huber Dalam Mengatasi Outlier*. PRISMA, Prosiding Seminar Nasional Matematika, 4, 673–679. <https://journal.unnes.ac.id/sju/index.php/prisma/>

- Badan Pusat Statistik Indonesia. (4 Mei 2026). *Nilai Ekspor Migas-NonMigas, 2021*. Diakses pada 13 April 2026, dari <https://www.bps.go.id/id/statistics-table/2/MTc1MyMy/nilai-ekspor-migas-nonmigas--juta-us--.html>
- Badan Pusat Statistik Indonesia. (4 Mei 2026). *Nilai Ekspor Migas-NonMigas, 2022*. Diakses pada 13 April 2026, dari <https://www.bps.go.id/id/statistics-table/2/MTc1MyMy/nilai-ekspor-migas-nonmigas--juta-us--.html>
- Badan Pusat Statistik Indonesia. (4 Mei 2026). *Nilai Ekspor Migas-NonMigas, 2023*. Diakses pada 13 April 2026, dari <https://www.bps.go.id/id/statistics-table/2/MTc1MyMy/nilai-ekspor-migas-nonmigas--juta-us--.html>
- Badan Pusat Statistik Indonesia. (4 Mei 2026). *Nilai Ekspor Migas-NonMigas, 2024*. Diakses pada 13 April 2026, dari <https://www.bps.go.id/id/statistics-table/2/MTc1MyMy/nilai-ekspor-migas-nonmigas--juta-us--.html>
- Badan Pusat Statistik Indonesia. (4 Mei 2026). *Nilai Ekspor Migas-NonMigas, 2025*. Diakses pada 13 April 2026, dari <https://www.bps.go.id/id/statistics-table/2/MTc1MyMy/nilai-ekspor-migas-nonmigas--juta-us--.html>
- Badan Pusat Statistik Indonesia. (4 Mei 2026). *Nilai Impor Migas-NonMigas, 2021*. Diakses pada 13 April 2026, dari <https://www.bps.go.id/id/statistics-table/2/MTc1NCMy/nilai-impor-migas-nonmigas--juta-us--.html>
- Badan Pusat Statistik Indonesia. (4 Mei 2026). *Nilai Impor Migas-NonMigas, 2022*. Diakses pada 13 April 2026, dari <https://www.bps.go.id/id/statistics-table/2/MTc1NCMy/nilai-impor-migas-nonmigas--juta-us--.html>
- Badan Pusat Statistik Indonesia. (4 Mei 2026). *Nilai Impor Migas-NonMigas, 2023*. Diakses pada 13 April 2026, dari <https://www.bps.go.id/id/statistics-table/2/MTc1NCMy/nilai-impor-migas-nonmigas--juta-us--.html>
- Badan Pusat Statistik Indonesia. (4 Mei 2026). *Nilai Impor Migas-NonMigas, 2024*. Diakses pada 13 April 2026, dari <https://www.bps.go.id/id/statistics-table/2/MTc1NCMy/nilai-impor-migas-nonmigas--juta-us--.html>
- Badan Pusat Statistik Indonesia. (4 Mei 2026). *Nilai Impor Migas-NonMigas, 2025*. Diakses pada 13 April 2026, dari <https://www.bps.go.id/id/statistics-table/2/MTc1NCMy/nilai-impor-migas-nonmigas--juta-us--.html>
- Badan Pusat Statistik Indonesia. (4 Mei 2026). *Nilai Neraca Perdagangan, 2021*. Diakses pada 13 April 2026, dari <https://www.bps.go.id/id/statistics-table/2/NDk4IzI=/nilai-neraca-perdagangan--juta-us--.html>
- Badan Pusat Statistik Indonesia. (4 Mei 2026). *Nilai Neraca Perdagangan, 2022*. Diakses pada 13 April 2026, dari <https://www.bps.go.id/id/statistics-table/2/NDk4IzI=/nilai-neraca-perdagangan--juta-us--.html>
- Badan Pusat Statistik Indonesia. (4 Mei 2026). *Nilai Neraca Perdagangan, 2023*. Diakses pada 13 April 2026, dari <https://www.bps.go.id/id/statistics-table/2/NDk4IzI=/nilai-neraca-perdagangan--juta-us--.html>
- Badan Pusat Statistik Indonesia. (4 Mei 2026). *Nilai Neraca Perdagangan, 2024*. Diakses pada 13 April 2026, dari <https://www.bps.go.id/id/statistics-table/2/NDk4IzI=/nilai-neraca-perdagangan--juta-us--.html>
- Badan Pusat Statistik Indonesia. (4 Mei 2026). *Nilai Neraca Perdagangan, 2025*. Diakses pada 13 April 2026, dari <https://www.bps.go.id/id/statistics-table/2/NDk4IzI=/nilai-neraca-perdagangan--juta-us--.html>

- Chang, I., Arisah, N., Asari, A., Junaedi, I. W. R., Mustari, Suardi, S., Safuridar, Nugroho, R. Y. Y., Asnidar, Faizza, S. N., Shafwah, R., Syofya, H., Chaira, T. M. I., Baharuddin, R. A., & Wisudawaty, I. (2024). *Perekonomian Indonesia*. PT Mafy Media Literasi Indonesia.
- Ghozali, I. (2018). *Aplikasi Analisis Multivariate IMB SPSS*. Jakarta : Universitas Diponegoro
- Julianti, H. (2022). *Analisis Regresi Robust Estimasi S Menggunakan Pembobot Tukey Bisquare, Welsh, dan Huber (Studi kasus: Indeks pembangunan manusia Provinsi Jawa Tengah tahun 2021)* [Skripsi sarjana, Universitas Lampung]. Repository Universitas Lampung.
- Kartiningrum, E. D., Notobroto, H. B., Otok, B. W., Kumarijati, N. E., & Yuswatiningsih, E. (2020). *Aplikasi Regresi dan Korelasi dalam Analisis Data Hasil Penelitian*. Penerbit STIKES Majapahit Mojokerto.
- Kementerian Perdagangan Republik Indonesia. (2025). *Kajian Kinerja Perdagangan Ekspor Impor: Awali 2025, Neraca Perdagangan Indonesia Masih Konsisten Catatkan Surplus* (Edisi Februari 2025). Badan Kebijakan Perdagangan.
- Rangkuty, D. M., & Pangeran. (2023). *Ekspor impor*. Tahta Media Group.
- Siagian, A. W. A. B. S., & Marpaung, T. J. (2023). *Analisis Regresi Robust Estimasi M Terhadap Kecelakaan Lalu Lintas Di Provinsi Sumatera Utara*. Prosiding Seminar Nasional Pemanfaatan Sains dan Teknologi Informasi, 1(1), 409–414.
- Syafiuddin, & Akhmad. (2025). *Perdagangan Internasional Agribisnis*. CV. Mushaffa Ahzafani.
- Wardani, I. K., Susanti, Y., & Subanti, S. (2021). *Pemetodean Indeks Kedalaman Kemiskinan Di Indonesia Menggunakan Analisis Regresi Robust*. Prosiding Seminar Nasional Aplikasi Sains & Teknologi (SNAST), A15–A23.
- Widyasari, R., & Parianom, R. (2024). *Faktor-faktor yang Mempengaruhi Neraca Perdagangan Indonesia Tahun 2018-2022*. Jurnal of Development Economic and Digitalization, 3(1), 64–86.
- Zulkarnain, A., Rizki, S. W., & Perdana, H. (2020). *Analisis Regresi Robust Estimasi-MM dalam Mengatasi Pencilan pada Regresi Linear Berganda*. Buletin Ilmiah Matematika, Statistika, dan Terapannya (Bimaster), 9(1), 123–128.