



Regresi *Robust Method of Moment* dan *Weighted Least Square* dalam Mengatasi Masalah Pencilan dan Heterokedastisitas (Studi Kasus: Tingkat Pengangguran Terbuka di Indonesia Tahun 2022)

(Regression Robust Method Of Moment (MM) and Weighted Least Square in Overcoming Outliers and Heteroscedasticity(Case Study: Open Unemployment Rate in Indonesia in 2022)

Agnalia Sintasya Putri¹, Armayani Aرسال²

^{1,2}Statistika, Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam, Universitas Negeri Gorontalo
agnaliasintasya@gmail.com¹, armayani@ung.ac.id²

Article Info	Abstract
<p>Article history:</p> <p>Received: 17 Januari 2025 Revised: 14 Februari 2025 Accepted: 17 Februari 2025</p> <hr/> <p>Keywords:</p> <p>Multiple Linear Regression Heteroscedasticity Robust Method</p> <p>Kata Kunci:</p> <p>Regresi Linear Berganda Heteroskedastisitas Metode Robust</p>	<p>Multiple linear regression is a method that investigates the relationship between independent variables and dependent variables. The purpose of this study is to examine data that has outlier and heteroscedasticity problems. The method used in this research is the Robust Method of Moment Weighted Least Square. This study uses data on Open Unemployment Rate (Y), Total Population (X₁), Human Development Index (X₂), and Labor Force Participation Rate. The results of parameter estimation with the Ordinary Least Square (OLS) method obtained the initial data equation $\hat{Y} = 4.824 - 4.729 + 4.291 + 3.559$. The test results on the model can be seen that there is heteroscedasticity and outliers. Robust Method (Method Of Moment) Weighted Least Square analysis obtained a regression equation $\hat{Y} = 0.09023 + 0.15395 + 0.26832 + 0.52220$ with R^2 of 0.068 and MSE of 0.63. The test results on the model can be seen that there is no heteroscedasticity and the outlier problem has been reduced. This shows that the Robust (Method Of Moment) Weighted Least Square method is a method that can be used for outlier and heteroscedasticity problems in data.</p> <p>Abstrak</p> <p>Regresi linier berganda adalah suatu teknik yang menyelidik keterkaitan antara variabel bebas dan variabel terikat. Penelitian ini bertujuan untuk menganalisis data yang mengalami masalah pencilan dan heteroskedastisitas. Metode yang diterapkan dalam penelitian ini adalah Robust Method of Moment dan Weighted Least Square. Penelitian ini memanfaatkan data Tingkat Pengangguran Terbuka (Y), Jumlah Penduduk (X₁), Indeks Pembangunan Manusia (X₂), dan Tingkat Partisipasi Angkatan Kerja (X₃). Hasil estimasi parameter dengan metode OLS (<i>Ordinary Least Square</i>) diperoleh persamaan awal data $\hat{Y} = 4.824 - 4.729 + 4.291 + 3.559$. Hasil pengujian pada model tersebut dapat diketahui terdapat heterokedastisitas dan pencilan. Analisis Metode Robust (<i>Method of Moment</i>) Weighted</p>

Least Square diperoleh persamaan regresi $\hat{Y} = 0.09023 + 0.15395 + 0.26832 + 0.52220$ dengan R^2 sebesar 0.068 dan MSE sebesar 0.63. Hasil pengujian model tersebut diketahui bahwa tidak terjadi heterokedastisitas dan masalah pencilan telah berkurang. Hal ini menunjukkan bahwa metode Robust (*Method of Moment*) Weighted Least Square merupakan pendekatan yang dapat diterapkan untuk menangani masalah pencilan dan heteroskedastisitas dalam sebuah data.

Corresponding Author:

Agnalia Sintasya Putri
Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam
Universitas Negeri Gorontalo
agnaliasintasya@gmail.com

1. PENDAHULUAN

Pengangguran adalah masalah ekonomi makro yang berdampak langsung pada kehidupan masyarakat (Sari, 2021). Tingginya jumlah pengangguran dapat menimbulkan tantangan tersendiri bagi Indonesia (Setyaningsih & Noeryanti, 2017). Sebagai negara berkembang, Indonesia menghadapi berbagai kendala dalam upaya mengatasi masalah pengangguran ini (Ardian et al., 2022). Suatu individu dalam rentang usia angkatan kerja yaitu 15-65 tahun, tidak memiliki pekerjaan atau sedang mencari pekerjaan disebut pengangguran. Kondisi ini umumnya terjadi karena jumlah angkatan kerja yang besar tidak sebanding dengan lapangan pekerjaan yang tersedia (BPS, 2023). Tingkat pengangguran terbuka 2022 di Indonesia mencapai 5,86 persen lebih tinggi dibandingkan tahun 2023 sebesar 5,32 persen (Novian, 2016). Hal ini yang menjadi salah satu tujuan untuk mengetahui perkembangan tingkat pengangguran terbuka di Indonesia dengan menggunakan analisis regresi linear (Kamaluddin, 2023).

Teknik statistika yang diterapkan untuk menyelidiki keterkaitan antar variabel yang memiliki hubungan, di mana variabel independen berpengaruh terhadap variabel dependen disebut analisis regresi (Marliana, 2022). Pendekatan yang sering digunakan untuk menilai parameter adalah melalui penggunaan metode OLS yang berusaha untuk mengurangi jumlah kuadrat dari perbedaan antara nilai yang diamati dan nilai yang diprediksi. Meskipun demikian, metode ini bergantung pada beberapa asumsi penting seperti distribusi kesalahan yang bersifat normal, homoskedastisitas, tidak adanya multikolinearitas, dan tanpa adanya autokorelasi (Mufidah & Basuki, 2023).

Ada beberapa asumsi yang perlu dipenuhi dalam metode Ordinary Least Square, di antaranya adalah distribusi normal, multikolinearitas dan homoskedastisitas. Namun dalam implementasinya, tidak selalu mungkin untuk memenuhi asumsi-asumsi tersebut, sehingga diperlukan penggunaan metode selain metode kuadrat terkecil (Rahmiatun et al., 2022). Adanya nilai ekstrem dalam sebuah kumpulan data, yang dikenal sebagai pencilan merupakan salah satu faktor yang menyebabkan tidak terpenuhinya uji asumsi klasik (Ristika et al., 2021). Pencilan merupakan data memiliki nilai yang signifikan dari pola umum keseluruhan data (Sabrina et al., 2023).

Untuk mengatasi masalah outlier, satu pendekatan yang dapat diambil adalah melakukan transformasi pada data sehingga dapat memenuhi asumsi-asumsi yang dibutuhkan. Pada kondisi tertentu, transformasi data mungkin tidak berhasil mengurangi dampak outlier yang dapat menimbulkan bias dalam estimasi (Said et al., 2024). Dalam kondisi seperti itu, regresi robust bisa menjadi pilihan yang lebih cocok. Regresi robust terbukti menjadi pendekatan yang sangat efektif ketika distribusi kesalahan tidak mengikuti pola normal dan terdapat outlier yang dapat memengaruhi model data (Semar et al., 2020).

Dalam penelitian ini, metode MM-estimated digunakan untuk menangani kasus outlier melalui pendekatan regresi robust. Keunggulan dari estimasi MM terletak pada kemampuannya untuk digunakan pada data yang mengandung outlier, baik pada variabel independen maupun dependen. Dengan menggunakan pendekatan ini, tidak perlu menghapus atau mengabaikan outlier secara langsung dari data observasi (Sitompul, 2022). Selain kehadiran outlier yang dapat mengakibatkan pelanggaran pada uji asumsi terdapat asumsi klasik lain yang perlu dipenuhi dalam melakukan estimasi Ordinary Least Squares (OLS) yaitu asumsi homokedastisitas yaitu varian error bersifat konstan. Ketika asumsi ini dilanggar, maka akan terjadi heterokedastisitas yaitu varians kesalahan tidak konsisten (Wahyuni et al., 2018).

Masalah yang timbul akibat adanya outlier dan heteroskedastisitas dalam suatu data cenderung berbeda dan memerlukan pendekatan yang berbeda pula. Oleh sebab itu, diperlukan sebuah metode yang mampu menangani kedua kondisi tersebut. Untuk menangani kasus pencilan, diterapkan metode Regresi Robust Method of Moment, sedangkan untuk menangani heteroskedastisitas yaitu metode Weighted Least Square dapat menjadi pilihan yang sesuai.

2. METODE PENELITIAN

Data yang digunakan dalam penelitian ini merupakan data sekunder yang diperoleh dari Badan Pusat Statistik Indonesia. Populasi dan sampel dalam penelitian ini mencakup jumlah penduduk, Indeks Pembangunan Manusia, dan Tingkat Partisipasi Angkatan Kerja di 34 provinsi di Indonesia tahun 2022 dengan teknik penarikan sampel sampling jenuh. Variabel dalam penelitian ini meliputi Tingkat Pengangguran Terbuka (Y), Jumlah Penduduk (X1), Indeks Pembangunan Manusia (X2), dan Tingkat Partisipasi Angkatan Kerja (X3).

Langkah-langkah penelitian diawali dengan pengumpulan dan input data sekunder yang diperoleh dari Badan Pusat Statistik Indonesia. Selanjutnya, dilakukan standarisasi data untuk mengatasi perbedaan satuan antar variabel yang diteliti. Model regresi kemudian dibentuk menggunakan metode Ordinary Least Squares (OLS). Untuk memastikan validitas model, dilakukan beberapa uji asumsi klasik. Uji normalitas dilakukan untuk mengetahui apakah nilai residual terdistribusi normal dengan menggunakan uji Shapiro-Wilk, yang lebih akurat untuk sampel berukuran kurang dari 50. Data dianggap tidak berdistribusi normal jika $p\text{-value} > \alpha$ (Sitompul, 2022). Selanjutnya, dilakukan uji multikolinearitas untuk mendeteksi korelasi antar variabel bebas dalam model regresi menggunakan Variance Inflation Factor (VIF) berikut:

$$VIF = \frac{1}{(1 - R^2)}$$

Selain itu, dilakukan uji heteroskedastisitas untuk mendeteksi adanya varian residual yang tidak seragam dalam model regresi. Pengujian dilakukan dengan Uji Glejser, yaitu meregresikan variabel independen terhadap nilai absolut residual, di mana data dianggap tidak mengalami heteroskedastisitas jika nilai signifikansi antara variabel bebas dan absolut residual $> 0,05$ (Sitompul, 2022). Setelah itu, dihitung nilai koefisien determinasi (R^2) untuk menilai sejauh mana variabel independen menjelaskan variabel dependen serta Mean Squared Error (MSE) sebagai ukuran kesalahan estimasi model.

Terakhir, dilakukan uji signifikansi dan kecocokan model melalui uji F untuk menguji signifikansi model secara keseluruhan serta uji t untuk menguji signifikansi masing-masing koefisien regresi. Analisis dilakukan secara rinci mulai dari pengumpulan data hingga interpretasi hasil uji statistik. Metode yang telah dijelaskan bertujuan untuk memastikan bahwa model regresi yang digunakan memiliki asumsi yang valid dan dapat diandalkan dalam menganalisis hubungan antara variabel-variabel dalam penelitian ini.

3. HASIL DAN PEMBAHASAN

3.1 Model Regresi dengan metode OLS (*Ordinary Least Square*)

Pada penelitian ini, model regresi menggunakan metode Ordinary Least Square (OLS) diterapkan untuk menganalisis hubungan antara tingkat pengangguran terbuka dengan tiga variabel independen, yaitu jumlah penduduk (X1), indeks pembangunan manusia (X2), dan tingkat partisipasi angkatan kerja (X3). Untuk memperoleh nilai koefisien regresi dari setiap parameter, digunakan aplikasi R sebagai alat bantu analisis. Berdasarkan data tingkat pengangguran terbuka di Indonesia tahun 2022, diperoleh model regresi sebagai berikut:

$$\hat{Y} = 4.824 - 4.729X_1 + 4.291X_2 + 3.559X_3$$

Model ini menunjukkan bahwa setiap kenaikan satu satuan pada jumlah penduduk (X1) berkontribusi pada penurunan tingkat pengangguran terbuka sebesar 4.729 unit. Sementara itu, indeks pembangunan manusia (X2) dan tingkat partisipasi angkatan kerja (X3) berkontribusi meningkatkan tingkat pengangguran terbuka masing-masing sebesar 4.291 dan 3.559 unit. Untuk memastikan keakuratan model, dilakukan berbagai uji diagnostik guna mengidentifikasi potensi permasalahan dalam model regresi, seperti normalitas residual, multikolinearitas, dan heteroskedastisitas.

3.2 Uji Normalitas

Uji normalitas dilakukan untuk memastikan bahwa residual dari model regresi berdistribusi normal, yang merupakan salah satu asumsi penting dalam regresi OLS. Dalam penelitian ini, uji normalitas dilakukan menggunakan uji Shapiro-Wilk dengan bantuan aplikasi R. Hasil pengujian menunjukkan bahwa nilai p-value sebesar 0.5133. Dengan tingkat signifikansi 0.05, keputusan yang diambil adalah menerima H_0 karena p-value lebih besar dari α (0.05). Artinya, residual berdistribusi normal, sehingga asumsi normalitas terpenuhi. Hal ini menunjukkan bahwa model regresi yang digunakan dapat memberikan estimasi yang valid terhadap hubungan antara variabel-variabel yang diteliti.

3.3 Uji Multikolinearitas

Uji multikolinearitas bertujuan untuk mengetahui apakah terdapat korelasi tinggi antara variabel independen dalam model regresi. Korelasi yang tinggi antar variabel independen dapat menyebabkan ketidakstabilan dalam estimasi parameter regresi. Deteksi multikolinearitas dilakukan dengan melihat nilai Variance Inflation Factor (VIF) untuk masing-masing variabel, dengan hasil sebagai berikut:

Tabel 1. Hasil Uji Multikolinearitas

Variabel	VIF
X1 (Jumlah Penduduk)	3.939789
X2 (Indeks Pembangunan Manusia)	3.775166
X3 (Tingkat Partisipasi Angkatan Kerja)	1.144116

Berdasarkan hasil uji multikolinearitas, semua variabel memiliki nilai VIF di bawah 10, yang mengindikasikan bahwa tidak terdapat masalah multikolinearitas dalam model. Dengan demikian, variabel independen dapat digunakan secara bersamaan dalam analisis regresi tanpa menyebabkan bias atau ketidakstabilan dalam estimasi parameter.

3.4 Uji Heterokedastisitas

Uji heteroskedastisitas dilakukan untuk mengetahui apakah varians residual dari model regresi bersifat konstan atau tidak. Jika terdapat heteroskedastisitas, maka model regresi dapat menghasilkan estimasi yang tidak efisien. Untuk mendeteksi heteroskedastisitas, digunakan uji Glejser dengan hasil pengujian sebagai berikut:

Tabel 2. Hasil Uji Heterokedasitas

Variabel	<i>P-Value</i>
X ₁	0.9964
X ₂	0.5681
X ₃	0.0345

Hasil pengujian menunjukkan bahwa variabel X1 dan X2 memiliki nilai p-value lebih besar dari 0.05, sehingga keputusan yang diambil adalah gagal menolak H₀. Artinya, kedua variabel tersebut tidak mengalami masalah heteroskedastisitas. Namun, variabel X3 memiliki p-value lebih kecil dari 0.05, yang berarti H₀ ditolak dan terdapat indikasi heteroskedastisitas pada variabel tersebut. Hal ini menunjukkan bahwa variabel tingkat partisipasi angkatan kerja (X3) memiliki varians residual yang tidak seragam. Oleh karena itu, diperlukan metode regresi yang lebih robust, seperti Robust Weighted Least Square (RWLS), untuk mengatasi masalah heteroskedastisitas dalam model.

3.5 Pencilan

Dalam analisis regresi, pencilan (outlier) dapat mempengaruhi hasil estimasi model dan mengurangi akurasi prediksi. Untuk mendeteksi adanya pencilan dalam data, digunakan metode Difference in Fit Standardized (DfFITS). Metode ini mengukur sejauh mana suatu pengamatan memiliki pengaruh yang signifikan terhadap model regresi. Jika nilai DfFITS melebihi nilai kritis, maka pengamatan tersebut dianggap sebagai pencilan. Hasil pengujian dengan menggunakan DfFITS pada aplikasi R sebagai berikut:

Tabel 3. Hasil Mendeteksi Pencilan

No.	Nilai DfFITS	Nilai Kritis
12	1,096791540	0.766965
14	2,794394565	0.766965
16	0,847936523	0.766965

Hasil pengujian dengan DfFITS pada aplikasi R menunjukkan bahwa terdapat tiga pengamatan yang memiliki nilai DfFITS lebih besar dari nilai kritis 0,766965. Pengamatan pada data ke-12 memiliki nilai DfFITS sebesar 1,096791540, pengamatan ke-14 memiliki nilai 2,794394565, dan pengamatan ke-16 memiliki nilai 0,847936523. Dengan demikian, tiga data tersebut diidentifikasi sebagai pencilan dan dapat mempengaruhi kestabilan model regresi.

3.6 Analisis Regresi *Robust Method of Moment Weighted Least Square*

Untuk mengatasi permasalahan heterokedastisitas dan pencilan yang ditemukan dalam analisis regresi menggunakan metode Ordinary Least Square (OLS), dilakukan estimasi parameter dengan metode Robust Method of Moment Weighted Least Square. Metode ini bertujuan untuk mengurangi dampak pencilan dan meningkatkan akurasi estimasi model.

3.6.1 Estimasi Parameter *Weighted Least Square*

Dalam pembentukan model regresi dengan metode Weighted Least Square (WLS), aplikasi R digunakan untuk menghitung nilai koefisien dari setiap variabel independen. Berdasarkan data tingkat pengangguran terbuka di Indonesia tahun 2022 dengan tiga faktor yang mempengaruhinya, diperoleh model regresi sebagai berikut:

$$\hat{Y} = 0,06892 + 0,05038X_1 + 0,32990X_2 + ,47235X_3$$

Model ini menunjukkan bahwa variabel X2 (Tingkat Partisipasi Angkatan Kerja) dan X3 (Jumlah Penduduk) memiliki pengaruh yang lebih besar dibandingkan dengan variabel X1 (Indeks Pembangunan Manusia) terhadap tingkat pengangguran terbuka.

3.6.2 Estimasi Parameter Regresi *Robust Method of Moment Weighted Least Square*

Pada pembentukan model persamaan dengan metode *Weighted Least Square* digunakan aplikasi R untuk melihat nilai koefisien dari setiap parameter. Berdasarkan data Tingkat Pengangguran Terbuka di Indonesia tahun 2022 dengan 3 faktor yang mempengaruhinya, didapatkan model persamaan regresi dengan sebagai berikut:

$$\hat{Y} = 0,09023 + 0,15395X_1 + 0,26832X_2 + 0,52220X_3$$

3.7 Pengujian Kembali Heterokedastisitas dan Pencilan Setelah Dilakukan Analisis Regresi *Robust Method of Moment Weighted Least Square*

3.7.1 Heterokedastisitas

Untuk menguji kembali keberadaan heterokedastisitas dalam model yang telah diperbaiki, dilakukan uji Glejser pada aplikasi R. Hasil pengujian diperoleh sebagai berikut:

Tabel 4. Hasil Pengujian Kembali Heterokedastisitas

Variabel	P-Value
X ₁	0.941
X ₂	0.456
X ₃	0.448

Dari hasil pengujian, diketahui bahwa nilai P-value untuk semua variabel lebih dari 0,05, yang berarti keputusan yang diambil adalah gagal tolak H₀. Hal ini menunjukkan bahwa model regresi yang dihasilkan sudah terbebas dari heterokedastisitas, sehingga dapat disimpulkan bahwa metode Robust Method of Moment Weighted Least Square lebih efektif dalam menangani masalah ini dibandingkan metode OLS sebelumnya.

3.7.2 Pencilan

Selanjutnya, dilakukan pengujian kembali terhadap pencilan menggunakan metode DfFITS setelah model diperbaiki dengan metode Robust Method of Moment Weighted Least Square. Hasil pengujian menunjukkan sebagai berikut:

Tabel 5. Hasil Pengujian Kembali Pencilan

No.	Nilai DfFITS	Nilai Kritis
2	1.15979331	0.766965

Dari hasil tersebut, terlihat bahwa jumlah pencilan telah berkurang menjadi satu, yaitu pada data amatan ke-2, dibandingkan dengan model sebelumnya yang memiliki tiga pencilan. Hal ini menunjukkan bahwa metode Robust Method of Moment Weighted Least Square mampu mengurangi pengaruh pencilan dan menghasilkan model regresi yang lebih akurat dan stabil. Dengan demikian, metode ini lebih disarankan untuk digunakan dalam analisis data dengan permasalahan heterokedastisitas dan pencilan.

3.8 Ukuran Kecocokan Model

Tabel 6. Hasil Koefisien determinasi dan Mean Square Error

	Koefisien Determinasi	Mean Square Error
Robust MM Weighted Least Square	0.068	0.63

Berdasarkan hasil analisis, nilai koefisien determinasi (R^2) yang diperoleh untuk model regresi robust MM Weighted Least Square adalah sebesar 0,068 atau 6,8%. Hal ini menunjukkan bahwa variabel independen dalam model, yaitu Indeks Pembangunan Manusia (X_1), Tingkat Partisipasi Angkatan Kerja (X_2), dan Jumlah Penduduk (X_3), hanya mampu menjelaskan 6,8% variasi dalam tingkat pengangguran terbuka. Sementara itu, 93,2% variasi dalam tingkat pengangguran terbuka dipengaruhi oleh faktor lain yang tidak dimasukkan dalam model ini, seperti kebijakan ekonomi, pertumbuhan industri, tingkat pendidikan, atau faktor sosial lainnya.

Selain itu, nilai Mean Square Error (MSE) sebesar 0,63 menunjukkan tingkat kesalahan model dalam memprediksi tingkat pengangguran terbuka. Nilai MSE yang relatif tinggi mengindikasikan bahwa model ini masih memiliki kelemahan dalam menangkap pola hubungan antara variabel-variabel yang dianalisis, sehingga perlu mempertimbangkan metode estimasi lain atau menambahkan variabel independen yang lebih relevan untuk meningkatkan akurasi model.

3.9 Uji Signifikansi Parameter

3.9.1 Uji F

Hasil uji F menunjukkan bahwa p-value sebesar 0,3912, yang lebih besar dari taraf signifikansi 0,05. Dengan demikian, keputusan yang diambil adalah menolak H_0 . Artinya, secara simultan, variabel independen dalam model, yaitu Indeks Pembangunan Manusia (IPM), Tingkat Partisipasi Angkatan Kerja (TPAK), dan Jumlah Penduduk, memiliki hubungan yang signifikan dengan tingkat pengangguran terbuka. Namun, meskipun model menunjukkan keterkaitan secara keseluruhan, analisis lebih lanjut melalui uji T diperlukan untuk mengetahui variabel mana yang memiliki pengaruh signifikan secara individual terhadap tingkat pengangguran terbuka.

3.9.2 Uji T

Tabel 7. Hasil Uji T

Var.	T hitung	p-value	Keputusan
X_1	0.017	0.055455	Gagal tolak H_0
X_2	1.557	5.27e-08	Tolak H_0
X_3	2.346	<2e-16	Tolak H_0

Berdasarkan hasil uji T, diperoleh bahwa Indeks Pembangunan Manusia (X_1) memiliki nilai T-hitung sebesar 0,017 dengan p-value = 0,055455. Karena p-value lebih besar dari 0,05, maka keputusan yang diambil adalah gagal menolak H_0 . Hal ini menunjukkan bahwa IPM tidak berpengaruh secara signifikan terhadap tingkat pengangguran terbuka dalam model ini. Artinya, meskipun IPM merupakan indikator penting dalam pembangunan manusia, dalam konteks penelitian ini, pengaruhnya terhadap tingkat pengangguran terbuka tidak cukup kuat untuk dianggap signifikan.

Sementara itu, Tingkat Partisipasi Angkatan Kerja (X_2) memiliki nilai T-hitung sebesar 1,557 dengan p-value = 5.27e-08. Karena p-value jauh lebih kecil dari 0,05, maka H_0 ditolak, yang berarti bahwa TPAK berpengaruh secara signifikan terhadap tingkat pengangguran terbuka. Secara logis, semakin tinggi tingkat partisipasi angkatan kerja, semakin besar jumlah tenaga kerja yang tersedia, yang dapat meningkatkan tingkat persaingan dalam pasar kerja dan berdampak pada tingkat pengangguran.

Selanjutnya, variabel jumlah penduduk (X_3) memiliki nilai T-hitung sebesar 2,346 dengan p-value < 2e-16. Karena p-value sangat kecil (jauh lebih kecil dari 0,05), maka H_0 ditolak, yang menunjukkan bahwa jumlah penduduk memiliki pengaruh signifikan terhadap tingkat pengangguran terbuka. Hal ini dapat dijelaskan dengan konsep bahwa semakin tinggi jumlah penduduk, semakin besar pula jumlah individu yang masuk ke dalam angkatan kerja, sehingga jika tidak diimbangi dengan pertumbuhan lapangan kerja yang memadai, maka tingkat pengangguran akan meningkat.

Secara keseluruhan, hasil uji T menunjukkan bahwa variabel TPAK (X_2) dan jumlah penduduk (X_3) memiliki pengaruh signifikan terhadap tingkat pengangguran terbuka, sedangkan IPM (X_1) tidak berpengaruh secara signifikan. Dengan demikian, kebijakan yang bertujuan untuk mengurangi pengangguran

terbuka sebaiknya lebih berfokus pada peningkatan lapangan kerja dan strategi peningkatan partisipasi angkatan kerja yang lebih produktif.

4. KESIMPULAN DAN SARAN/REKOMENDASI

4.1 Kesimpulan

Berdasarkan hasil pembahasan yang telah diuraikan sebelumnya, dapat disimpulkan bahwa model persamaan regresi yang diperoleh dengan menggunakan metode Robust Method of Moment Weighted Least Square adalah sebagai berikut: $\hat{Y}_{RWLS} = 0.09023 + 0.15395X_1 + 0.26832X_2 + 0.52220X_3$.

Dari tiga variabel bebas yang digunakan dalam penelitian ini, variabel X2 (Tingkat Partisipasi Angkatan Kerja) dan X3 (Jumlah Penduduk) berpengaruh secara signifikan terhadap Tingkat Pengangguran Terbuka. Sementara itu, variabel X1 (Indeks Pembangunan Manusia) tidak memiliki pengaruh yang signifikan terhadap tingkat pengangguran terbuka. Hasil ini menunjukkan bahwa peningkatan jumlah penduduk serta tingkat partisipasi angkatan kerja memiliki keterkaitan yang lebih kuat terhadap tingkat pengangguran dibandingkan dengan indeks pembangunan manusia. Dengan demikian, strategi untuk mengurangi tingkat pengangguran terbuka di Indonesia perlu difokuskan pada peningkatan kesempatan kerja serta penciptaan lapangan kerja baru yang dapat menyerap tenaga kerja dari berbagai sektor. Selain itu, kebijakan yang bertujuan untuk meningkatkan keterampilan dan daya saing tenaga kerja di pasar kerja juga menjadi faktor yang penting untuk diperhatikan.

4.2 Saran/Rekomendasi

Penelitian selanjutnya disarankan untuk mempertimbangkan metode estimasi robust lainnya, seperti *Robust Regression M-estimation* atau *Generalized Method of Moments (GMM)*, guna mengatasi permasalahan heteroskedastisitas dan outlier dengan lebih optimal. Penggunaan metode estimasi yang lebih canggih ini diharapkan dapat memberikan hasil yang lebih akurat dalam mengidentifikasi faktor-faktor yang memengaruhi tingkat pengangguran terbuka di Indonesia. Selain itu, penelitian di masa depan dapat menggunakan dataset dengan periode waktu yang lebih panjang atau model time series untuk mendapatkan hasil yang lebih komprehensif terkait tren tingkat pengangguran terbuka di Indonesia. Dengan pendekatan jangka panjang ini, analisis dapat memberikan wawasan yang lebih baik mengenai pola pengangguran dari waktu ke waktu dan faktor-faktor yang memengaruhi dinamika ketenagakerjaan.

Selain itu, penelitian ini dapat dikembangkan lebih lanjut dengan menambahkan variabel independen lain yang diduga memiliki pengaruh terhadap tingkat pengangguran, seperti pertumbuhan ekonomi, tingkat pendidikan, sektor pekerjaan informal, tingkat upah minimum, serta kebijakan ketenagakerjaan yang diterapkan di berbagai wilayah. Dengan menambahkan variabel-variabel tersebut, analisis dapat memberikan gambaran yang lebih mendalam mengenai faktor-faktor yang memengaruhi tingkat pengangguran di Indonesia serta implikasi kebijakan yang dapat diterapkan untuk mengatasinya. Pihak pemerintah dan pemangku kebijakan diharapkan dapat menggunakan hasil penelitian ini sebagai dasar untuk merumuskan kebijakan ketenagakerjaan yang lebih efektif, seperti program pelatihan kerja, peningkatan kualitas pendidikan vokasi, serta insentif bagi industri yang mampu menyerap tenaga kerja dalam jumlah besar. Dengan demikian, strategi pengurangan pengangguran dapat lebih tepat sasaran dan berdampak langsung bagi peningkatan kesejahteraan masyarakat secara luas.

REFERENSI

- Sari, Y. A. (2021). Pengaruh Upah Minimum Tingkat Pengangguran Terbuka Dan Jumlah Penduduk Terhadap Kemiskinan Di Provinsi Jawa Tengah. *Equilibrium*, 10(2), 121-130.
- Setyaningsih, Y. D., & Noeryanti, N. (2017). Penggunaan Metode Weighted Least Square Untuk Mengatasi Masalah Heteroskedastisitas Dalam Analisis Regresi (Studi Kasus Pada Data Balita Gizi Buruk Tahun 2014 di Provinsi Jawa Tengah). *Jurnal Statistika Industri dan Komputasi*, 2(01), 51-58.
- Ardian, R., Syahputra, M., & Desmawan, D. (2022). Pengaruh pertumbuhan ekonomi terhadap tingkat pengangguran terbuka di Indonesia. *Jurnal Ekonomi, Bisnis dan Manajemen*, 1(3), 190-198.
- Badan Pusat Statistik (BPS). (2023). Berita Resmi Statistik: Keadaan Ketenagakerjaan Indonesia Agustus 2023. <https://www.bps.go.id/id/publication/2023/12/08/1b09be03a0951907a562f755/keadaan-pekerja-di-indonesia-agustus-2023.html>
- Novian, B. H. (2016). *Analisis Outlier Dan Heteroskedastisitas Dengan Menggunakan Regresi Robust Weight Least Square* (Doctoral dissertation, UNIVERSITAS NEGERI SEMARANG).
- Kamaluddin, B. H. (2023). PERBANDINGAN MODEL REGRESI ROBUST ESTIMASI MM (METHOD OF MOMENT) DAN ESTIMASI LTS (LEAST TRIMMED SQUARE) PADA PRODUKSI PADI DI JAWA TENGAH TAHUN 2020. UIN Walisongo Semarang.
- Marliana, L. (2022). Analisis pengaruh indeks pembangunan manusia, pertumbuhan ekonomi dan upah minimum terhadap tingkat pengangguran terbuka di Indonesia. *Ekonomis: Journal of Economics and Business*, 6(1), 87-91.

- Mufidah, I. M. A., & Basuki, H. (2023). Analisis Regresi Linier Berganda Untuk Mengetahui Faktor Yang Mempengaruhi Kejadian Stunting Di Jawa Timur. *Indonesian Nursing Journal of Education and Clinic*, 3(3), 51-59.
- Rahmiatun, R., Wibawa, G. A., Yahya, I., Agusrawati, A., Rahman, G. A., & Baharuddin, B. (2022). Penerapan Regresi Robust Dengan Menggunakan Estimasi Method Of Moment Untuk Menangani Pencilan Pada Pemodelan Regresi Berganda. *Jurnal Matematika Komputasi dan Statistika*, 2(2), 123-130.
- Ristika, E. D., Primandhana, W. P., & Wahed, M. (2021). Analisis Pengaruh Jumlah Penduduk, Tingkat Pengangguran Terbuka Dan Indeks Pembangunan Manusia Terhadap Tingkat Kemiskinan Di Provinsi Jawa Timur. *Eksis: Jurnal Ilmiah Ekonomi dan Bisnis*, 12(2), 129-136.
- Sabrina, F. A., Nandita, W. V., & Maharani, D. D. (2023). Uji Asumsi Klasik untuk Menghindari Pelanggaran Asumsi Klasik pada Regresi Linier Ordinary Least Squares (OLS) dalam Ekonometrika. *Jurnal Ilmiah Manajemen Ekonomi Dan Akuntansi (JIMEA)*, 1(1), 195-203.
- Said, A., Susanti, Y., & Sugiyanto, S. (2024). Perbandingan Ketepatan Model Regresi Robust Estimasi Method of Moment (MM) dan Estimasi Generalized-M (GM) dalam Memodelkan Harga Penutupan Saham Sektor Teknologi Tahun 2023. *Sainsmath: Jurnal MIPA Sains Terapan*, 3(1), 40-51.
- Semar, A., Virgantari, F., & Wijayanti, H. (2020). Perbandingan Estimasi S (Scale) dan Estimasi MM (Method Of Moment) pada Model Regresi Robust dengan Data Pencilan. *Statmat: Jurnal Statistika Dan Matematika*, 2(1), 21-33.
- Sitompul, P. (2022). Analysis of Ordinary Least Square and Geographically Weighted Regression on the Human Development Index of North Sumatra 2021. *Formosa Journal of Applied Sciences*, 1(6), 981-1000.
- Wahyuni, J., Paranthi, Y. W., & Wanto, A. (2018). Analisis jaringan saraf dalam estimasi tingkat pengangguran terbuka penduduk Sumatera Utara. *Jurnal Infomedia: Teknik Informatika, Multimedia, dan Jaringan*, 3(1), 18-24.