



MODEL REGRESI ROBUST UNTUK PREDIKSI IPM DI MALUKU UTARA DENGAN ESTIMASI *METHOD OF MOMENT*

Yesenia Letisia Iventri Hohary

Universitas Pamulang, Banten, Indonesia

yeseniahohary@gmail.com

Abstrak:

Analisis regresi dilakukan untuk melihat hubungan antara variabel independen dan dependen dengan pendekatan Metode kuadrat terkecil (MKT) sebagai penaksiran parameter biasa, penaksiran ini perlu dilakukan uji asumsi klasik. Beberapa kasus data kemungkinan mengalami pencilan (*outlier*) untuk itu. Maka akan digunakan model regresi *robust* dimana diketahui bahwa model ini tahan atau kuat akan pencilan (*outlier*). Untuk memprediksi data pencilan menggunakan model regresi *robust* dengan estimasi *MM*. Estimasi *MM* memiliki nilai *breakdown point* 50%. Prediksi IPM di Maluku utara dengan estimasi *method of moment* objek pengamatan yaitu Angka harapan hidup X_1 , harapan lama sekolah X_2 , Pengeluaran per kapita riil X_3 dan Rata-rata lama sekolah X_4 . Bentuk model regresi *robust* $Y = 0.0752 + 0.4782X_1 + 0.1931X_2 + 0.1737X_3 + 0.1422X_4$, faktor yang berpengaruh signifikan dengan kontribusi paling besar terhadap IPM untuk setiap Kabupaten, Kota di Maluku utara adalah faktor kesehatan dan pendidikan yaitu Angka harapan Hidup X_1 dan Harapan lama sekolah X_2 , sedangkan faktor yang paling kecil kontribusinya yaitu faktor ekonomi dan pendidikan yaitu pengeluaran per kapita riil X_3 dan Rata-rata lama sekolah X_4 .

Kata Kunci: Estimasi *MM*, IPM, Regresi *Robust*

Abstract:

Regression analysis was conducted to see the relationship between independent and dependent variables using the least squares method (LSM) approach as an ordinary parameter estimate. This assessment needs to be tested with classical assumptions. Some data cases may experience outliers. So a robust regression model will be used where it is known that this model is resistant or strong against outliers. To predict outlier data using a robust regression model with MM estimation. The MM estimate has a breakdown point value of 50%. HDI prediction in North Maluku utilizing the method of moment estimation of the object of observation, namely life expectancy X_1 , expected length of schooling X_2 , real per capita expenditure X_3 , and average length of schooling X_4 . The robust regression model form $Y = 0.0752 + 0.4782X_1 + 0.1931X_2 + 0.1737X_3 + 0.1422X_4$, the factors that have a significant influence with the greatest contribution to the HDI for each Regency, City in North Maluku are health and

education factors, namely Life Expectancy X_1 and Hope length of schooling is X_2 . In contrast, the factors with the smallest contribution are economic and educational, namely real per capita expenditure X_3 and average length of education X_4 .

Keywords: *MM Estimation, HDI, Robust regression.*

Pendahuluan

Sebelum tahun 1970-an ukuran kesejahteraan suatu wilayah dapat dilihat dari pertumbuhan Produk Domestik Bruto (PDB), jika suatu wilayah dengan tingkat pertumbuhan PDB tinggi dinilai bahwa wilayah tersebut akan menjadi sejahtera (Aditama, 2015). PDB dianggap memiliki pengaruh terhadap variabel ekonomi yang lain. Seperti penyedia lapangan kerja, kemiskinan dan ketimpangan. Pembangunan memiliki pengaruh terhadap pertumbuhan ekonomi, untuk mengukur tingkat kesejahteraan suatu wilayah pembangunan dinilai hanya fenomena ekonomi bias, tetapi menjadi sorotan (Rorong, 2022). Sebuah upaya dilakukan pemerintah dalam meningkatkan kesejahteraan seluruh rakyat, yang berkualitas dan berdaya saing di wilayah itu sendiri, yaitu dengan pembangunan manusia (Puspitasari et al., 2021).

Penurunan IPM Maluku Utara Akibat pandemic covid-19 terjadi pada komponen kesehatan, pendidikan dan daya beli masyarakat, yaitu pada komponen pengeluaran per kapita yang disesuaikan. Bayi yang lahir hidup pada tahun tersebut. Anak anak pada tahun 2020 yang berusia 7 tahun memperoleh harapan dapat mengenyam pendidikan selama 13 tahun. Rata-rata pendidikan penduduk pada usia 25 keatas telah menempuh pendidikan, serta pengeluaran per kapita sebesar 8.03 juta per tahun. Penurunan IPM Maluku Utara Kecepatan pembangunan manusia melambat akibat dari penurunan nilai yaitu sebesar 0.31%, lebih rendah dibandingkan dengan tahun 2019 yang mencapai 1,39 persen. Penurunan nilai IPM Maluku utara terjadi hampir seluruh wilayah yang ada, kecuali Kabupaten Halmahera Timur dan Pulau Morotai. IPM tertinggi ditempati oleh Kota Ternate sementara sedangkan IPM terendah masih ditempati oleh kabupaten pulau Taliabu (bps.co.id, n.d.). Menurut (Dewayanti & Widodo, 2016), pada penelitiannya yaitu membandingkan penggunaan metode estimasi, MKT, estimasi M dan estimasi *MM* pada data pencilan. Oleh (Nurmulyati et al., 2024), *Comparison of Estimate Method of Moment and Least Trimmed Squares in Models Robust Regression Based on the R^2 value, the best estimation was found to be the MM estimation,*

Nilai IPM Maluku utara di bawah rata-rata nasional dipengaruhi oleh Akses dan kualitas perekonomian, pendidikan dan kesehatan yang belum merata serta kesempatan kerja yang masih belum optimal (Darwin Lie et al., 2022). Penurunan nilai IPM di Maluku utara pada seluruh komponen IPM, terjadi hampir semua wilayah Kabupaten/Kota, dipengaruhi oleh Pandemi covid-19. Terdapat adanya pencilan pada data pengamatan, sehingga data tidak berdistribusi normal oleh karena itu MKT tidak dapat digunakan. Maka pendugaan parameter dilakukan menggunakan model regresi *robust* dengan pendekatan estimasi *MM*. Angka harapan hidup X_1 , harapan lama sekolah X_2 , Pengeluaran per kapita rill X_3 dan Rata-rata lama sekolah X_4 . Untuk mengetahui bagaimana bentuk model regresi *robust* untuk prediksi IPM Maluku utara

dengan pendekatan estimasi *MM*. Untuk mengetahui bagaimana pengaruh faktor terhadap IPM Maluku utara menggunakan model regresi *robust* dengan estimasi *MM*.

Metode

Penelitian yang dilakukan ini tergolong dalam penelitian kuantitatif, dilakukan dari bulan Januari sampai Juli dengan menggunakan sumber data publikasi Badan Pusat Statistik (BPS) Maluku utara. Data berupa tabel indikator sosial dan kependudukan. Penelitian fokus objek yaitu Indeks pembangunan manusia (IPM). Metodologi yang digunakan dalam penelitian ini adalah Regresi robust dengan pendekatan estimasi *Method of moment*. Regresi *robust* adalah salah satu metode analisis yang digunakan pada data yang mengalami pencilan karena di ketahui bahwa metode ini kuat atau tahan terhadap data yang mengalami pencilan (*outlier*). Estimasi *MM* merupakan salah satu metode estimasi model regresi *robust* yang digunakan dalam menentukan atau mengestimasi model regresi *robust* dimana metode estimasi ini memiliki nilai *breakdown point* yang tinggi yaitu sebesar 50%. Estimasi *MM* merupakan gabungan dari Estimasi *S* dan estimasi *M* Yohai (1984) pertama kali memperkenalkan metode estimasi ini. Alur penelitian akan dilakukan dengan beberapa tahapan sebagai berikut:

Analisis regresi linier berganda

Analisis regresi ini merupakan salah satu teknik statistik yang digunakan untuk memodelkan hubungan antara satu variabel terikat *Y* dengan dua atau lebih variabel bebas $X_1, X_2, \dots, X_n$ (Atamia et al., 2021).

$$\hat{Y} = a + b_1x_1 + \dots + b_nx_n + \varepsilon \quad (1)$$

Keterangan:

Y = Variabel dependen

X_1 - X_n = Variabel Independen

a = Nilai konstanta variabel pengamatan

b = Nilai Koefisien regresi

ε = Kesalahan pendugaan

Metode Kuadrat Terkecil (MKT)

Metode kuadrat terkecil atau dikenal dengan (*ordinary least square*) merupakan metode terbaik untuk memprediksi suatu data. Namun metode ini sangat sensitif terhadap adanya pencilan (Dina et al., 2020).

$$\beta = (X^T X)^{-1} X^T \quad (2)$$

Uji Asumsi Klasik:

- a. Uji normalitas
- b. Uji homogenitas
- c. Uji autokorelasi
- d. Uji multikolinieritas

Model Regresi Robust:

- a. Deteksi outlier

b. Estimasi MM:

- 1) Estimasi koefisien regresi menggunakan MKT
- 2) Hitung residual
- 3) Hitung estimasi skala robust
- 4) Hitung nilai pembobot
- 5) Gunakan konstanta Tukey Bisquare (1.547)
- 6) Lakukan IRLS
- 7) Ulangi langkah 2-6 hingga konvergen

Tahapan estimasi MM:

- 1) Estimasi regresi dengan MKT
- 2) Hitung residual dan koefisien robust
- 3) Hitung nilai berdasarkan residual
- 4) Gunakan konstanta Tukey Bisquare (4.6)
- 5) Iterasi dengan metode WLS
- 6) Ulangi hingga selisih mendekati 0.

Hasil dan Pembahasan**Statistik Deskriptif****Tabel 1.** Ukuran statistik

Variabel	N (n)	Nilai rata-rata	Median	Minimum	Maksimum
Y	110	64.49	63.59	56.63	80.03
X ₁	110	65.97	66.19	60.56	70.97
X ₂	110	12.64	12.59	10.48	15.74
X ₃	110	7526	7072	5352	13632
X ₄	110	8.182	7920	6.580	11.710

Analisis Regresi Linier berganda**Tabel 2.** Model regresi linier

Parameter	Intercept	Std. error	R ²	R ² _{Adj}	S
β_0	6.4180	2.4820			
β_1	0.4623	0.0452			
β_2	0.26560	0.1836	0.963	0.9616	1.036
β_3	0.0008	0.0000			
β_4	0.0638	0.1201			

Berdasarkan tabel 2 berikut merupakan bentuk model regresi linier $\hat{Y} = 6.418 + 0.461X_1 + 0.266X_2 + 0.0008X_3 + 0.064X_4$. Hasil analisis regresi linier dengan

menggunakan (MKT)/OLS di lihat pada gambar 2 didapatkan nilai $R^2 = 96.3\%$ nilai $S = 1.063$ dan nilai $R^2_{Adj} = 96.16\%$ yang berarti bahwa variabel, Angka harapan hidup X_1 , Harapan lama sekolah X_2 , Pengeluaran per kapita X_3 , dan Rata-rata lama sekolah X_4 berpengaruh terhadap variabel IPM Y sebesar 96%.

Uji asumsi Klasik

a. Uji normalitas.

Berikut disajikan uji asumsi normalitas dengan uji Shapiro Wilk dan kolmogorov smirnov

Tabel 3. Uji *normality* dengan Shapiro-wilk

Shapiro-Wilk normality test

W = 0.87357, p-value = 0.00000

Tabel 4. Uji *normality* dengan Kolmogorov smirnov

Kolmogorov-Smirnov normality test

D = 0.091098, p-value = 0.02533

Hipotesis:

H_0 = Data residual berdistribusi secara normal

H_a = Data residual tidak berdistribusi normal

Keputusan:

Dengan *p-value* adalah nilai probabilitas dan α adalah nilai signifikansi, α yang digunakan yaitu $\alpha = 0,05$.

Kesimpulan:

Apabila probabilitas *p-value* $< \alpha$ maka H_0 ditolak begitu juga sebaliknya. Pada tabel 3 dan 4 diatas ditunjukkan bahwa nilai *p-value* Shapiro wilk = 0,00000 dan *p-value* kolmogorov smirnov = 0,02533 yang berarti bahwa nilai *p-value* $< \alpha$, oleh karena itu H_0 di tolak yang berarti bahwa data residual tidak berdistribusi normal.

b. Uji Homogenitas

Niali *p-value* = 0.266 yang berarti bahwa nilai *p-value* $< \alpha$, oleh karena itu H_0 tidak di tolak yang berarti bahwa data residual tidak memiliki varians yang homogen atau sama.

c. Uji Autokorelasi

Nilai DW=1.985 > -2 dan < 2 yang berarti bahwa tidak terdapat autokorelasi pada data pengamatan

niali *p-value* = 0.0002522 yang berarti bahwa nilai *p-value* $< \alpha$, oleh karena itu H_0 di tolak yang berarti bahwa ada autokorelasi pada data.

d. Uji Multikolinieritas

Untuk X_1 , X_2 , X_3 dan X_4 adalah $VIF < 10$ untuk seluruh variabel maka tolak H_0 yang berarti bahwa asumsi multikolinieritas terpenuhi (tidak ada kolinieritas yang kuat antara variabel independen dan variabel dependen).

1. Mendeteksi outlier

Tabel 5. Deteksi *Outlier*

Observasi	$ DFFITS_s $	$\sqrt{2 \frac{p+1}{n}}$
71	4	0.091
73	5	
83	8	

Mendeteksi *outlier* dengan *Studentized Deleted Residuals (TRESS)*. Berdasarkan tabel 5 di atas menunjukkan bahwa Pada observasi 71,73 dan 83 nilai $|DFFITS| > 2 \sqrt{\frac{p+1}{n}}$ yang berarti bahwa data ke- 71, 73 dan 83 merupakan *outlier*.

2. Estimasi MM

Tabel 6. Estimasi *MM*

Parameter	(Intercept)	R^2/R^2_{Adj}	<i>p-value</i>	<i>S/converg</i>
β_0	-0.075061	0.9998/ 0.9998	0.00000	0.0003859/it erasi ke-11
β_1	0.478226		0.00000	
β_2	0.193132		0.00000	
β_3	0.173714		0.00000	
β_4	0.142203		0.00000	

Pada tabel 6 diatas menunjukkan bahwa, Pemodelan regresi *robust* menggunakan estimasi *MM* adalah sebagai berikut

$$\hat{Y} = 0.0751 + 0.4782X_1 + 0.1931X_2 + 0.1737X_3 + 0.1422X_4$$

Berdasarkan hasil estimasi *MM*, di peroleh nilai $R^2 = 99.98\%$ dan $R^2_{Adj} = 99.98\%$ nilai $S = 0.0003859$. yang berarti bahwa variabel, Angka harapan hidup X_1 , Harapan lama sekolah X_2 , Pengeluaran per kapita X_3 dan Rata-rata lama sekolah X_4 berpengaruh terhadap variabel IPM Y sebesar 99.98%.

3. Uji F

Uji simultan atau uji F merupakan uji sama-sama, dimana uji ini dilakukan untuk mengetahui apakah variabel independen pengamatan secara bersama-sama memiliki pengaruh terhadap variabel dependen. Pada pengujian ini juga menggunakan tingkat signifikansi sebesar 5% atau 0,05. Hipotesis dirumuskan sebagai berikut:

- a) $H_0 : \text{Sig.} > 0,05$, maka tidak terdapat pengaruh positif X_1 terhadap Y
 $F_{\text{hitung}} < F_{\text{tabel}}$, maka H_0 diterima dan H_a ditolak
- b) $H_a : \text{Sig.} < 0,05$, maka terdapat pengaruh positif X_1 terhadap Y
 $F_{\text{hitung}} > F_{\text{tabel}}$, maka H_0 ditolak dan H_a diterima

Tabel 7. Uji F

Variabel bebas	N	Sig (α)	Df ₂ /df ₁	F _{hitung}	F _{tabel}	p-value
$X_{i=1,2,\dots,n}$	110	0.05	105/4	684	2.46	0.0000

Pada tabel 7 diatas menunjukkan bahwa nilai signifikansi $p\text{-value} = 0.0000$, oleh karena itu $p\text{-value} < \alpha$ yang berarti bahwa terdapat pengaruh positif antara variabel X terhadap variabel Y. Dengan $F_{\text{hitung}} = 684$ dan $F_{\text{tabel}} = 2.46$, oleh karena itu $F_{\text{hitung}} > F_{\text{tabel}}$, maka H_0 diterima dan H_a ditolak, yang berarti bahwa berpengaruh pada variabel dependen.

c) Uji t

Tabel 8. Uji t

Variabel bebas	t-value	p-value	df	t _{tabel}	Kesimpulan
X_1	214.55	0.0000	105	1.659	H_0 di tolak
X_2	80.38	0.0000			H_0 di tolak
X_3	101.91	0.0000			H_0 di tolak
X_4	88.44	0.0000			H_0 di tolak

Pengujian hipotesis akan dilakukan dengan menggunakan tingkat signifikansi sebesar 0,05 ($\alpha = 5\%$) atau tingkat keyakinan sebesar 0,95. Hipotesis dirumuskan sebagai berikut

PEMBAHASAN PENELITIAN

Berdasarkan pada hasil penelitian yang sudah dijelaskan. Penelitian fokus utamanya yaitu menentukan model regresi *robust* pada prediksi IPM di Maluku utara dengan pendekatan estimasi *MM*. bentuk model yang diperoleh telah disajikan pada tabel 7 diatas interpretasi dari model tersebut adalah Setiap kenaikan satu tahun angka harapan hidup X_1 maka akan meningkatkan IPM sebesar 0.4782, Apabila Harapan lama sekolah X_2 , Pengeluaran perkapita riil X_3 dan Rata-rata lama sekolah X_4 tetap. Setiap kenaikan satu tahun Harapan lama sekolah X_2 maka akan meningkatkan IPM sebesar 0.1931, apabila angka harapan hidup X_1 Pengeluaran perkapita riil X_3 dan Rata-rata lama sekolah X_4 tetap. Setiap kenaikan satu rupiah dalam ribuan per orangan satu tahun Pengeluaran perkapita riil X_3 maka akan meningkatkan IPM sebesar 0.1737 apabila apabila angka harapan hidup X_1 , Harapan lama sekolah X_2 dan Rata-rata lama sekolah X_4 tetap. Setiap kenaikan satu tahun Rata-rata lama sekolah X_4 maka akan meningkatkan IPM sebesar 0.1422 apabila angka harapan hidup X_1 , Harapan lama sekolah X_2 dan Pengeluaran perkapita riil X_3 tetap. Sebesar 99.98%. Seluruh variabel independen (bebas) berpengaruh signifikan terhadap variabel dependen (terikat). Setiap

faktor memberikan kontribusi nya terhadap seluruh wilayah di Maluku utara berbeda-beda. Faktor yang memberikan kontribusi paling besar adalah Angka harapan hidup X_1 di pengaruhi oleh komponen Kesehatan dan Harapan lama sekolah X_2 di pengaruhi oleh komponen pendidikan sedangkan faktor yang memberikan kontribusi paling kecil adalah Pengeluaran perkapita riil X_3 di pengaruhi oleh komponen ekonomi Rata-rata lama sekolah X_4 dipengaruhi oleh komponen pendidikan.

Kesimpulan

Berdasarkan hasil penelitian ini, kesimpulan yang dapat diambil adalah bahwa model regresi robust dengan estimasi MM berhasil mengidentifikasi faktor-faktor yang signifikan mempengaruhi Indeks Pembangunan Manusia (IPM) di setiap Kabupaten/Kota di Maluku Utara. Model yang diperoleh menunjukkan bahwa Angka Harapan Hidup (X_1) dan Harapan Lama Sekolah (X_2) memberikan kontribusi terbesar terhadap peningkatan IPM, masing-masing dipengaruhi oleh komponen kesehatan dan pendidikan. Sebaliknya, Pengeluaran Per Kapita Riil (X_3) dan Rata-Rata Lama Sekolah (X_4) memiliki kontribusi yang lebih kecil, dengan masing-masing dipengaruhi oleh komponen ekonomi dan pendidikan. Hasil ini mengindikasikan bahwa intervensi di sektor kesehatan dan pendidikan dapat memberikan dampak signifikan terhadap peningkatan kesejahteraan manusia di wilayah Maluku Utara, sementara peningkatan ekonomi juga perlu diperhatikan untuk mengoptimalkan pembangunan manusia secara keseluruhan.

Daftar Pustaka

- Aditama, F. B. N. (2015). Analisis Pertumbuhan Ekonomi dan Tingkat Ketimpangan Pendapatan di Provinsi DI Yogyakarta Tahun 2009-2013.
- Atamia, N. A., Susanti, Y., & Handajani, S. S. (2021). Perbandingan Regresi Robust Estimasi-S dan Estimasi-M dengan Pembobot Huber dalam Mengatasi Outlier. *Prosiding Seminar Nasional Matematika*, 4, 673–679.
- bps.co.id. (n.d.). Indeks Pembangunan Manusia (IPM) Maluku Utara pada tahun 2020 mencapai 68,49. In Publikasi BPS (pp. 1–8).
- Darwin Lie, S. E., MM, L. E. N., Nana Triapnita Nainggolan, S. E., MM, L. D. S., SE, M. A., & Hery Pandapotan Silitonga, S. E. (2022). Indeks Pembangunan Manusia Dengan Pertumbuhan Ekonomi. CV. Azka Pustaka.
- Dewayanti, A. A., & Widodo, E. (2016). Laporan Penelitian Perbandingan Metode Estimasi Lts, Estimasi M, dan Estimasi Mm pada Regresi Robust. *Knmp I*, 1–59.
- Dina, R., Susanti, Y., & Zukhronah, E. (2020). Perbandingan Model Regresi Robust Estimasi M dan Estimasi Least Trimmed Squares (LTS) pada Jumlah Kasus Tuberkulosis di Indonesia. *Penelitian Didaktik Matematika*, 4(2). [https://doi.org/EISSN: 2656-5544, P ISSN: 2715-7326](https://doi.org/EISSN:2656-5544,P%20ISSN:2715-7326)

- Nurmulyati, T. W., Permana, D., Amalita, N., & Martha, Z. (2024). Comparison of Estimate Method of Moment and Least Trimmed Squares in Models Robust Regression. *UNP Journal of Statistics and Data Science*, 2(2), 240–248. <https://doi.org/10.24036/ujsds/vol2-iss2/176>
- Puspitasari, M. T. S., Susanti, Y., & Handajani, S. S. (2021). Model Regresi Robust untuk Indeks Pembangunan Manusia di Jawa Timur dengan Estimasi M. PRISMA, *Prosiding Seminar Nasional Matematika*, 4(01), 659–665.
- Rorong, I. P. F. (2022). Analisis Pengaruh Indeks Pembangunan Manusia Terhadap Pertumbuhan Ekonomi Dan Kemiskinan Di Provinsi Sulawesi Utara. *Jurnal Pembangunan Ekonomi Dan Keuangan Daerah*, 23(3), 398–415.