

**ESTIMASI PARAMETER REGRESI LINEAR
MENGUNAKAN TEKNIK RESAMPLING JACKKNIFE :
STUDI KASUS IPM PROVINSI LAMPUNG 2024**

Laporan Tugas Besar Komputasi Statistik

Oleh:

Kelompok 3 RC

1. Rahmah Gustriana Deka (123450102)
2. Givaro Ananta (123450078)
3. Gusti Putu Ferazka (123450046)
4. Kevin Antoni Junior (123450109)



**PROGRAM STUDI SAINS DATA
FAKULTAS SAINS
INSTITUT TEKNOLOGI SUMATERA**

2025

DAFTAR ISI

ABSTRAK	1
BAB I PENDAHULUAN	2
1.1 Latar Belakang.....	2
1.2 Rumusan Masalah	2
1.3 Tujuan penelitian	3
1.4 Manfaat Penelitian.....	3
1.4.1 Manfaat Akademis	3
1.4.2 Manfaat Praktis	3
BAB II TINJAUAN PUSTAKA	4
2.1 Regresi Linear	4
2.1.1 Uji Asumsi Klasik	4
2.1.2 Uji Kelayakan Model.....	4
2.2 Resampling Jackknife.....	5
2.3 Indeks Pembangunan Manusia (IPM)	6
2.3.1 Pengeluaran Perkapita.....	6
2.3.2 Rata Lama Sekolah (RLS)	6
2.3.3 Angka Harapan Hidup (AHH)	7
BAB III METODOLOGI PENELITIAN.....	8
3.1 Jenis Data.....	8
3.2 Teknik Pengumpulan Data.....	8
3.3 Deskripsi Variabel.....	8
3.3.1 Variabel Dependen	8
3.3.2 Variabel Independen.....	8
3.4 Diagram Alir Penelitian	9
BAB IV HASIL DAN PEMBAHASAN.....	10
4.1 Deskripsi Data	10
4.1.1 Eksplorasi Data	10
4.1.2 Ringkasan Statistik	10
4.2 Hasil Perhitungan	11
4.2.1 Model Regresi.....	11
4.2.2 Uji Asumsi Klasik	12
4.2.3 Uji Kelayakan Model.....	12

4.2.4 Hasil Estimasi Jackknife.....	13
4.3 Interpretasi Hasil	16
4.4 Diskusi.....	17
BAB V KESIMPULAN DAN SARAN.....	19
4.5 Kesimpulan.....	19
4.6 Saran	19

ABSTRAK

Penelitian ini menganalisis pengaruh Pendapatan Per Kapita, Rata-rata Lama Sekolah (RLS), dan Angka Harapan Hidup (AHH) terhadap Indeks Pembangunan Manusia (IPM) di Provinsi Lampung tahun 2024 serta mengevaluasi stabilitas estimasi model menggunakan metode Jackknife. Hasil regresi OLS menunjukkan bahwa Pendapatan Per Kapita, RLS, dan AHH berpengaruh signifikan terhadap IPM. Melalui prosedur Jackknife, Pendapatan Per Kapita dan RLS terbukti memiliki koefisien yang stabil dengan bias dan varians rendah, sedangkan AHH menunjukkan sedikit pergeseran rata-rata. Intercept memiliki bias dan varians terbesar, menandakan bahwa komponen ini paling sensitif terhadap penghilangan satu observasi. Kesimpulannya, model regresi stabil pada variabel pendapatan dan pendidikan, sementara sensitivitas pada AHH dan terutama intercept perlu diperhatikan. Disarankan untuk menggunakan metode robust seperti Bootstrap atau Ridge Regression pada penelitian berikutnya serta menambah jumlah observasi untuk memperoleh estimasi parameter yang lebih stabil.

Kata kunci: IPM, Jackknife, Bias, Varians, Regresi Linier.

BAB I

PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Indeks Pembangunan Manusia (IPM) merupakan indikator komposit yang mencerminkan kualitas pembangunan suatu wilayah melalui dimensi ekonomi, pendidikan, dan kesehatan. IPM dibentuk oleh tiga dimensi dasar, yaitu umur panjang dan hidup sehat, pengetahuan dan standar hidup layak[1]. Dalam penelitian ini, IPM dibangun berdasarkan tiga variabel utama, yaitu pengeluaran per kapita sebagai indikator standar hidup layak, rata-rata lama sekolah (RLS) sebagai indikator pendidikan, serta angka harapan hidup (AHH) sebagai indikator kesehatan. Ketiga variabel tersebut berperan penting dalam menggambarkan kualitas hidup masyarakat dan menjadi dasar analisis untuk memahami kondisi pembangunan manusia pada tingkat kabupaten/kota di Provinsi Lampung.

Untuk mengkaji pengaruh ketiga variabel tersebut terhadap IPM, digunakan model regresi linear berganda. Namun, penerapan regresi linear dengan metode Ordinary Least Squares (OLS) memiliki keterbatasan ketika digunakan pada dataset berukuran kecil. Pada penelitian ini, jumlah observasi hanya terdiri dari 15 sampel yang kabupaten/kota di provinsi Lampung, sehingga estimasi parameter berpotensi menjadi tidak stabil dan sensitif terhadap keberadaan satu observasi tertentu. Ketergantungan model terhadap data yang terbatas dapat menghasilkan parameter yang bias dan mengurangi reliabilitas interpretasi[2].

Oleh karena itu, penelitian ini menempatkan metode resampling Jackknife sebagai pendekatan utama untuk mengevaluasi stabilitas parameter regresi. Jackknife dilakukan melalui prosedur *leave-one-out*, yaitu menghilangkan satu observasi secara bergiliran dan menghitung ulang parameter regresi pada setiap iterasi[3]. Dengan cara ini, diperoleh serangkaian estimasi parameter yang dapat digunakan untuk menilai konsistensi, variabilitas, serta sensitivitas model terhadap perubahan kecil pada data. Pendekatan ini sangat relevan dalam kondisi jumlah data terbatas karena mampu memperlihatkan apakah model regresi benar-benar stabil dan dapat diandalkan.

1.2 Rumusan Masalah

Berdasarkan uraian latar belakang tersebut, pertanyaan penelitian yang diajukan adalah sebagai berikut:

1. Bagaimana pengaruh pengeluaran per kapita, RLS, dan AHH terhadap IPM?
2. Apakah parameter regresi yang diestimasi dengan metode OLS signifikan secara statistik?
3. Apakah model regresi memenuhi asumsi-asumsi klasik?
4. Sejauh mana parameter regresi stabil ketika dievaluasi menggunakan metode Jackknife?

1.3 Tujuan penelitian

Sejalan dengan permasalahan tersebut, penelitian ini bertujuan untuk:

1. Menganalisis pengaruh pengeluaran per kapita, RLS, dan AHH terhadap IPM.
2. Menilai signifikansi parameter regresi melalui metode OLS.
3. Mengevaluasi pemenuhan asumsi-asumsi klasik dalam model regresi.
4. Menguji stabilitas parameter regresi menggunakan metode Jackknife.

1.4 Manfaat Penelitian

1.4.1 Manfaat Akademis

Penelitian ini diharapkan memberikan kontribusi metodologis dengan menunjukkan penerapan metode Jackknife sebagai pendekatan evaluatif untuk meningkatkan reliabilitas estimasi regresi pada penelitian dengan keterbatasan jumlah observasi. Selain itu, penelitian ini dapat menjadi referensi dalam pengembangan metode statistik terapan pada analisis pembangunan manusia.

1.4.2 Manfaat Praktis

Hasil penelitian dapat menjadi bahan pertimbangan bagi pemerintah daerah dalam menetapkan prioritas kebijakan pembangunan berdasarkan variabel yang terbukti berpengaruh signifikan dan stabil terhadap IPM.

BAB II TINJAUAN PUSTAKA

2.1 Regresi Linear

Secara umum, regresi merupakan analisis yang mempelajari hubungan antara variabel prediktor dengan variabel target. Hubungan fungsional antara satu variabel prediktor dengan satu variabel target disebut analisis regresi sederhana (tunggal), sedangkan hubungan fungsional yang lebih dari satu variabel disebut analisis regresi ganda [4]. Model Persamaan Regresi Linear Berganda dapat dinyatakan dengan[5]:

$$Y = \beta_0 + \beta_1 X_1 + \beta_2 X_2 + \dots + \beta_n X_n + \varepsilon$$

Dengan:

Y : nilai ramalan atau prediksi dari peubah atau variabel tak bebas (respon)

X_i : nilai pengamatan dari variabel bebas (prediktor), dengan $i = 1, 2, \dots, n$

β_0 : intersep atau konstanta

β_i : slope atau koefisien kemiringan model regresi, dengan $i = 1, 2, \dots, n$

ε : variabel kesalahan (galat)

2.1.1 Uji Asumsi Klasik

Beberapa asumsi yang harus dipenuhi oleh persamaan regresi linear berganda ini sebagai berikut:

1. Normalitas: Model regresi klasik mengharuskan setiap residual ε_i berdistribusi normal, yaitu $\varepsilon_i \sim N(0, \sigma^2)$.
2. Tidak ada autokorelasi: Residual antar pengamatan tidak saling berkorelasi, atau $\text{cov}(\varepsilon_i, \varepsilon_j) = 0$.
3. Homoskedastisitas: Varians residual harus konstan untuk semua i , yaitu $\text{var}(\varepsilon_i) = \sigma^2$, sehingga penyebaran sisaan bersifat homogen.
4. Tidak ada multikolinearitas: Antar variabel independen tidak boleh memiliki hubungan linier yang sempurna[6].

2.1.2 Uji Kelayakan Model

Selain pembahasan mengenai asumsi-asumsi regresi, analisis regresi juga melibatkan pengujian parsial dan simultan untuk melihat kekuatan pengaruh variabel-variabel bebas.

1. Uji Simultan

Menurut Ghozali (2009), uji F digunakan untuk menilai apakah seluruh variabel independen dalam model memiliki pengaruh secara simultan terhadap

variabel dependen. Uji ini memperlihatkan sejauh mana variabel bebas, ketika diuji bersama, mampu menjelaskan variabel terikat pada tingkat signifikansi 0,05. Dalam pengambilan keputusan, jika $p\text{-value} < 0,05$, maka model regresi dinyatakan memiliki pengaruh simultan yang signifikan[5].

2. Uji Parsial

Menurut Ghazali (2009), uji t digunakan untuk menilai sejauh mana satu variabel independen secara individual mampu menjelaskan variasi pada variabel dependen. Uji ini bertujuan menentukan apakah setiap variabel bebas memiliki pengaruh signifikan secara parsial terhadap variabel terikat pada tingkat signifikansi 0,05. Dalam pengambilan keputusan, $p\text{-value} < 0,05$ menunjukkan bahwa variabel independen tersebut berpengaruh signifikan secara parsial[5]

3. Koefisien Determinasi

Selain uji asumsi serta uji parsial dan simultan, kualitas model regresi juga dinilai melalui koefisien determinasi, yaitu Multiple R^2 dan Adjusted R^2 . Multiple R^2 menunjukkan proporsi variasi variabel dependen yang dapat dijelaskan model, sedangkan Adjusted R^2 memberikan nilai yang telah disesuaikan dengan jumlah variabel independen agar penilaian model lebih akurat[7].

2.2 Resampling Jackknife

Metode Jackknife merupakan teknik *resampling* yang dilakukan dengan menghilangkan sebagian observasi dari sampel asli. Prosesnya menghasilkan sampel baru yang berukuran lebih kecil dari sampel awal dan dibentuk tanpa pengembalian. Pendekatan ini sering disebut pula sebagai *Jackknife Subsampling*[8]. Metode Jackknife merupakan teknik resampling yang pertama kali dikembangkan oleh Quenouille (1949) untuk mengestimasi bias, dan kemudian diperluas oleh Tukey) sebagai pendekatan untuk menghitung standar deviasi. Konsep dasar metode ini adalah mengeluarkan satu observasi dari sampel pada setiap iterasi, kemudian melakukan pengulangan proses tersebut sebanyak jumlah data yang tersedia[3]

Prosedur Jackknife *terhapus-1* pada model regresi linear dilakukan dengan langkah berikut[9]

1. Ambil sampel berukuran n dari populasi. Misalkan data terdiri dari variabel respon Y dan variabel prediktor X_1, X_2, \dots, X_n .
2. Hapus satu observasi pada setiap tahap. Untuk pengamatan ke- i , hilangkan satu baris data sehingga tersisa sampel berukuran $(n-1)$. Dari sampel ini, hitung koefisien regresi dan sebut sebagai $\hat{\beta}^{(j1)}, \hat{\beta}^{(j2)}, \dots, \hat{\beta}^{(jn)}$.
3. Hitung koefisien regresi Jackknife final sebagai rata-rata dari seluruh koefisien Jackknife tersebut:

$$\hat{\beta}^{(j)} = \frac{1}{n} \sum_{i=1}^n \hat{\beta}^{(ji)}$$

4. Bentuk model regresi Jackknife menggunakan koefisien rata-rata tersebut:

$$\hat{Y} = X\hat{\beta}^{(j)} + \varepsilon$$

Selain itu, dihitung juga bias dan variansnya dengan rumus sebagai berikut:[9]

$$Bias_j(\hat{\beta}) = (n-1)(\hat{\beta}^{(j)} - \hat{\beta})$$

$$Var(\hat{\beta}^{(j)}) = \frac{(n-1)}{n} \sum_{i=1}^n (\hat{\beta}^{(ji)} - \hat{\beta}^{(j)})^2$$

2.3 Indeks Pembangunan Manusia (IPM)

IPM adalah salah satu indikator utama yang digunakan untuk menilai keberhasilan pembangunan dalam meningkatkan kualitas hidup penduduk. Sebagai tolok ukur kesejahteraan manusia, IPM disusun berdasarkan tiga dimensi pokok, yaitu dimensi kesehatan, dimensi pendidikan/pengetahuan, serta dimensi standar hidup yang layak. Setiap dimensi dalam pengukuran IPM memiliki indikator masing-masing. Pada dimensi kesehatan, indikator yang digunakan adalah angka harapan hidup saat lahir. Untuk dimensi pengetahuan, pengukurannya didasarkan pada kombinasi antara harapan lama sekolah dan rata-rata lama sekolah. Sementara itu, dimensi standar hidup layak diukur melalui besaran pengeluaran per kapita sebagai pendekatan pendapatan yang mencerminkan tingkat pencapaian hidup layak [10]

2.3.1 Pengeluaran Perkapita

Pengeluaran per kapita merupakan biaya yang dikeluarkan dalam sebulan untuk biaya konsumsi anggota rumah tangga dibagi dengan banyaknya anggota rumah tangga tersebut sesuai dengan varietas daya beli [11]. Penelitian lain seperti (Wardiyana & Prabowo, 2022) juga menunjukkan bahwa peningkatan pengeluaran per kapita berkorelasi positif dengan peningkatan IPM karena merepresentasikan kemampuan daya beli masyarakat terhadap kebutuhan dasar[12]. (Lidiawati, 2022) mengemukakan bahwa peningkatan pada pengeluaran per kapita cenderung diiringi oleh perbaikan IPM[13].

2.3.2 Rata Lama Sekolah (RLS)

Pertumbuhan Indeks Pembangunan Manusia (IPM) dipengaruhi oleh berbagai faktor, salah satunya adalah aspek pendidikan. Salah satu tolok ukur yang dimanfaatkan untuk merepresentasikan aspek pendidikan tersebut ialah RLS (*average years of schooling*)[14]. RLS mengukur jumlah tingkat pendidikan formal yang secara rata-rata telah diselesaikan oleh individu berusia di atas 25 tahun[15].

Semakin lama seseorang menempuh pendidikan, menunjukkan tingginya tingkat pendidikan yang dimiliki, yang pada akhirnya berpotensi meningkatkan kualitas hidup individu. Kondisi ini juga dapat berkontribusi dalam mendorong peningkatan Indeks Pembangunan Manusia (IPM)[16]

2.3.3 Angka Harapan Hidup (AHH)

Angka Harapan Hidup (AHH) adalah rata-rata jumlah tahun hidup yang diperkirakan dapat ditempuh seseorang. Angka Harapan Hidup merupakan indikator penting yang mencerminkan taraf kesehatan masyarakat di suatu wilayah sebagai dampak dari pelaksanaan hasil pembangunan khususnya bidang kesehatan[1]

BAB III

METODOLOGI PENELITIAN

3.1 Jenis Data

Data yang digunakan dalam penelitian ini adalah data sekunder yang bersumber dari publikasi resmi Badan Pusat Statistik (BPS) tahun 2024 yang diakses melalui situs web resmi BPS. Data sekunder adalah sumber data penelitian yang diperoleh secara tidak langsung melalui media perantara[17] Penelitian ini menggunakan data *cross-sectional*, yaitu data yang dikumpulkan pada satu periode atau waktu yang sama secara simultan[18] . Pada penelitian ini, data yang digunakan mencakup 15 kabupaten/kota di Provinsi Lampung di tahun 2024. Data bersifat kuantitatif kontinu, yaitu data numerik yang dapat diukur dan dianalisis menggunakan metode statistik parametrik [19]

3.2 Teknik Pengumpulan Data

Pengumpulan data dalam penelitian ini dilakukan dengan metode dokumentasi, yakni dengan cara mengakses, mengunduh, dan mengkompilasi data dari publikasi BPS yang tersedia secara online. Selain itu, peneliti juga menelaah dokumen-dokumen statistik resmi seperti laporan tahunan, tabel publikasi, dan arsip digital untuk memastikan data yang dikumpulkan terstruktur dan valid.

3.3 Deskripsi Variabel

Penelitian ini menganalisis satu variabel dependen dan tiga variabel independen, yakni sebagai berikut.

3.3.1 Variabel Dependen

Variabel dependen yang digunakan dalam penelitian ini adalah IPM (Indeks Pembangunan Manusia), yaitu Indikator komposit yang mengukur capaian pembangunan manusia berdasarkan dimensi kesehatan, pengetahuan, dan standar hidup layak [1]

3.3.2 Variabel Independen

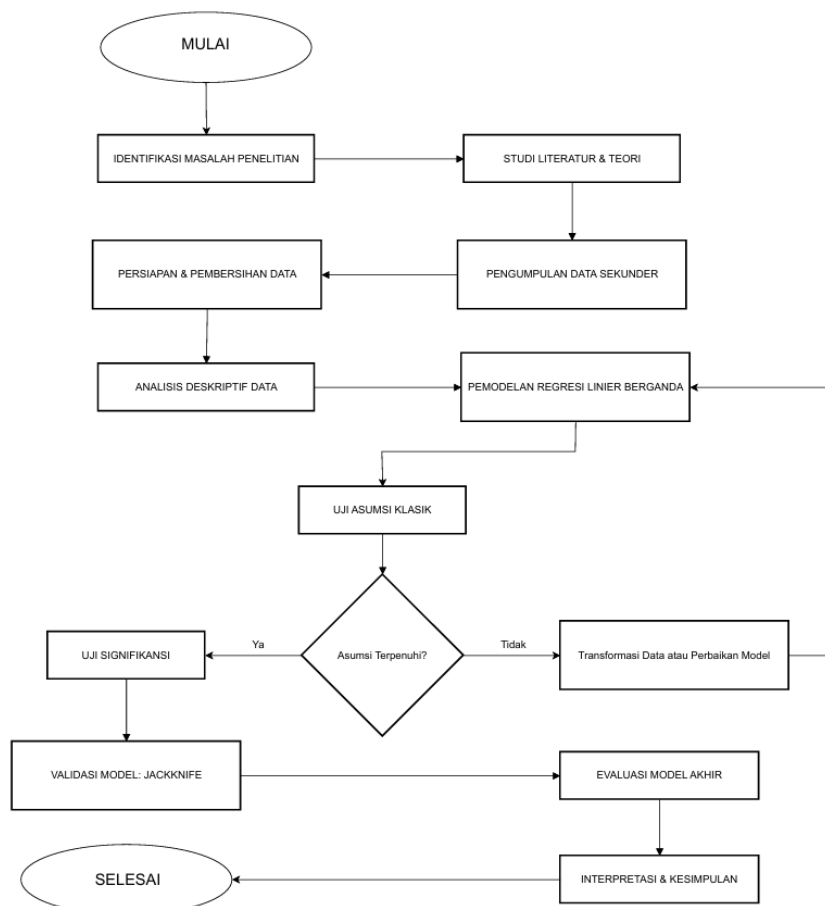
Variabel independen dalam penelitian ini merupakan faktor-faktor yang diduga memiliki pengaruh terhadap variabel dependen. Adapun variabel independen yang digunakan dalam penelitian ini terdiri dari:

- a. PP (Pengeluaran Perkapita): Total pengeluaran per kapita dalam Rupiah, merepresentasikan kemampuan ekonomi masyarakat dalam mengakses barang dan jasa.[11]
- b. RLS (Rata-rata Lama Sekolah): Rata-rata tahun sekolah yang diselesaikan oleh penduduk usia 25 tahun ke atas, mengindikasikan kualitas dimensi pengetahuan [15]

- c. AHH (Angka Harapan Hidup): Perkiraan rata-rata tahun hidup yang akan dijalani oleh bayi yang baru lahir, mencerminkan dimensi kesehatan dan kesejahteraan[1]

3.4 Diagram Alir Penelitian

Alur penelitian dimulai dengan identifikasi masalah dan peninjauan literatur untuk membangun landasan teoritis serta menentukan variabel yang diteliti. Data sekunder kemudian dikumpulkan dan diproses melalui tahap pembersihan sebelum dianalisis secara deskriptif. Selanjutnya dilakukan pemodelan regresi linier berganda yang diuji melalui uji asumsi klasik. Apabila asumsi tidak terpenuhi, dilakukan transformasi atau penyesuaian model. Setelah asumsi terpenuhi, uji signifikansi dilakukan untuk menilai pengaruh variabel model, kemudian model divalidasi menggunakan metode Jackknife dan dievaluasi. Tahap akhir penelitian adalah interpretasi hasil dan penarikan kesimpulan.



Gambar 3.1 Diagram Alir Penelitian

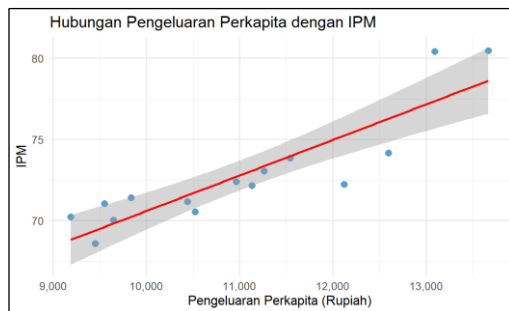
BAB IV

HASIL DAN PEMBAHASAN

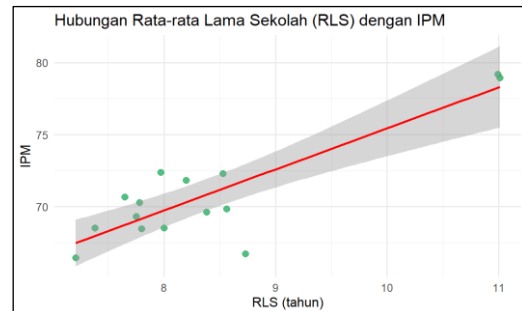
4.1 Deskripsi Data

4.1.1 Eksplorasi Data

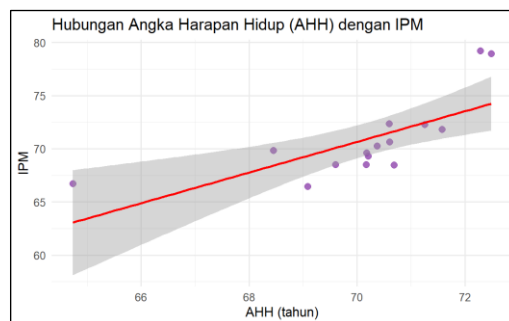
Hasil eksplorasi data melalui scatterplot menunjukkan bahwa ketiga variabel independen, yaitu pengeluaran per kapita, rata-rata lama sekolah (RLS), dan angka harapan hidup (AHH), memiliki pola hubungan positif terhadap Indeks Pembangunan Manusia (IPM). Setiap diagram memperlihatkan kecenderungan garis regresi yang menaik, menandakan bahwa kenaikan pada masing-masing variabel diikuti oleh peningkatan IPM. Sebaran titik yang cukup mengikuti garis tren mengindikasikan adanya hubungan linear yang kuat antara variabel-variabel tersebut dan IPM.



Gambar 4.1. Scatterplot Pengeluaran Perkapita dengan IPM



Gambar 4.2. Scatterplot RLS dengan IPM



Gambar 4.3. Scatterplot AHH dengan IPM

4.1.2 Ringkasan Statistik

Tabel berikut menyajikan statistik deskriptif untuk seluruh variabel penelitian:

Tabel 4.1 Ringkasan Statistik

Variabel	Min	Kuartil 1 (Q1)	Median	Mean	Kuartil 3 (Q3)	Maks
IPM	68.59	70.79	72.15	72.78	73.44	80.46
RLS	7.21	7.77	8.00	8.40	8.55	11.01
AHH	64.73	69.89	70.38	70.15	70.97	72.49
PP	9190	9742	10965	11001	11832	13667

Statistik tersebut menunjukkan bahwa variabel-variabel dalam penelitian memiliki variasi yang cukup jelas, dengan rentang nilai yang menggambarkan perbedaan kondisi antar wilayah/observasi dalam data.

4.2 Hasil Perhitungan

4.2.1 Model Regresi

Model regresi yang terbentuk adalah sebagai berikut:

$$Y = 34.0076 + 1.090 \times 10^{-3}X_1 + 1.804301 X_2 + 0.165824X_4 + \varepsilon$$

Dengan:

Y = IPM (Indek Pembangunan Manusia)

X_1 = PP (Pengeluaran perkapita)

X_2 = RLS (Rata Lama Sekolah)

X_3 = AHH (Angka Harapan Hidup)

ε = galat

Tabel 4.2. Hasil Regresi linear

Variabel	Koefisien	Std.error	t-Statistic	p-value
(Intersep)	34.0076	3.336	10.193	6.11×10^{-7}
PP	1.090×10^{-3}	8.702×10^{-5}	12.529	7.46×10^{-8}
RLS	1.804301	9.009×10^{-2}	20.027	5.27×10^{-10}
AHH	0.165824	5.303×10^{-2}	3.127	9.63×10^{-38}

4.2.2 Uji Asumsi Klasik

a. Uji Normalitas

Sebelum melakukan analisis regresi lebih lanjut, diperlukan pengujian terhadap asumsi normalitas residual. Tabel berikut menyajikan hasil uji normalitas sebagai dasar untuk menilai apakah distribusi residual memenuhi asumsi yang dipersyaratkan.

Tabel 4.3. Uji Normalitas

W-Statistic	0.92641
p-value	0.241

b. Uji Multikolinearitas

Untuk memastikan bahwa tidak terdapat hubungan linear yang kuat antarvariabel bebas, dilakukan uji multikolinearitas. Hasil pengujian berikut memberikan gambaran mengenai tingkat korelasi antarvariabel independen dalam mode

Tabel 4.4. Uji Multikolinearitas

PP	RLS	AHH
2.439853	1.755729	1.589681

c. Uji Heteroskedastisitas

Pengujian heteroskedastisitas dilakukan untuk menilai apakah varians residual bersifat konstan. Tabel berikut menyajikan hasil uji heteroskedastisitas yang digunakan untuk mengevaluasi kestabilan varians dalam model.

Tabel 4.5. Uji Heteroskedastisitas

BP-Statistic	5.2693
p-value	0.1531

4.2.3 Uji Kelayakan Model

a. Uji Simultan

Pada bagian ini dilakukan uji simultan untuk menilai apakah seluruh variabel independen secara bersama-sama berpengaruh signifikan terhadap variabel dependen. Uji F digunakan untuk menguji kelayakan model regresi secara keseluruhan. Tabel berikut menyajikan hasil pengujian yang menjadi dasar untuk menilai apakah model layak digunakan dalam analisis lebih lanjut.

Tabel 4.6. Uji simultan

F- Statistik	p-value	df
649	1.181×10^{-12}	3 dan 11

b. Uji Parsial

Setelah pengaruh simultan diuji, selanjutnya dilakukan uji parsial untuk menilai kontribusi masing-masing variabel independen secara individual terhadap variabel dependen. Uji t digunakan untuk menentukan apakah koefisien regresi pada setiap variabel signifikan secara statistik. Tabel berikut menyajikan hasil pengujian parsial tersebut.

Tabel 4.7. Uji Parsial

Variabel	t-statistik	p-value
PP	1.090×10^{-3}	7.46×10^{-8}
RLS	1.804301	5.27×10^{-10}
AHH	0.165824	9.63×10^{-38}

c. Koefisien Determinasi

Untuk mengetahui sejauh mana model regresi mampu menjelaskan variasi variabel dependen, dilakukan evaluasi terhadap koefisien determinasi (R^2). Nilai R^2 memberikan gambaran mengenai proporsi variasi variabel dependen yang dapat dijelaskan oleh variabel-variabel independen dalam model. Tabel berikut menyajikan nilai koefisien determinasi beserta interpretasinya.

Tabel 4.8. Koefisien determinasi

Multiple R-squared	Adjusted R-squared	Residual Std. Error
0.9944	0.9929	0.2904 (df = 11)

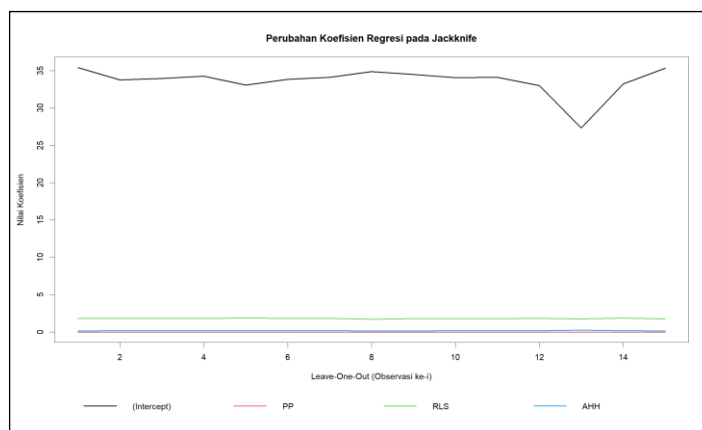
4.2.4 Hasil Estimasi Jackknife

Setelah model regresi memenuhi asumsi dasar, dilakukan prosedur resampling Jackknife sebagai teknik untuk mengevaluasi stabilitas dan ketahanan estimasi koefisien regresi. Metode Jackknife memberikan informasi mengenai bias, varians, serta sensitivitas estimasi terhadap penghilangan satu observasi pada setiap iterasi. Tabel berikut menyajikan hasil estimasi bias Jackknife dan varians Jackknife untuk setiap parameter dalam model.

Tabel 4.9. Hasil Estimasi Jackknife

Iterasi	(Intercept)	PP	RLS	AHH
1	35.42897	1.105800×10^{-3}	1.808408	0.1430299
2	33.77632	1.083499×10^{-3}	1.821403	0.1679159
3	33.96216	1.077088×10^{-3}	1.826239	0.1655950
4	34.27612	1.091100×10^{-3}	1.807343	0.1613936
5	33.07447	1.011203×10^{-3}	1.869595	0.1832208
6	33.85593	1.081246×10^{-3}	1.809733	0.1688329
7	34.10525	1.093098×10^{-3}	1.809607	0.1631899
8	34.88336	1.181117×10^{-3}	1.711366	0.1508874
9	34.52056	1.118988×10^{-3}	1.791700	0.1553230
10	34.07280	1.089858×10^{-3}	1.804840	0.1648514
11	34.12590	1.080558×10^{-3}	1.796594	0.1668005
12	33.00555	1.052686×10^{-3}	1.811481	0.1854841
13	27.32150	1.082995×10^{-3}	1.738200	0.2694618
14	33.22041	1.106806×10^{-3}	1.859167	0.1683493
15	35.33578	1.101578×10^{-3}	1.737490	0.1526818
mean	33.66434	1.090508×10^{-3}	1.800211	0.1711345

Berikut ini disajikan grafik perubahan koefisien regresi pada Jackknife.



Gambar 4.4 Perubahan Koefisien regresi pada Jackknife

Untuk memberikan gambaran yang lebih jelas mengenai konsistensi parameter regresi yang diperoleh, analisis ini menyajikan perbandingan antara koefisien asli hasil regresi dengan nilai rata-rata (mean) dari estimasi Jackknife. Perbandingan tersebut ditampilkan pada Tabel 4.10, sehingga dapat terlihat sejauh mana setiap koefisien stabil ketika satu observasi dihilangkan secara bergantian.

Tabel 4.10. Perbandingan Koefisien asli hasil regresi dengan mean jackknife

Variabel	Koefisien Asli	Mean Jackknife
(Intercept)	34.0076	33.664339
PP	1.090×10^{-3}	1.090508×10^{-3}
RLS	1.804301	1.800211
AHH	0.165824	0.1711345

Selanjutnya, untuk mengevaluasi tingkat penyimpangan dan ketidakpastian dari masing-masing parameter, Tabel 4.11 menyajikan estimasi bias dan varians yang dihasilkan melalui metode Jackknife. Informasi ini penting untuk menilai apakah koefisien regresi bersifat *robust* atau sensitif terhadap perubahan dalam struktur data.

Tabel 4.11. Estimasi Bias dan Varians Jackknife

Variabel	Estimasi Bias Jackknife	Varians Jackknife
(Intercept)	-4.805717	47.06229
PP	3.361×10^{-6}	1.665×10^{-8}
RLS	-0.057262	0.02391
AHH	0.074348	0.011275

Tingkat ketidakpastian estimasi koefisien regresi juga dapat dianalisis melalui perhitungan interval kepercayaan 95% untuk setiap parameter dalam model. Interval ini memberikan gambaran mengenai rentang nilai yang mungkin mewakili parameter populasi, sehingga dapat digunakan untuk menilai presisi dan kestabilan masing-masing koefisien. Tabel berikut menyajikan batas bawah dan batas atas interval kepercayaan 95% dari seluruh parameter regresi.

Tabel 4.12 Interval Kepercayaan 95% Koefisien Regresi Linear Berganda

Parameter	Lower 2.5%	Upper 97.5%
Intercept	26.66432	41.35089
PP	0.0008987338	0.001281802
RLS	1.606012	2.002591
AHH	0.04909749	0.28255033

4.3 Interpretasi Hasil

Hasil analisis regresi linear berganda menunjukkan bahwa ketiga variabel independen, yaitu pengeluaran per kapita, RLS, dan AHH berpengaruh signifikan terhadap IPM. Masing-masing memiliki koefisien positif dengan nilai p yang sangat kecil, sehingga secara statistik dapat disimpulkan bahwa peningkatan pada ketiga variabel tersebut diikuti oleh peningkatan IPM. Selain itu, nilai intersep sebesar 34,0076 memiliki p -value $6,11 \times 10^{-7}$, yang menunjukkan bahwa intersep juga signifikan secara statistik.

Berdasarkan hasil yang ditampilkan pada Tabel 4.3, diperoleh nilai *W-statistic* sebesar 0.9264 dengan p -value 0.241, yang menunjukkan bahwa residual berdistribusi normal karena p -value lebih besar dari 0,05. Selanjutnya, pada Tabel 4.4 menunjukkan bahwa nilai VIF untuk variabel Pengeluaran Per Kapita (2.439853), Rata-rata Lama Sekolah (1.755729), dan Angka Harapan Hidup (1.589681) seluruhnya berada jauh di bawah batas umum 10, sehingga dapat disimpulkan tidak terdapat multikolinearitas pada model. Selain itu, hasil pada Tabel 4.5 menunjukkan *BP-Statistic* sebesar 6.4788 dengan p -value 0.0905, yang mengindikasikan tidak adanya heteroskedastisitas karena p -value lebih besar dari 0,05. Secara keseluruhan, model regresi telah memenuhi asumsi normalitas, multikolinearitas, dan homoskedastisitas sehingga layak digunakan untuk analisis inferensial.

Berdasarkan hasil pada Tabel 4.6 model regresi terbukti signifikan dengan nilai F -statistik yang sangat besar dan p -value jauh di bawah 0,05, sehingga dapat disimpulkan bahwa pengeluaran per kapita, Rata-rata Lama Sekolah (RLS), dan Angka Harapan Hidup (AHH) secara bersama-sama berpengaruh signifikan dalam menjelaskan variasi IPM. Selanjutnya, hasil pada Tabel 4.7 menunjukkan bahwa ketiga variabel independen tersebut memiliki nilai t -statistik yang tinggi dengan p -value yang juga jauh di bawah tingkat signifikansi 0,05, yang mengindikasikan bahwa masing-masing variabel secara individual memberikan pengaruh signifikan terhadap IPM. Selain itu, Tabel 4.8 menunjukkan nilai R -squared sebesar 0,9944 dan *adjusted R-squared* sebesar 0,9929, yang berarti model mampu menjelaskan sekitar 99,62% variasi IPM. Nilai *residual standard error* yang rendah (0,231) juga menunjukkan bahwa selisih antara nilai prediksi dan nilai observasi relatif kecil,

sehingga model memiliki tingkat akurasi prediksi yang sangat baik. Secara keseluruhan, hasil ini menegaskan bahwa model regresi sangat kuat dan stabil dalam menjelaskan variasi IPM.

Metode Jackknife digunakan untuk mengevaluasi stabilitas parameter regresi dengan melakukan estimasi ulang model melalui pendekatan *leave-one-out*, yaitu menghilangkan satu observasi pada setiap iterasi dan menghitung ulang model. Dengan jumlah data sebanyak 15 observasi, prosedur ini menghasilkan 15 estimasi terpisah yang memungkinkan peneliti menilai sensitivitas koefisien regresi terhadap perubahan kecil pada data. Berdasarkan Tabel 4.9 dan Gambar 4.4, hasil menunjukkan bahwa variabel Pendapatan Per Kapita, Rata-rata Lama Sekolah (RLS), dan Angka Harapan Hidup (AHH) memiliki koefisien yang konsisten di setiap iterasi. Koefisien Pendapatan Per Kapita hanya berfluktuasi pada rentang $1,01 \times 10^{-3}$ hingga $1,18 \times 10^{-3}$, RLS pada kisaran 1,71 hingga 1,87, dan AHH pada kisaran 0,14 hingga 0,27, sehingga dapat disimpulkan bahwa seluruh prediktor utama bersifat stabil dan tidak sensitif terhadap penghilangan satu observasi.

Konsistensi tersebut diperkuat oleh hasil pada Tabel 4.10, di mana mean Jackknife untuk PP, RLS, dan AHH hampir identik dengan koefisien OLS-nya. Stabilitas ini juga tercermin dalam Tabel 4.12, karena ketiga variabel tersebut memiliki interval kepercayaan yang sempit, menunjukkan tingkat presisi yang tinggi. Sebaliknya, intersep menunjukkan pola berbeda, yaitu interval kepercayaannya sangat lebar, dan perbandingan antara koefisien asli dengan mean Jackknife pada Tabel 4.10 menunjukkan deviasi yang paling besar. Meskipun begitu, seluruh koefisien hasil 15 iterasi Jackknife masih berada di dalam selang kepercayaan 95% masing-masing parameter. Hasil ini selaras dengan Tabel 4.11, di mana intersep memiliki bias tertinggi dan varians paling besar, mengindikasikan bahwa parameter tersebut paling rentan terhadap variasi sampel. Sementara itu, Pendapatan Perkapita memiliki bias dan varians paling kecil, RLS tetap stabil, dan AHH memiliki bias relatif besar namun varians rendah, menandakan bahwa perbedaannya lebih berupa pergeseran rata-rata daripada fluktuasi ekstrem antarestimasi.

4.4 Diskusi

Hasil penelitian menunjukkan bahwa model regresi linear berganda yang digunakan dapat menjelaskan variasi IPM dengan sangat baik, tercermin dari nilai *R-squared* yang sangat tinggi serta terpenuhinya seluruh uji asumsi klasik, termasuk normalitas, multikolinearitas, dan homoskedastisitas. Kondisi ini menandakan bahwa model berdiri pada fondasi statistik yang kuat sebelum dilakukan analisis lanjutan melalui metode Jackknife. Hal ini penting, karena stabilitas parameter regresi yang dievaluasi melalui Jackknife akan lebih bermakna ketika model utama telah memenuhi syarat inferensial.

Dalam konteks Jackknife, hasil penelitian ini menunjukkan bahwa variabel PP, RLS, dan AHH memiliki tingkat konsistensi koefisien yang sangat stabil di setiap iterasi *leave-one-out*. Temuan ini selaras dengan kajian sebelumnya yang menyatakan bahwa metode Jackknife memberikan estimasi parameter yang *robust*

terutama untuk variabel prediktor yang benar-benar berkontribusi signifikan dalam model regresi berganda [20] . Penelitian lain juga menunjukkan bahwa Jackknife cenderung menghasilkan standar deviasi yang kecil pada parameter yang stabil, namun lebih besar pada parameter yang sensitif terhadap struktur data [21].

Kondisi tersebut juga terlihat dalam model penelitian ini, di mana koefisien prediktor utama menunjukkan bias dan varians yang rendah, sedangkan intersep justru menunjukkan variabilitas yang tinggi. Temuan ini konsisten dengan laporan dalam literatur bahwa komponen intersep sering kali lebih rentan terhadap perubahan data karena sifatnya yang mengakomodasi seluruh pergeseran level rata-rata model [22]. Dengan demikian, hasil penelitian ini memperkuat bukti empiris yang telah ada, yaitu bahwa Jackknife efektif dalam mengidentifikasi parameter regresi yang stabil maupun yang rentan terhadap perubahan observasi individual.

Secara keseluruhan, hasil regresi yang signifikan, asumsi yang terpenuhi, serta stabilitas koefisien berdasarkan Jackknife memberikan gambaran bahwa model regresi IPM yang dibangun tidak hanya akurat, tetapi juga reliabel. Metode Jackknife terbukti menjadi pendekatan penting dalam memastikan bahwa kesimpulan yang dihasilkan tidak bergantung pada observasi tertentu dan memiliki ketahanan statistik yang kuat.

BAB V

KESIMPULAN DAN SARAN

4.5 Kesimpulan

Berdasarkan hasil analisis regresi linear berganda dan evaluasi menggunakan metode resampling Jackknife, dapat disimpulkan bahwa:

1. Variabel pengeluaran per kapita, rata-rata lama sekolah (RLS), dan angka harapan hidup (AHH) berpengaruh positif dan signifikan terhadap Indeks Pembangunan Manusia (IPM) di Provinsi Lampung tahun 2024;
2. Parameter regresi yang diestimasi menggunakan metode *Ordinary Least Squares* (OLS) terbukti signifikan secara statistik, sebagaimana ditunjukkan oleh hasil uji signifikansi parsial dan simultan;
3. Model regresi memenuhi asumsi-asumsi klasik, sehingga estimasi parameter dapat dinyatakan sah dan bebas dari indikasi pelanggaran asumsi; dan
4. Hasil evaluasi stabilitas parameter menggunakan teknik Jackknife menunjukkan bahwa estimasi regresi memiliki tingkat stabilitas tinggi, dengan perbedaan nilai parameter asli dan hasil resampling yang sangat kecil. Dengan demikian, model regresi yang dibangun tidak hanya valid secara statistik, tetapi juga reliabel dalam berbagai kondisi sampel, sehingga layak digunakan sebagai dasar analisis dan perumusan kebijakan terkait peningkatan IPM di Provinsi Lampung.

4.6 Saran

Berdasarkan hasil penelitian yang telah dilakukan, terdapat beberapa rekomendasi untuk penelitian selanjutnya. Pertama, penelitian lanjutan disarankan untuk memperluas ruang lingkup data, baik secara temporal menggunakan data runtun waktu (*time series*) maupun secara spasial mencakup wilayah provinsi lain sehingga pola determinan IPM dapat dibandingkan antarwilayah. Kedua, penggunaan variabel tambahan seperti tingkat partisipasi sekolah, tingkat kemiskinan, dan indeks pelayanan kesehatan dapat dipertimbangkan untuk memperoleh model yang lebih komprehensif dalam menjelaskan variasi IPM. Ketiga, dari sisi metodologi, penelitian berikutnya dapat menggunakan pendekatan pemodelan alternatif seperti regresi robust, bootstrap resampling, atau model ekonometrika berbasis spasial untuk membandingkan performa estimasi dengan teknik Jackknife yang digunakan dalam penelitian ini. Terakhir, penelitian lanjutan diharapkan tidak hanya berhenti pada estimasi statistik, tetapi juga mengembangkan simulasi kebijakan berbasis model sehingga hasil penelitian dapat memberikan dukungan yang lebih aplikatif dalam perencanaan pembangunan daerah.

DAFTAR PUSTAKA

- [1] Direktorat Analisis dan Pengembangan Statistik, “INDEKS PEMBANGUNAN MANUSIA 2025,” 2025.
- [2] S. Davies Raihannabil, “Perbandingan Regresi Robust dengan M, S, dan MM-Estimator untuk Menganalisis Faktor-Faktor yang Memengaruhi Indeks Pemberdayaan Gender di Nusa Tenggara Barat Tahun 2023 Comparison of Robust Regression with M, S, and MM-Estimator to Analyze Factors that Influence the Gender Empowerment Measure in West Nusa Tenggara in 2023,” vol. 16, no. 1, 2025, doi: 10.30872/eksponensial.v16i1.1389.
- [3] D. Ariani, Y. Novia Nasution, dan D. D. Yuniarti, “Perbandingan Metode Bootstrap Dan Jackknife Resampling Dalam Menentukan Nilai Estimasi Dan Interval Konfidensi Parameter Regresi Comparison of Bootstrap and Jackknife Resampling Methods in Determining Estimates Values and Confidence Intervals of Regression Parameter,” *Jurnal EKSPONENSIAL*, vol. 8, no. 1, 2017.
- [4] N. Suhandi, E. Ayu, K. Putri, dan S. Agnisa, “Analisis Pengaruh Jumlah Penduduk terhadap Jumlah Kemiskinan Menggunakan Metode Regresi Linear di Kota Palembang”.
- [5] F. Prihatmono, M. Y. Darsyah, dan A. Karim, “RESIDUAL BOOTSTRAP RESAMPLING METHOD FOR MULTIPLE LINEAR REGRESSION MODEL PARAMETER ESTIMATION,” *Jurnal Litbang Edusaintech*, vol. 1, no. 1, hlm. 35–43, Des 2020, doi: 10.51402/jle.v1i1.8.
- [6] A. Maulana, R. Meilawati, dan V. Widiastuti, “Pemodelan Indeks Pembangunan Manusia (IPM) Metode Baru Menurut Provinsi Tahun 2015 Menggunakan Geographically Weighted Regression (GWR),” 2019.
- [7] U. A. K. U. K. dan R. L. B. Uji Instrumen, *Analisis DATA KUANTITATIF*, 1 ed. Penerbit Lakeisha, 2024.
- [8] Noeryati dan R. Herindani, “ESTIMASI PARAMETER REGRESI GANDA MENGGUNAKAN BOOTSTRAP DAN JACKKNIFE,” *Prosiding Seminar Nasional Aplikasi Sains & Teknologi (SNAST)*, hlm. 531–539, 2016.
- [9] Hedi, “PROSEDUR ESTIMASI PARAMETER MODEL REGRESI MENGGUNAKAN RESAMPLING BOOTSTRAP DAN JACKKNIFE,” *Sigma-Mu*, vol. 4, no. 2, 2012.
- [10] B. Perencanaan, P. Daerah, dan K. Malang, “ANALISIS PENGARUH INDIKATOR KOMPOSIT IPM TERHADAP NILAI IPM KOTA MALANG Riza Saadiah.”

- [11] S. Utari Swastika dan Z. Arifin, “PENGARUH RATA-RATA LAMA SEKOLAH, UMUR HARAPAN HIDUP, DAN PENGELUARAN PERKAPITA TERHADAP PERTUMBUHAN EKONOMI DKI JAKARTA,” 2023.
- [12] S. Putri Wardyana dan P. Setiawan Prabowo, “Analisis Pengeluaran Perkapita dalam Upaya Peningkatan Pembangunan Manusia di Sulawesi Tenggara pada Tahun 2021,” 2022. [Daring]. Tersedia pada: <https://ejournal.unesa.ac.id/index.php/independent>
- [13] “PENGARUH JUMLAH PENDUDUK DAN PENGELUARAN PERKAPITA TERHADAP INDEKS PEMBANGUNAN MANUSIA DI PROVINSI LAMPUNG”.
- [14] L. Arafat, W. Rindayati, B. Kabupaten Pulang Pisau, D. Ilmu Ekonomi Fakultas Ekonomi dan Manajemen, dan I. Pertanian Bogor, “Faktor-Faktor yang Memengaruhi Indeks Pembangunan Manusia di Provinsi Kalimantan Tengah.”
- [15] United Nations Development Programme, “The next frontier Human development and the Anthropocene,” New York, 2020. [Daring]. Tersedia pada: <http://hdr.undp.org>.
- [16] E. N. Manurung dan F. Hutabarat, “Pengaruh Angka Harapan Lama Sekolah, Rata-Rata Lama Sekolah, Pengeluaran per Kapita Terhadap Indeks Pembangunan Manusia,” *Jurnal Ilmiah Akuntansi Manajemen*, vol. 4, no. 2, hlm. 121–129, Nov 2021, doi: 10.35326/jiam.v4i2.1718.
- [17] M. M. Undari Sulung, “MEMAHAMI SUMBER DATA PENELITIAN : PRIMER, SEKUNDER, DAN TERSIER,” *Jurnal Edu Research Indonesian Institute For Corporate Learning And Studies (IICLS)*, 2024, Diakses: 23 November 2025. [Daring]. Tersedia pada: <https://iicls.org/index.php/jer/article/view/238/195>
- [18] M. Abduh, T. Alawiyah, G. Apriansyah, R. A. Sirodj, dan M. W. Afgani, “Survey Design: Cross Sectional dalam Penelitian Kualitatif,” *Jurnal Pendidikan Sains dan Komputer*, vol. 3, no. 01, hlm. 31–39, Des 2022, doi: 10.47709/jpsk.v3i01.1955.
- [19] P. Mishra, C. Pandey, U. Singh, A. Keshri, dan M. Sabaretnam, “Selection of appropriate statistical methods for data analysis,” *Ann Card Anaesth*, vol. 22, no. 3, hlm. 297–301, Jul 2019, doi: 10.4103/aca.ACA_248_18.
- [20] R. Iskandar, N. Mara, dan N. S. Intisari, “PERBANDINGAN METODE BOOTSTRAP DAN JACKKNIFE DALAM MENAKSIR PARAMETER REGRESI UNTUK MENGATASI MULTIKOLINEARITAS,” 2013.
- [21] S. S. Ismaeel, H. Midi, dan K. M. Taher Omar, “A Remedial Measure of Multicollinearity in Multiple Linear Regression in the Presence of High

Leverage Points,” *Sains Malays*, vol. 53, no. 4, hlm. 907–920, Apr 2024, doi: 10.17576/jsm-2024-5304-14.

- [22] TRI HANDIYAH ISWARINI, “PERBANDINGAN ROBUST LEAST MEDIAN SQUARE (LMS) DAN ROBUST- MM SEBAGAI METODE PENDUGAAN PARAMETER PADA REGRESI ROBUST LINIER BERGANDA,” UNIVERSITAS BRAWIJAYA, Malang, 2011.