

ANALISIS ELASTISITAS PDRB KALIMANTAN TIMUR PERIODE 2011-2023: PENDEKATAN *BAYESIAN PRINCIPAL COMPONENTS LOG-LINEAR REGRESSION*

(Analysis of East Kalimantan's GRDP Elasticity in 2011-2023: A Bayesian Principal Components Log-Linear Regression Approach)

Arifatus Solikhah

BPS Provinsi Kalimantan Timur
E-mail: arifatus.solikhah@bps.go.id

ABSTRAK

Penelitian ini mengkaji elastisitas Produk Domestik Regional Bruto (PDRB) atas dasar harga konstan 2010 (adhk) Kalimantan Timur terhadap lima indikator ekonomi menggunakan model *Principal Components Log-linear Regression* (PCLR) dengan pendekatan Bayesian pada periode 2011-2023. Indikator yang digunakan meliputi volume impor Bahan Bakar Minyak (BBM) non-minyak mentah, jumlah penduduk bekerja, nilai tengah Indeks Harga Saham Gabungan (IHSG), konsumsi listrik, dan konsumsi energi Tiongkok. Analisis komponen utama menghasilkan Indikator Fundamental Ekonomi yang menjelaskan 76,1436% dan Indikator Impor BBM yang menjelaskan 20,6950% dari total variabilitas data sebesar 96,8386%. Hasil estimasi menunjukkan bahwa peningkatan satu unit Indikator Fundamental Ekonomi dan Indikator Impor BBM akan meningkatkan PDRB adhk masing-masing sebesar 7,17% dan 2,01%. Model ini telah memenuhi asumsi normalitas residual berdasarkan uji Shapiro-Wilk dengan *p-value* sebesar 0,9871 dan tidak menunjukkan autokorelasi signifikan dengan nilai statistik Durbin-Watson sebesar 1,4486. Temuan ini mengimplikasikan pentingnya penguatan fundamental ekonomi daerah melalui optimalisasi pasar tenaga kerja, pengembangan infrastruktur energi, peningkatan integrasi dengan pasar modal nasional, dan diversifikasi ekonomi untuk mengurangi kerentanan terhadap guncangan eksternal.

Kata kunci: Elastisitas PDRB adhk, *Principal Components Log-linear Regression*, Kalimantan Timur, Metode Bayesian

ABSTRACT

*This study investigates the elasticity of East Kalimantan's Gross Regional Domestic Product (GRDP) at constant prices 2010 to five economic indicators using a Bayesian Principal Components Log-linear Regression (PCLR) model for the 2011-2023 period. The indicators used include the import volume of non-crude oil fuel, employed population, median value of the Composite Stock Price Index (CSPI), electricity consumption, and China's energy consumption. Principal component analysis yields the Economic Fundamental Indicator explaining 76.1436% and the Fuel Import Indicator explaining 20.6950% of the total data variability of 96.8386%. Estimation results show that a one-unit increase in the Economic Fundamental Indicator and Fuel Import Indicator will increase the GRDP at constant prices by 7.17% and 2.01% respectively. The model satisfies the residual normality assumption based on the Shapiro-Wilk test with a *p-value* of 0.9871 and shows no significant autocorrelation with a Durbin-Watson statistic of 1.4486. These findings imply the importance of strengthening regional economic fundamentals through labor market optimization, energy infrastructure development, increased integration with the national capital market, and economic diversification to reduce vulnerability to external shocks.*

Keywords: GRDP at constant prices elasticity, *Principal Components Log-linear Regression*, East Kalimantan, Bayesian Method

PENDAHULUAN

Kalimantan Timur merupakan salah satu provinsi dengan kontribusi Produk Domestik Regional Bruto (PDRB) cukup besar terhadap Produk Domestik Bruto (PDB) Indonesia, mencapai 4,04% dari total PDB nasional. Sebagai provinsi yang kaya sumber daya alam, khususnya batubara dan minyak bumi, Kalimantan Timur telah menjadi salah satu penggerak utama perekonomian nasional. Namun, ketergantungan yang tinggi terhadap sektor ekstraktif ini juga membawa tantangan tersendiri dalam hal keberlanjutan dan stabilitas pertumbuhan ekonomi. Kompleksitas tantangan ini menuntut adanya kajian yang mendalam tentang berbagai faktor yang mempengaruhi dinamika perekonomian daerah.

Dalam konteks ini, pemahaman mendalam tentang indikator-indikator yang mempengaruhi PDRB menjadi sangat penting. Identifikasi dan pemahaman terhadap indikator-indikator ini tidak hanya membantu dalam memproyeksikan arah perkembangan ekonomi, tetapi juga menjadi kunci dalam merancang kebijakan yang tepat sasaran. Indikator-indikator ekonomi yang berpengaruh signifikan terhadap PDRB dapat menjadi sinyal awal (*early warning*) bagi pengambil kebijakan untuk mengantisipasi perubahan dalam perekonomian daerah, sekaligus menjadi panduan dalam mengoptimalkan potensi pertumbuhan ekonomi.

Penelitian ini mengkaji elastisitas pertumbuhan ekonomi melalui analisis persentase perubahan PDRB atas dasar harga konstan 2010 (adhk) sebagai respon terhadap perubahan lima indikator berikut. Volume impor Bahan Bakar Minyak (BBM) non-minyak mentah dan daya listrik terjual dipilih sebagai proksi tingkat konsumsi energi yang mencerminkan intensitas aktivitas ekonomi daerah. Jumlah penduduk yang bekerja menjadi indikator penting yang menggambarkan struktur ketenagakerjaan, produktivitas, dan kapasitas produksi daerah. Sementara itu, nilai tengah Indeks Harga Saham Gabungan (IHSG) dimasukkan untuk memahami bagaimana sentimen pasar modal nasional mempengaruhi dinamika ekonomi daerah, meskipun hubungannya tidak langsung. Total konsumsi energi Tiongkok dipilih sebagai indikator eksternal yang krusial dalam penelitian ini. Hal ini didasarkan pada peran Tiongkok sebagai mitra dagang utama Kalimantan Timur, dimana pada tahun 2023 ekspor ke negara tersebut mencapai US\$8.547,99 juta atau sekitar 31,63% dari total ekspor Kalimantan Timur yang sebesar US\$27.024,71 juta (BPS Provinsi Kalimantan Timur, 2024a).

Rentang waktu 2011-2023 menjadi periode yang penting untuk dianalisis, mengingat selama periode tersebut Kalimantan Timur menghadapi berbagai tantangan signifikan seperti fluktuasi harga komoditas global, implementasi kebijakan hilirisasi industri, dan guncangan pandemi COVID-19. Kompleksitas dinamika ekonomi ini memerlukan pendekatan analisis yang tepat. Dalam kajian ini, diasumsikan bahwa masing-masing indikator memiliki hubungan yang berpola linier dengan PDRB adhk. Berdasarkan asumsi ini, model yang digunakan untuk mengkaji elastisitas adalah model log-linier berganda (model log-linier dengan menggunakan peubah bebas lebih dari satu). Penggunaan model log-linier berganda dalam kajian ini memiliki beberapa alasan dan keunggulan, diantaranya 1) koefisien regresi dapat langsung diinterpretasikan sebagai elastisitas (Gujarati, 2009). Ini berarti koefisien tersebut menunjukkan persentase perubahan dalam PDRB adhk yang dihasilkan oleh perubahan 1% dari variabel independen dalam hal ini berupa indikator yang dikaji, 2) transformasi logaritmik dapat membantu menormalkan distribusi data (Gujarati, 2009), terutama ketika data memiliki *skew* positif, yang sering terjadi dalam data ekonomi. Penggunaan model log-linier berganda ini akan memungkinkan analisis yang lebih mendalam dan interpretasi yang lebih mudah dipahami tentang bagaimana perubahan dalam berbagai indikator berdampak pada PDRB adhk Kalimantan Timur.

Namun, penggunaan beberapa indikator sebagai peubah bebas dalam model log-linier berganda seringkali menimbulkan masalah multikolinieritas. Oleh karena itu, penelitian ini menggunakan *Principal Components Log-linear Regression* (PCLR) dengan pendekatan Bayesian yang didasarkan pada dua pertimbangan utama. Pertama, mengacu pada penelitian Hadi dan Ling (1998), *Principal Components Regression* (PCR) terbukti efektif dalam mengatasi masalah multikolinieritas, yang umumnya terdapat pada model ekonometrik. Kedua, sesuai dengan argumentasi McElreath (2020), pendekatan Bayesian menawarkan kerangka inferensi yang *robust* untuk analisis data berukuran kecil seperti dalam studi ini yang mencakup periode 2011-2023. Meskipun PCLR mengatasi masalah multikolinieritas melalui penggunaan komponen utama yang saling ortogonal, validitas hasil analisis

tetap perlu didukung dengan pengujian asumsi pada residual model. Secara khusus, penelitian ini juga menguji normalitas residual untuk memastikan inferensi statistik yang valid, serta menguji autokorelasi mengingat penggunaan data deret waktu.

Hasil penelitian ini diharapkan dapat memberikan kontribusi signifikan, baik secara teoretis maupun praktis. Secara teoretis, penelitian ini memperkaya literatur tentang analisis elastisitas ekonomi regional dengan menggunakan pendekatan Bayesian pada model PCLR yang masih relatif jarang digunakan dalam konteks ekonomi daerah di Indonesia. Secara praktis, hasil penelitian ini dapat menjadi acuan bagi pengambil kebijakan dalam merumuskan strategi pembangunan ekonomi yang lebih efektif dengan mempertimbangkan sensitivitas PDRB adhk terhadap berbagai indikator ekonomi yang relevan. Mengingat besarnya kontribusi Kalimantan Timur terhadap perekonomian nasional, pemahaman yang lebih baik tentang elastisitas PDRB adhk terhadap berbagai indikator ekonomi menjadi krusial dalam mendukung keberlanjutan pembangunan ekonomi di Kalimantan Timur.

METODOLOGI PENELITIAN

1 Data dan Variabel

Kajian ini menggunakan pendekatan kuantitatif dengan model PCLR dengan pendekatan Bayesian untuk menganalisis elastisitas berbagai indikator terhadap PDRB adhk Kalimantan Timur. Nilai elastisitas positif mengindikasikan hubungan searah antara indikator dan PDRB adhk, sementara nilai negatif menunjukkan hubungan berlawanan arah. Besaran koefisien elastisitas akan menunjukkan tingkat sensitivitas PDRB adhk terhadap perubahan dalam masing-masing indikator. Adapun indikator yang digunakan dalam kajian ini dan penjelasannya terdapat pada Tabel 1.

Tabel 1. Variabel yang Digunakan pada Penelitian.

Variabel	Satuan	Keterangan
Y	Ratus Milyar Rp.	PDRB adhk tahunan (BPS Provinsi Kalimantan Timur, 2024b).
X_1	Ribu Ton	Volume impor luar negeri BBM selain minyak mentah tahunan (BPS Provinsi Kalimantan Timur, 2024c).
X_2	Ribu jiwa	Banyaknya penduduk bekerja (ribu jiwa) kondisi Agustus, (BPS Provinsi Kalimantan Timur, 2024d).
X_3	-	Nilai tengah IHSG tahunan (Investing.com, 2024) yang diperoleh dengan menambahkan indeks tertinggi dan terendah dalam satu tahun, kemudian dibagi 2.
X_4	GWh	Daya listrik yang terjual atau didistribusikan tahunan (BPS, 2023), dimana data tahun 2016 merupakan angka estimasi dan data tahun 2023 menggunakan angka dari BPS Provinsi Kalimantan Timur (2024e) dan BPS Kabupaten Berau (BPS Kabupaten Berau, 2024).
X_5	Juta Ton	Total konsumsi energi tahunan di Tiongkok (NBS of China, 2024).

Pemilihan periode 2011-2023 mempertimbangkan ketersediaan data yang lengkap dan konsisten dari seluruh sumber data.

2 Model Log-linier Berganda

Model log-linier yang digunakan dalam kajian ini dapat diformulasikan dalam persamaan berikut (Gujarati, 2009):

$$\ln Y = \beta_0 + \beta_1 \ln X_1 + \beta_2 \ln X_2 + \beta_3 \ln X_3 + \beta_4 \ln X_4 + \beta_5 \ln X_5 + u, \quad (1)$$

dimana Y adalah PDRB adhk Kalimantan Timur, dengan $X_1, X_2, \dots, X_5$ merupakan indikator yang telah dijelaskan pada Tabel 1, fungsi $\ln$ menunjukkan fungsi logaritma natural, β_0 adalah konstanta; $\beta_1, \beta_2, \dots, \beta_5$ adalah koefisien elastisitas, dan u adalah *error term* yang diasumsikan berdistribusi Normal dengan $u_i \sim N(0, \sigma^2)$ dan $i = 1, 2, \dots, 13$. Berdasarkan asumsi ini, maka $\ln Y_i$ juga terdistribusi normal dengan *mean*-nya yaitu $\beta_0 + \beta_1 \ln X_{1i} + \beta_2 \ln X_{2i} + \beta_3 \ln X_{3i} + \beta_4 \ln X_{4i} + \beta_5 \ln X_{5i}$ dan varians σ^2 . Oleh karena itu, fungsi densitas probabilitas untuk observasi ke- i dapat dinyatakan sebagai:

$$f(\ln Y_i | \beta_0, \beta, \sigma^2) = \frac{\exp\left(\frac{-(\ln Y_i - (\beta_0 + \beta_1 \ln X_{1i} + \beta_2 \ln X_{2i} + \beta_3 \ln X_{3i} + \beta_4 \ln X_{4i} + \beta_5 \ln X_{5i}))^2}{2\sigma^2}\right)}{\sqrt{2\pi\sigma^2}}. \quad (2)$$

3 Model Bayesian *Principal Components Log-linear Regression*

Model PCLR diterapkan dalam penelitian ini untuk mengatasi potensi multikolinieritas antar variabel bebas pada Model Log-linier Berganda. Langkah pertama dalam PCLR adalah melakukan standarisasi pada matriks X yang berisi $X_1, X_2, \dots, X_5$, menghasilkan matriks Z . Selanjutnya, komponen utama dihitung sebagai kombinasi linier dari variabel bebas yang telah distandarisasi (Hadi dan Ling, 1998):

$$W = ZV, \quad (3)$$

dimana V adalah matriks *eigenvector* dari $Z^T Z$ (atau dari matriks korelasi R), dan W adalah matriks yang berisi komponen utama. Kolom ke- j dari W disebut sebagai komponen utama ke- j , dengan $j = 1, 2, \dots, 5$.

Model PCLR kemudian diestimasi dengan meregresikan $\ln Y$ terhadap m komponen utama pertama, dengan persamaan:

$$\ln Y = \alpha_0 + \alpha_1 W_1 + \alpha_2 W_2 + \dots + \alpha_m W_m + \varepsilon, \quad (4)$$

dimana $\alpha_0, \alpha_1, \alpha_2, \dots, \alpha_m$; $m \leq 5$ adalah parameter yang akan diestimasi dengan pendekatan Bayesian dan ε adalah *error term* yang diasumsikan berdistribusi Normal dengan $\varepsilon_i \sim N(0, \tau^2)$ dan $i = 1, 2, \dots, 13$. Penggunaan komponen utama yang saling ortogonal ini mengeliminasi masalah multikolinieritas dalam model Log-linier Berganda. Setelah parameter diestimasi, koefisien elastisitas asli (β) dapat diperoleh melalui transformasi balik menggunakan matriks *eigenvector*. Fungsi densitas probabilitas untuk observasi ke- i model PCLR dapat dinyatakan sebagai:

$$f(\ln Y_i | \alpha_0, \alpha, \tau^2) = \frac{\exp\left(\frac{-(\ln Y_i - (\alpha_0 + \alpha_1 W_{1i} + \alpha_2 W_{2i} + \dots + \alpha_m W_{mi}))^2}{2\tau^2}\right)}{\sqrt{2\pi\tau^2}}, \quad (5)$$

dimana W_{ji} adalah nilai komponen utama ke- j untuk observasi ke- i . Fungsi *likelihood* merupakan hasil perkalian dari fungsi densitas probabilitas untuk semua observasi. Jika terdapat 13 observasi yang independen, maka fungsi *likelihood* dari model PCLR adalah:

$$L(y | \alpha_0, \alpha, \tau^2) = \prod_{i=1}^{13} f(\ln Y_i | \alpha_0, \alpha, \tau^2). \quad (6)$$

Estimasi parameter model dalam penelitian ini dilakukan dengan metode Bayesian menggunakan algoritma *Hamiltonian Monte Carlo* (HMC) (Gelman dkk., 2014; Solikhah dkk., 2021) dan program RStan. Misal, δ merupakan vektor parameter model PCLR yang tidak diketahui. Dengan pendekatan Bayesian, kesimpulan tentang parameter δ dinyatakan dalam bentuk probabilitas yang bergantung pada nilai y yang diamati. Probabilitas ini disebut sebagai distribusi *joint posterior* dari parameter δ dan dinotasikan dengan $f(\delta | y)$. Misalkan, informasi awal tentang parameter tersebut dinyatakan dengan distribusi *joint prior*, yang dilambangkan dengan $f(\delta)$. Fungsi *likelihood* model

PCLR terdapat pada Persaman (6). Maka, distribusi *joint posterior* $f(\delta|y)$ dari model PCLR secara proporsionalnya dapat dinyatakan sebagai berikut:

$$f(\delta|y) \propto L(y|\delta)f(\delta). \quad (7)$$

Jika diasumsikan parameter masing-masing model saling bebas maka distribusi *joint prior* dari model ini memenuhi kondisi berikut:

$$f(\delta) = f(\tau)f(\alpha_0)f(\alpha_1)f(\alpha_2) \dots f(\alpha_m); m \leq 5, \quad (8)$$

yang mana symbol $f(\alpha_0)$, $f(\alpha_1)f(\alpha_2) \dots f(\alpha_m)$ dan $f(\tau)$ masing-masing merupakan distribusi *prior* dari parameter $\alpha_0, \alpha_1, \alpha_2, \dots, \alpha_m$ dan τ . Distribusi *prior* dari masing-masing parameter tersebut ditetapkan sebagai berikut:

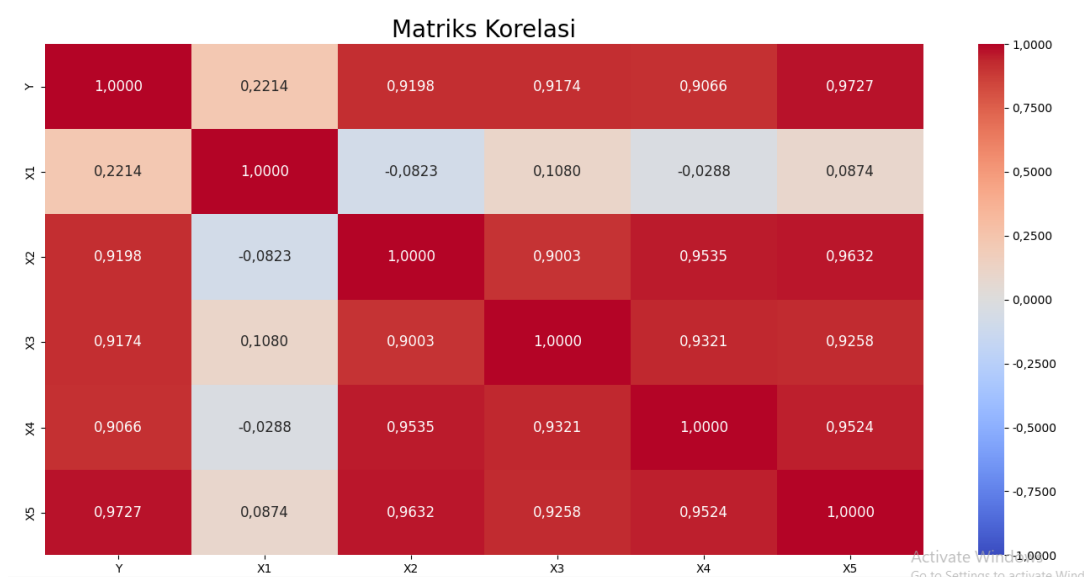
- Parameter τ diasumsikan berdistribusi *truncated* Student-t yaitu $\tau \sim t_3(0,1)I(0, \infty)$.
- Parameter α_0 diasumsikan berdistribusi Normal yaitu $\alpha_0 \sim N(8,1)$.
- Parameter α_j diasumsikan berdistribusi Normal yaitu $\alpha_j \sim N(0,1); j = 1, 2, \dots, m$.

HASIL DAN PEMBAHASAN

1 Analisis Korelasi

Analisis korelasi antar variabel dalam pengamatan ini memberikan gambaran yang menarik tentang dinamika ekonomi Kalimantan Timur. PDRB adhk daerah ini menunjukkan hubungan yang sangat kuat dengan hampir semua variabel yang diamati, kecuali volume impor BBM non-minyak mentah dari luar negeri. Hal ini mengindikasikan bahwa pertumbuhan ekonomi Kalimantan Timur dipengaruhi oleh berbagai faktor, baik domestik maupun internasional.

Korelasi terkuat terlihat antara PDRB adhk ($\ln Y$) dan konsumsi energi Tiongkok ($\ln X_5$) dengan nilai 0,9727 yang menegaskan peran krusial Tiongkok sebagai mitra dagang utama, terutama dalam sektor ekspor batubara. Ini menunjukkan bahwa ekonomi Kalimantan Timur sangat bergantung pada permintaan energi global, khususnya dari Tiongkok. Meskipun hal ini bisa menjadi sumber kekuatan ekonomi, namun juga berpotensi menjadi titik kerentanan jika terjadi perubahan signifikan dalam kebijakan energi atau ekonomi Tiongkok. Matriks korelasi antar variabel yang digunakan dalam penelitian ini disajikan pada Gambar 1.



Gambar 1. Matriks Korelasi antar Variabel yang Digunakan pada Penelitian, Beserta Gradasi Warna Kekuatan Koralasinya.

Jumlah penduduk yang bekerja ($\ln X_2$) menunjukkan korelasi positif yang kuat dengan PDRB adhk ($\ln Y$) yakni sebesar 0,9198. Nilai IHSG ($\ln X_3$) dan konsumsi listrik daerah ($\ln X_4$) juga

menunjukkan korelasi positif yang kuat dengan PDRB adhk, masing-masing sebesar 0,9174 dan 0,9066. Ini menandakan pentingnya pasar tenaga kerja yang kuat, integrasi dengan ekonomi nasional, dan infrastruktur energi yang memadai dalam mendorong pertumbuhan ekonomi daerah.

Di sisi lain, volume impor BBM non-minyak mentah dari luar negeri ($\ln X_1$) memiliki korelasi yang relatif lemah dengan PDRB adhk, hanya sebesar 0,2214 dan korelasi yang lemah atau bahkan sedikit negatif dengan variabel lainnya (misalnya -0,0823 dengan $\ln X_2$ dan -0,0288 dengan $\ln X_4$). Ini menunjukkan bahwa ekonomi Kalimantan Timur tidak terlalu bergantung pada impor BBM non-minyak mentah dari luar negeri. Hal ini bisa jadi indikasi positif, yang menunjukkan tingkat kemandirian energi untuk memenuhi kebutuhan BBM dari sumber domestik nasional.

Selain itu, terlihat korelasi yang kuat antar variabel independen, terutama antara $\ln X_2$, $\ln X_3$, $\ln X_4$, dan $\ln X_5$, dengan nilai korelasi di atas 0,9 untuk sebagian besar pasangan variabel dalam penelitian. Ini menunjukkan adanya keterkaitan yang erat antara pasar tenaga kerja, kinerja pasar modal, konsumsi listrik, dan permintaan energi dari Tiongkok dalam membentuk dinamika ekonomi Kalimantan Timur.

Pola korelasi yang terlihat dalam analisis ini menunjukkan adanya indikasi kuat terjadinya multikolinieritas jika variabel-variabel bebas tersebut dimasukkan langsung ke dalam model log-linier berganda. Hal ini terutama terlihat dari korelasi yang sangat kuat (di atas 0,9) antara jumlah penduduk bekerja, nilai IHSG, konsumsi listrik, dan konsumsi energi Tiongkok. Variabel-variabel ini tidak hanya berkorelasi kuat dengan PDRB adhk tetapi juga saling berkorelasi kuat satu sama lain, menunjukkan adanya kelompok variabel yang bergerak bersama-sama.

Kondisi multikolinieritas ini dapat menyebabkan beberapa masalah dalam estimasi model log-linier berganda. Estimasi koefisien regresi bisa menjadi tidak stabil dan sangat sensitif terhadap perubahan kecil dalam data, *standard error* dari koefisien regresi bisa menjadi sangat besar, dan interpretasi koefisien elastisitas menjadi tidak reliabel karena sulit memisahkan efek individual dari masing-masing variabel. Oleh karena itu, penggunaan Bayesian PCLR menjadi sangat relevan dalam kasus ini. PCLR dapat mengatasi masalah multikolinieritas dengan mengubah variabel-variabel yang berkorelasi tinggi menjadi komponen-komponen utama yang saling ortogonal, sehingga memungkinkan estimasi yang lebih stabil dan interpretasi yang lebih bermakna dari elastisitas PDRB adhk.

2 Principal Components Analysis

Analisis komponen utama terhadap lima variabel prediktor memberikan nilai Kaiser-Meyer-Olkin (KMO) sebesar 0,7860 yang menunjukkan kelayakan data untuk analisis, seperti yang disajikan pada Tabel 2. Uji *Bartlett's* juga signifikan ($\chi^2 = 78,5277$; $p\text{-value} < 0,0000$) yang mengkonfirmasi adanya korelasi yang memadai antar variabel. Nilai komunalitas yang tinggi untuk semua variabel (berkisar antara 0,9190 hingga 0,9990; seperti yang disajikan pada Tabel 4) menunjukkan bahwa komponen utama yang diekstraksi dapat menjelaskan sebagian besar variabilitas dari masing-masing variabel asli dengan sangat baik.

Tabel 2. Hasil Kaiser-Meyer-Olkin (KMO) dan Uji *Bartlett's*.

Statistik	Nilai
Kaiser-Meyer-Olkin (KMO)	0,7860
<i>Bartlett's Test of Sphericity</i> (Chi-Square)	78,5277
<i>Degrees of Freedom</i> (df)	10
<i>p-value</i>	0,0000

Berdasarkan kriteria *eigenvalue* > 1 , diperoleh dua komponen utama yang memenuhi kriteria tersebut. Kedua komponen ini secara kumulatif dapat menjelaskan 96,8386% dari total variabilitas data (seperti yang disajikan pada Tabel 3), dengan rincian komponen pertama menjelaskan 76,7821% dan komponen kedua menambahkan 20,0565% dari total variabilitas. Setelah dilakukan rotasi Varimax dengan normalisasi Kaiser, proporsi variabilitas yang dijelaskan sedikit berubah

namun tetap menghasilkan total yang sama, dimana komponen pertama menjelaskan 76,1436% dan komponen kedua 20,6950%.

Matriks komponen yang telah dirotasi memberikan interpretasi yang lebih jelas tentang struktur data, seperti yang disajikan pada Tabel 4. Komponen pertama, yang dapat dinamai sebagai "Indikator Fundamental Ekonomi", memiliki *loading* yang sangat tinggi untuk empat variabel: jumlah penduduk bekerja (0,9849), konsumsi listrik (0,9874), nilai IHSG (0,9515), dan konsumsi energi Tiongkok (0,9764). Hal ini mengindikasikan bahwa komponen ini merepresentasikan kombinasi dari kondisi pasar tenaga kerja domestik, tingkat aktivitas ekonomi yang tercermin dari konsumsi listrik, sentimen pasar modal nasional, serta permintaan energi dari mitra dagang utama. Sementara itu, komponen kedua yang dinamai "Indikator Impor BBM" didominasi oleh *loading* yang sangat tinggi (0,9978) untuk volume impor BBM non-minyak mentah, menunjukkan keunikan karakteristik variabel ini.

Tabel 3. Total Variansi yang Dijelaskan.

Komponen	<i>Eigenvalue</i>	% Variansi	% Kumulatif	% Variansi (Rotasi)	% Kumulatif (Rotasi)
1	3,8391	76,7821	76,7821	76,1436	76,1436
2	1,0028	20,0565	96,8386	20,6950	96,8386
3	0,1074	2,1481	98,9867		
4	0,0298	0,5960	99,5827		
5	0,0209	0,4173	100,0000		

Struktur komponen yang dihasilkan ini memberikan justifikasi yang kuat untuk penggunaan kedua komponen utama tersebut dalam model PCLR, mengingat kemampuannya dalam menangkap hampir seluruh variabilitas data asli (96,8386%) dengan interpretasi yang jelas untuk masing-masing komponen. Indikator Fundamental Ekonomi mewakili gabungan dari kondisi ekonomi domestik dan permintaan energi eksternal, sementara Indikator Impor BBM mencerminkan aspek khusus terkait ketergantungan terhadap impor BBM.

Tabel 4. *Loading* Komponen setelah Rotasi Varimax.

Variabel	<i>Extraction Communalities</i>	Indikator Fundamental Ekonomi	Indikator Impor BBM
X_1	0,9990	0,0591	0,9978
X_2	0,9702	0,9849	-0,0158
X_3	0,9194	0,9515	0,1187
X_4	0,9751	0,9874	-0,0109
X_5	0,9781	0,9764	0,1573

3 Estimasi dan Analisis Bayesian *Principal Components Log-linear Regression*

Hasil estimasi model Bayesian PCLR dengan menggunakan dua komponen utama menghasilkan parameter yang seluruhnya signifikan pada interval kredibel (CI) 95%. Konstanta model (α_0) diestimasi sebesar 8,4354 dengan standar *error* yang sangat kecil (0,0001). Koefisien untuk Indikator Fundamental Ekonomi (α_1) sebesar 0,0717 (standar error = 0,0001) dan koefisien untuk Indikator Impor BBM (α_2) sebesar 0,0201 (standar error = 0,0001). Model ini memiliki standar deviasi error (τ) yang relatif kecil yakni 0,0161 mengindikasikan ketepatan prediksi yang baik. Model PCLR yang diestimasi dapat dituliskan sebagai:

$$\ln Y = 8,4354 + 0,0717 W_1 + 0,0201 W_2, \quad (9)$$

dimana W_1 adalah Indikator Fundamental Ekonomi dan W_2 adalah Indikator Impor BBM. Interpretasi dari model ini menunjukkan bahwa peningkatan satu unit Indikator Fundamental Ekonomi akan berdampak pada peningkatan PDRB adhk sebesar 7,17%, dengan asumsi Indikator Impor BBM tetap. Sementara itu, peningkatan satu unit Indikator Impor BBM akan meningkatkan PDRB adhk sebesar 2,01%, dengan asumsi Indikator Fundamental Ekonomi tetap.

Tabel 5. *Posterior Mean, standard error (se_mean), Interval Kredibel (CI) 95%, Jumlah Sampel Efektif (n_eff), dan Nilai R-hat Model Principal Components Log-linear Regression.*

Parameter	Posterior Mean	se_mean	CI 95%		n_eff	R-hat
			Batas Bawah	Batas Atas		
α_0	8,4354	0,0001	8,4264	8,4445	5770	1
α_1	0,0717	0,0001	0,0621	0,081	4671	1
α_2	0,0201	0,0001	0,0107	0,0296	6072	1
τ	0,0161	0,0001	0,0101	0,0258	3027	1

Perbedaan besaran koefisien antara kedua indikator ini menegaskan kembali temuan sebelumnya tentang struktur perekonomian Kalimantan Timur. Koefisien yang lebih besar pada Indikator Fundamental Ekonomi (7,17%) dibandingkan Indikator Impor BBM (2,01%) menunjukkan bahwa pertumbuhan ekonomi daerah lebih responsif terhadap perubahan dalam kondisi pasar tenaga kerja domestik, tingkat aktivitas ekonomi yang tercermin dari konsumsi listrik, sentimen pasar modal nasional, serta permintaan energi dari mitra dagang utama, dibandingkan dengan perubahan aktivitas impor BBM.

Validitas model PCLR ini didukung oleh hasil pengujian asumsi pada residual. Uji normalitas Shapiro-Wilk menghasilkan nilai $SW = 0,98181$ dengan $p\text{-value} = 0,9871$; jauh lebih besar dari taraf signifikansi 5%, yang mengkonfirmasi asumsi normalitas residual. Nilai *skewness* sebesar -0,3286 yang mendekati 0 dan *kurtosis* 2,5542 yang mendekati 3 juga mendukung normalitas residual. Sementara itu, uji Durbin-Watson menghasilkan nilai statistik 1,4486 yang berada dalam rentang yang dapat diterima, mengindikasikan tidak adanya autokorelasi signifikan pada residual.

Model ini memiliki kemampuan prediksi yang baik, terlihat dari residual yang relatif kecil dengan rata-rata -5,38e-05 dan standar deviasi 0,0128. Rentang residual dari -0,0255 hingga 0,0208 juga menunjukkan bahwa prediksi model tidak mengalami deviasi yang besar dari nilai aktual. Hal ini mengindikasikan bahwa penggunaan dua komponen utama dalam model PCLR telah berhasil menangkap pola hubungan antara variabel-variabel prediktor dengan PDRB adhk Kalimantan Timur.

IMPLIKASI KEBIJAKAN

Hasil estimasi model PCLR memberikan beberapa implikasi penting bagi perumusan kebijakan ekonomi di Kalimantan Timur. Elastisitas yang lebih tinggi pada Indikator Fundamental Ekonomi (7,17%) dibandingkan Indikator Impor BBM (2,01%) mengindikasikan bahwa prioritas kebijakan sebaiknya diarahkan pada penguatan fundamental ekonomi daerah. Hal ini dapat dilakukan melalui optimalisasi pasar tenaga kerja, pengembangan infrastruktur energi, dan peningkatan integrasi dengan pasar modal nasional.

Dalam konteks optimalisasi pertumbuhan ekonomi, pemerintah daerah perlu memfokuskan pada pengembangan sektor-sektor yang mendukung fundamental ekonomi. Korelasi yang kuat antara konsumsi listrik dengan PDRB adhk (0,9066) menunjukkan pentingnya pengembangan infrastruktur energi untuk mendukung aktivitas ekonomi. Selain itu, tingginya korelasi antara jumlah penduduk bekerja dengan PDRB adhk (0,9198) menegaskan urgensi kebijakan penciptaan lapangan kerja dan peningkatan kualitas sumber daya manusia.

Ketergantungan yang tinggi terhadap permintaan energi Tiongkok, tercermin dari elastisitas yang signifikan dan korelasi yang kuat (0,9727), menuntut strategi antisipasi guncangan eksternal yang komprehensif. Diversifikasi ekonomi menjadi kunci untuk mengurangi kerentanan terhadap fluktuasi permintaan energi global. Sementara itu, relatif kecilnya pengaruh impor BBM terhadap PDRB adhk memberikan ruang bagi pengembangan kemandirian energi dalam negeri.

Implementasi kebijakan-kebijakan tersebut perlu dilakukan secara terintegrasi dengan mempertimbangkan karakteristik dan potensi daerah Kalimantan Timur. Koordinasi antara pemerintah daerah dan pusat juga menjadi faktor penting, terutama dalam pengembangan infrastruktur dan regulasi yang mendukung diversifikasi ekonomi. Dengan pendekatan yang komprehensif dan terintegrasi, Kalimantan Timur dapat mengoptimalkan potensi pertumbuhan ekonominya sambil membangun ketahanan terhadap guncangan eksternal.

KESIMPULAN

Analisis elastisitas PDRB adhk Kalimantan Timur menggunakan model Bayesian PCLR menghasilkan beberapa temuan penting. Pertama, dari lima indikator yang dianalisis, dua komponen utama yang diekstraksi dapat menjelaskan 96,84% variabilitas data, dengan Indikator Fundamental Ekonomi berkontribusi 76,14% dan Indikator Impor BBM menjelaskan 20,70%. Kedua, elastisitas PDRB adhk terhadap Indikator Fundamental Ekonomi (7,17%) yang jauh lebih besar dibandingkan terhadap Indikator Impor BBM (2,01%) menunjukkan bahwa pertumbuhan ekonomi Kalimantan Timur lebih responsif terhadap perubahan pada kondisi pasar tenaga kerja, konsumsi listrik, pasar modal, dan permintaan energi Tiongkok, dibandingkan dengan perubahan pada aktivitas impor BBM.

Model yang digunakan menunjukkan validitas yang baik, didukung oleh residual yang berdistribusi normal, tidak berkorelasi serial, dan memiliki nilai yang relatif kecil. Temuan-temuan ini mengimplikasikan pentingnya kebijakan yang berfokus pada penguatan fundamental ekonomi daerah, terutama melalui pengembangan infrastruktur energi dan sumber daya manusia. Namun, mengingat tingginya korelasi PDRB adhk dengan konsumsi energi Tiongkok (0,9727), diperlukan juga strategi diversifikasi ekonomi untuk mengurangi kerentanan terhadap guncangan eksternal. Dengan pendekatan yang komprehensif dan terintegrasi, Kalimantan Timur dapat mengoptimalkan potensi pertumbuhan ekonominya sambil membangun ketahanan ekonomi yang berkelanjutan.

DAFTAR PUSTAKA

BPS Kabupaten Berau (2024), Kabupaten Berau Dalam Angka 2024.

BPS Provinsi Kalimantan Timur (2024a), Statistik Ekspor Provinsi Kalimantan Timur 2023, *Volume 30*.

BPS Provinsi Kalimantan Timur (2024b), *[Seri 2010] Tahunan - PDRB Atas Dasar Harga Konstan Menurut Pengeluaran (Milyar Rupiah), 2010-2023*. [Online] diakses dari: <https://kaltim.bps.go.id/id/statistics-table/2/MTAyZlI=/-seri-2010--tahunan---pdrb-atas-dasar-harga-konstan-menurut-pengeluaran--milyar-rupiah-.html> [pada 17 Oktober 2024].

BPS Provinsi Kalimantan Timur (2024c), Statistik Impor Provinsi Kalimantan Timur.

BPS Provinsi Kalimantan Timur (2024d), *Tingkat Pengangguran Terbuka (TPT) dan Tingkat Partisipasi Angkatan Kerja (TPAK) (Persen), 2011-2023*. [Online] diakses dari: <https://kaltim.bps.go.id/id/statistics-table/2/MTkxZlI=/tingkat-pengangguran-terbuka--tpt--dan-tingkat-partisipasi-angkatan-kerja--tpak---persen-.html> [pada 17 Oktober 2024].

BPS Provinsi Kalimantan Timur (2024e), Provinsi Kalimantan Timur Dalam Angka 2024.

BPS (2023), Statistik Listrik 2018-2022.

Gelman, A., Carlin, J.B., Stern, H.S., Dunson, D.B., Vehtari, A. and Rubin, D.B. (2014), *Bayesian Data Analysis*, 3rd ed., Chapman and Hall/CRC Press, Boca Raton, Fla.

Gujarati, D.N. (2009), *Basic econometrics*.

Hadi, A.S. and Ling, R.F. (1998), "Some Cautionary Notes on the Use of Principal Components Regression", *The American Statistician*, Vol. 52, No. 1, pp. 15-19.

Investing.com (2024), *Jakarta Stock Exchange Composite (JKSE)*. [Online] diakses dari: <https://id.investing.com/indices/idx-composite-historical-data> [pada 17 Oktober 2024].

- McElreath, R. (2020), *Statistical Rethinking A Bayesian Course with Examples in R and Stan*, CRC Press.
- NBS of China (2024), *Total Energy Consumption(10000 tons of SCE)*. [Online] diakses dari: <https://data.stats.gov.cn/english/easyquery.htm?cn=C01> [pada 17 Oktober 2024].
- Solikhah, A., Kuswanto, H., Iriawan, N. and Fithriasari, K. (2021), "Fisher's-z Distribution-Based Mixture Autoregressive Model", *Econometrics*, Vol. 9, No. 3, p. 27.