

Analisis Regresi Kuantil Dengan Pendekatan Bootstrap Pada *World Happiness Report 2024*

Rafif Naufal Oktiardi¹, Akmal Nufus², Muhammad Wildan Ramadhan³, Muhammad Ghaffiqi Uwes Qorney⁴, Ilham Faishal Mahdy⁵

^{1,2,3,4,5}Program Studi Statistika, Universitas Islam Bandung
E-mail: Erafifnaufaloktiardi@gmail.com

Diajukan 24 September 2025 **Diperbaiki** 21 Desember 2025 **Diterima** 27 Desember 2025

Abstrak

Latar Belakang: Kebahagiaan menjadi indikator penting kesejahteraan suatu negara. *World Happiness Report* menilainya melalui faktor ekonomi dan sosial. Regresi linear (OLS) kerap digunakan, tetapi tidak tahan terhadap pencilan. Regresi kuantil lebih *robust*, sedangkan bootstrap membantu menstabilkan estimasi.

Tujuan: Penelitian ini bertujuan untuk menganalisis pengaruh faktor-faktor tersebut terhadap skor kebahagiaan menggunakan regresi kuantil, yang mampu memberikan gambaran menyeluruh terhadap pengaruh variabel pada berbagai posisi distribusi, terutama ketika terdapat pencilan dan pelanggaran asumsi klasik regresi linear.

Metode: Regresi kuantil diaplikasikan pada kuantil 0.25 hingga 0.75, dan model terbaik diperoleh pada kuantil 0.4 dengan nilai pseudo- R^2 sebesar 0.6388. Untuk meningkatkan reliabilitas estimasi parameter, digunakan pendekatan bootstrap dengan 1000 kali resampling, yang memberikan selang kepercayaan serta estimasi simpangan baku yang lebih stabil.

Hasil: Hasil analisis menunjukkan bahwa dukungan sosial, harapan hidup sehat, dan kebebasan memilih merupakan variabel yang secara signifikan memengaruhi tingkat kebahagiaan pada kuantil 0.4. Sementara variabel GDP per kapita, kemurahan hati, dan persepsi terhadap korupsi tidak signifikan secara statistik pada model ini.

Kesimpulan: Penelitian ini merekomendasikan penggunaan regresi kuantil dengan bootstrap sebagai pendekatan yang *robust* untuk analisis data sosial-ekonomi, khususnya dalam konteks distribusi yang tidak simetris dan mengandung outlier. Temuan ini juga memberikan implikasi kebijakan dalam meningkatkan kesejahteraan subjektif masyarakat melalui penguatan sistem sosial dan kebebasan individu.

Kata kunci: Regresi Kuantil, Bootstrap, *World Happiness Report*.

Abstract

Background: Happiness is a key indicator of national well-being. The *World Happiness Report* measures it through economic and social factors. Linear regression (OLS) is often applied but is sensitive to outliers. Quantile regression is more robust, and bootstrapping enhances estimate stability.

Objective: This study aims to analyze the influence of these factors on happiness scores using quantile regression, which is able to provide a comprehensive picture of the influence of variables at various distribution positions, especially when there are outliers and violations of classical linear regression assumptions.

Methods: Quantile regression was applied at quantiles 0.25 to 0.75, and the best model was obtained at quantile 0.4 with a pseudo- R^2 value of 0.6388. To improve the reliability of parameter estimates, a bootstrap approach with 1000 resampling times was used, which provided more stable confidence intervals and standard deviation estimates.

Results: The results show that social support, healthy life expectancy and freedom of choice are variables that significantly affect the level of happiness in the 0.4 quantile. Meanwhile, GDP per capita, generosity, and perception of corruption are not statistically significant in this model.

Conclusion: This study recommends the use of quantile regression with bootstrapping as a robust approach for socioeconomic data analysis, especially in the context of distributions that are not symmetric and contain outliers. The findings also provide policy implications.

Keywords : Quantile regression, Bootstrap, *World Happiness Report*.

PENDAHULUAN

Salah satu ukuran penting untuk mengukur kesejahteraan suatu negara adalah kebahagiaan (Rositawati & Budiantara, 2019). Kebijakan publik telah memperhatikan kesejahteraan subjektif masyarakat dan pertumbuhan ekonomi dalam beberapa dekade terakhir (Fitriana & Qibthiyah, 2021). *World Happiness Report* adalah publikasi internasional yang rutin mengukur kebahagiaan negara-negara di seluruh dunia. Laporan ini memuat data mengenai tingkat kebahagiaan negara-negara di dunia berdasarkan berbagai indikator, antara lain Produk Domestik Bruto (GDP) per kapita, dukungan sosial, harapan hidup sehat, kebebasan dalam membuat pilihan hidup, kedermawanan, serta persepsi terhadap tingkat korupsi di masyarakat (Helliwell et al., 2012).

Dengan menggunakan data yang luas, *World Happiness Report 2024* kembali menggambarkan kebahagiaan di seluruh dunia. Dengan adanya berbagai indikator ini, penting bagi peneliti untuk memahami sejauh mana masing-masing komponen memengaruhi tingkat kebahagiaan suatu negara (Gardiner et al., 2020). Regresi linear dengan metode *Ordinary Least Squares* (OLS) adalah salah satu metode yang paling umum digunakan untuk mengukur pengaruh antara variabel independen dan dependen dalam konteks ini (Gunawan et al., 2023). Meskipun metode ini sangat disukai karena mudah digunakan dan mudah ditafsirkan, OLS memiliki kelemahan yang cukup penting, terutama ketika berurusan dengan data yang mengandung pencilan (*outlier*) dan beberapa asumsi klasik (Budi et al., 2024). Hal ini dapat menyebabkan hasil estimasi parameter menjadi bias dan tidak representatif dalam mengambil keputusan (Maharani et al., 2014).

Sebagai alternatif yang lebih robust, regresi kuantil (*quantile regression*) dapat digunakan untuk memberikan gambaran

yang lebih luas terhadap pengaruh variabel independen di berbagai posisi distribusi variabel dependen (Fransiska et al., 2021). Regresi kuantil berbeda dari OLS, yang hanya memodelkan rata-rata kondisi. Ini memungkinkan analisis pada jumlah tertentu, seperti median (kuantil ke-0.5), bawah (misalnya 0.25), atau atas (misalnya 0.75) (Matdoan & Balami, 2019). Regresi kuantil memberikan estimasi pada berbagai kuantil bersyarat sehingga mampu menangkap heterogenitas yang tidak dapat ditunjukkan oleh regresi linear biasa (Koenker & Bassett, 1978). regresi kuantil sangat berguna dalam kondisi heteroskedastisitas karena dapat memberikan gambaran lengkap pengaruh prediktor di berbagai bagian distribusi (Furno & Vistocco, 2018; Hao & Naiman, 2007). Selain itu, pendekatan bootstrap digunakan untuk mendapatkan inferensi yang lebih andal dan estimasi parameter yang lebih stabil (Anuraga & Arieska, 2016). Bootstrap adalah teknik resampling yang memungkinkan pembentukan distribusi empiris dari parameter estimasi (Putra G et al., 2019). Bootstrap sangat membantu dalam pembentukan selang kepercayaan, terutama dalam kasus di mana penentuan distribusi sampling teoretis menjadi tantangan (Nurfauziah, 2020). Penggunaan bootstrap menyediakan metode non-parametrik untuk membangun interval kepercayaan tanpa asumsi distribusi error tertentu, sehingga memungkinkan estimasi parameter menjadi lebih stabil dan adaptif terhadap data yang mengandung pencilan serta varians yang tidak konstan (Kushary et al., 2000).

Untuk melihat data dari *World Happiness Report 2024*, analisis regresi kuantil dengan pendekatan bootstrap menjadi relevan dalam hal ini. Tujuan dari penelitian ini adalah untuk memberikan gambaran menyeluruh tentang bagaimana masing-masing indikator berkontribusi terhadap tingkat kebahagiaan, baik secara

rata-rata maupun dalam rentang distribusi kebahagiaan yang lebih luas. Selain itu, diharapkan bahwa melalui penggunaan pendekatan bootstrap, selang kepercayaan yang tepat untuk masing-masing estimasi parameter akan diperoleh, yang pada gilirannya akan mendukung kesimpulan penelitian.

Dalam penelitian ini, peneliti ingin mengetahui seberapa efektif faktor-faktor utama dalam menjelaskan variasi skor kebahagiaan dengan menggunakan regresi kuantil. Mereka juga ingin mengetahui seberapa besar masing-masing variabel memengaruhi skor kebahagiaan pada kuantitas yang berbeda. Selain itu, penelitian ini berfokus pada pendekatan bootstrap untuk mengatasi ketidakpastian estimasi dan membuat hasil analisis lebih dapat diandalkan untuk kebijakan dan pengambilan keputusan berbasis data (Ramandhani & Safitri, 2017).

METODE

Studi ini menggunakan pendekatan kuantitatif yang menggunakan regresi kuantil dan teknik bootstrap. Dengan menggunakan regresi kuantil, masalah data seperti heteroskedastisitas dan pencilan (*outlier*) dapat diatasi.

Desain Penelitian

Model regresi kuantil yang digunakan dalam penelitian ini adalah model linear sebagai berikut (Saputri et al., 2018):

$$y_i = x_i^T \beta + e_i, \quad i = 1, 2, \dots, n \quad (1)$$

Dengan asumsi bahwa kuantil ke- τ dari e_i bersyarat pada x_i adalah nol, maka model regresi kuantil untuk kuantil ke- τ dapat dituliskan sebagai:

$$Q_Y(\tau|x_i) = x_i^T \beta(\tau) \quad (2)$$

Parameter $\beta(\tau)$ diestimasi dengan meminimalkan fungsi objektif:

$$\hat{\beta}(\tau) = \arg \min_{\beta \in R^p} \sum_{i=1}^n \rho_{\tau}(y_i - x_i^T \beta) \quad (3)$$

Dengan fungsi kerugian kuantil (*quantile loss function*) didefinisikan sebagai:

$$\rho_{\tau}(u) = u(\tau - I(u < 0)) \quad (4)$$

yang merupakan fungsi kerugian absolut asimetris, memberikan bobot τ untuk residual positif dan $1-\tau$ untuk residual negatif.

Untuk menilai kualitas model, digunakan pseudo- R^2 yang didefinisikan sebagai:

$$Pseudo - R^2 = 1 - \frac{RASW_{\tau}}{TASW_{\tau}} \quad (5)$$

dengan:

$RASW_{\tau}$: *Residual absolute sum of weighted residuals* dari model,

$TASW_{\tau}$: *Total absolute sum of weighted residuals* dari model dasar (tanpa prediktor).

Populasi dan Sampel

Data yang digunakan adalah data sekunder dari *World Happiness Report 2024*, dengan total 147 negara.

Teknik Sampling

Untuk keperluan analisis, diambil sampel sebanyak 107 data menggunakan metode *Simple Random Sampling* (SRS).

Subjek Penelitian

Subjek penelitian berisi jenis data sekunder. Variabel dependen adalah skor kebahagiaan (*ladder score*), sedangkan variabel independen meliputi:

X1: GDP per kapita (log USD)

X2: Dukungan sosial

X3: Harapan hidup sehat

X4: Kebebasan dalam mengambil keputusan

X5: Kemurahan hati

X6: Persepsi terhadap korupsi

Analisis dilakukan pada beberapa kuantil untuk melihat pola pengaruh yang berbeda di sepanjang distribusi skor kebahagiaan. Metode ini memungkinkan kita memperoleh estimasi yang lebih akurat

dan tangguh terhadap pencilan serta pelanggaran asumsi klasik regresi linear.

Teknik Analisis Data

Metode bootstrap digunakan untuk mengestimasi simpangan baku parameter dan membangun interval kepercayaan. Langkah-langkah bootstrap yang diterapkan adalah sebagai berikut (Yanuar et al., 2019):

1. Ambil sampel bootstrap acak dengan pengembalian dari data asli sebanyak n pengamatan, misalnya $X^* = \{X_1^*, X_2^*, \dots, X_n^*\}$
2. Lakukan estimasi parameter regresi kuantil pada data bootstrap tersebut untuk mendapatkan $\hat{\beta}_b(\tau)$
3. Ulangi langkah 1 dan 2 sebanyak B kali untuk memperoleh distribusi empiris $\hat{\beta}_1(\tau), \dots, \hat{\beta}_B(\tau)$
4. Hitung rata-rata estimasi parameter bootstrap:

$$\bar{\beta}^*(\tau) = \frac{1}{B} \sum_{i=1}^B \hat{\beta}_i(\tau) \quad (6)$$

5. Hitung simpangan baku (standar deviasi) dari estimasi bootstrap:

$$\hat{\sigma}(\hat{\beta}_j(\tau)) = \sqrt{\frac{1}{B} \sum_{b=1}^B (\hat{\beta}_{b,j}(\tau) - \bar{\beta}^*_j(\tau))^2} \quad (7)$$

6. Bangun interval kepercayaan $100(1-\alpha)\%$ untuk setiap parameter:

$$CI_j(\tau) = \bar{\beta}^*_j(\tau) \pm z_{\alpha/2} \cdot \hat{\sigma}_b(\tau) \quad (8)$$

dengan $z_{\alpha/2}$ adalah kuantil distribusi normal standar.

HASIL DAN PEMBAHASAN

Analisis Deskriptif

Analisis deskriptif dilakukan untuk memberikan pemahaman yang lebih baik tentang atribut data yang digunakan dalam penelitian. Nilai minimum, maksimum, rata-rata (*mean*), dan simpangan baku (*standard deviation*) dari semua variabel yang dianalisis ditunjukkan dalam statistik

deskriptif. Tingkat kebahagiaan (Y) adalah variabel dependen dari penelitian ini, sedangkan variabel independennya adalah GDP per kapita (X_1), dukungan sosial (X_2), harapan hidup sehat (X_3), kebebasan memilih (X_4), kemurahan hati (X_5), dan persepsi korupsi (X_6). Tabel 1 menunjukkan hasil analisis deskriptif untuk masing-masing variabel.

Tabel 1. Analisis Deskriptif

Peubah	Min	Max	Mean	Std Dev
Y	1.364	7.515	5.513	1.2137
X_1	0	2.028	1.301	0.4075
X_2	0	1.840	1.311	0.3725
X_3	0.038	0.935	0.5463	0.2105
X_4	0	1.018	0.7444	0.1838
X_5	0	0.323	0.1164	0.0618
X_6	0	0.522	0.1463	0.1093

Berdasarkan Tabel 1, skor kebahagiaan (Y) memiliki nilai rata-rata sebesar 5.513 dengan simpangan baku 1.2137, menunjukkan variasi kebahagiaan yang cukup besar antar negara. Variabel GDP per kapita (X_1) dan dukungan sosial (X_2) memiliki rata-rata yang relatif tinggi, masing-masing sebesar 1.301 dan 1.311, dengan penyebaran data yang juga besar. Variabel harapan hidup sehat (X_3) dan kebebasan memilih (X_4) memiliki rata-rata yang cukup moderat, masing-masing sebesar 0.5463 dan 0.7444, serta standar deviasi yang juga tidak jauh berbeda sekitar 0.21 dan 0.18. Sementara itu, kemurahan hati (X_5) dan persepsi terhadap korupsi (X_6) memiliki nilai rata-rata yang paling rendah, dengan sebaran yang juga kecil, menunjukkan kontribusi yang lebih terbatas secara rata-rata terhadap tingkat kebahagiaan global.

Pengecekan *Outlier* (Pencilan) dan Asumsi Klasik

Tabel 2. pengujian *Cook's distance*

Pengamatan	<i>Cooks Distance</i>	<i>Cutoff</i>
3	0.067180	0.037383
9	0.119822	
16	0.172145	
36	0.038757	
53	0.155383	
68	0.043299	

Analisis Regresi Kuantil Dengan Pendekatan Bootstrap Pada World....

Hasil pengujian *Cook's distance* (Tabel 2) menunjukkan terdapat enam observasi berpengaruh, yaitu pengamatan ke-3, 9, 16, 36, 53, dan 68, yang memiliki nilai *Cook's distance* melebihi batas kritis sebesar $4/n$ (0.037383). Keberadaan pengamatan berpengaruh ini mengindikasikan bahwa estimasi regresi linier klasik berpotensi tidak stabil dan sensitif terhadap pencilan. Keberadaan pencilan yang cukup banyak ini semakin memperkuat alasan pemilihan regresi kuantil dalam penelitian, karena metode tersebut lebih tahan terhadap *outlier* dan mampu memberikan gambaran yang lebih menyeluruh terhadap struktur hubungan antar variabel (Pinuntun, 2023).

Setelah mengidentifikasi keberadaan pencilan melalui visualisasi scatter plot antara variabel Y dan masing-masing variabel independen, dilakukan pula pengujian terhadap asumsi-asumsi dasar regresi linear untuk memastikan validitas model.

Tabel 3. Uji Normalitas

Normalitas	D	P-value
Kolmogorov-Smirnov	0.10149	0.2204

Nilai p-value yang lebih besar dari 0.05 diperoleh, berdasarkan hasil uji normalitas Kolmogorov-Smirnov yang ditunjukkan pada Tabel 3. Ini menunjukkan bahwa asumsi normalitas terpenuhi karena residual model terdistribusi normal.

Tabel 4. Uji Homoskedastis

Homoskedastis	BP	Df	P-value
Breusch-Pagan	13.483	6	0.03597

Selanjutnya, Tabel 4 menunjukkan hasil uji homoskedastisitas Breusch-Pagan, yang menghasilkan p-value sebesar 0,03597, di bawah tingkat signifikansi 0.05. Ini menunjukkan heteroskedastisitas atau varians residual yang tidak konstan. Karena regresi kuantil tidak membutuhkan homoskedastisitas, ketidakterpenuhan asumsi ini menjadi salah satu alasan untuk menggunakannya.

Tabel 5. Uji Multikolinearitas

Peubah	Variance Inflation Factor
X_1	3.001836
X_2	2.270596
X_3	2.592019
X_4	1.404201
X_5	1.120168
X_6	1.554687

Hasil uji multikolinearitas yang ditunjukkan pada Tabel 5 menunjukkan bahwa semua nilai faktor variasi inflasi (VIF) berada di bawah angka 10. Oleh karena itu, dapat disimpulkan bahwa tidak ada multikolinearitas yang signifikan antar variabel independen, dan asumsi ini dipenuhi.

Berdasarkan hasil pengujian asumsi klasik, dapat disimpulkan bahwa regresi linear biasa kurang cocok untuk penelitian ini. Ini terutama berlaku karena fakta bahwa pada data terdapat pencilan dan pelanggaran terhadap asumsi homoskedastisitas residual. Karena regresi kuantil kuat terhadap *outlier* dan tidak membutuhkan varians residual yang sama, hal ini menjadikan pilihan yang lebih baik untuk menggunakan metode ini.

Analisis Regresi Kuantil

Hasil analisis regresi kuantil dengan dan tanpa bootstrap pada data *World Happiness Report* tahun 2024 disajikan pada bagian ini. Untuk mengetahui bagaimana variabel independen berdampak pada skor kebahagiaan pada berbagai tingkat distribusi, analisis dilakukan pada sejumlah nilai kuantil ($\tau = 0.25$, $\tau = 0.4$, $\tau = 0.5$, $\tau = 0.6$, dan $\tau = 0.75$). Fokus diskusi adalah interpretasi koefisien regresi untuk masing-masing kuantil. Pada bagian ini juga akan dibahas perbandingan hasil estimasi antara metode regresi kuantil biasa dan metode bootstrap. Model regresi kuantil yang digunakan dalam penelitian ini dirumuskan sebagai berikut:

Analisis Regresi Kuantil Dengan Pendekatan Bootstrap Pada World....

$$\begin{aligned} \text{Skor}_i &= \beta_0 + \beta_1 \text{GDP}_i + \beta_2 \text{Dukungan Sosial}_i \\ &+ \beta_3 \text{Harapan Hidup Sehat}_i \\ &+ \beta_4 \text{Kebebasan Memilih}_i \\ &+ \beta_5 \text{Kedermawanan}_i \\ &+ \beta_6 \text{Persepsi terhadap Korupsi}_i \end{aligned} \quad (9)$$

Berdasarkan hasil estimasi parameter regresi kuantil tanpa bootstrap pada Tabel 6, terlihat bahwa setiap kuantil memberikan estimasi koefisien yang berbeda-beda, mencerminkan adanya heterogenitas pengaruh variabel independen terhadap variabel dependen pada berbagai kuantil dalam distribusi. Di antara seluruh model kuantil, model pada kuantil 0.4 merupakan yang terbaik karena memiliki nilai standard error terkecil pada sebagian besar parameter, seperti β_1 hingga β_4 . Nilai standard error yang lebih kecil menunjukkan estimasi parameter yang lebih stabil dan reliabel, sehingga model pada kuantil 0.4 paling tepat digunakan dalam menggambarkan hubungan antara variabel pada bagian tengah bawah

distribusi.

Selain mempertimbangkan nilai standar error yang relatif kecil, pemilihan model terbaik juga didasarkan pada nilai pseudo- R^2 tertinggi, yaitu sebesar 0,638819 yang dimiliki oleh model regresi kuantil pada tingkat kuantil 0,4 (Tabel 7). Nilai pseudo- R^2 tersebut mengindikasikan bahwa sekitar 63,88% variasi pada variabel dependen dapat dijelaskan oleh variabel-variabel yang digunakan dalam model regresi kuantil pada kuantil 0,4, sedangkan sisanya dipengaruhi oleh faktor lain di luar model. Secara umum, semakin besar nilai pseudo- R^2 , semakin baik kemampuan model dalam menjelaskan variasi data pada kuantil yang bersangkutan. Selain itu, nilai pseudo- R^2 yang relatif stabil pada berbagai tingkat kuantil menunjukkan bahwa estimasi regresi kuantil tidak mengalami perubahan yang ekstrem antar bagian distribusi, yang mengindikasikan bahwa model regresi kuantil cukup robust terhadap keberadaan penciran dan ketidaksimetrian data.

Tabel 6. Estimasi Parameter Regresi Kuantil Tanpa Bootstrap

	$\hat{\beta}_1$	$\hat{\beta}_2$	$\hat{\beta}_3$	$\hat{\beta}_4$	$\hat{\beta}_5$	$\hat{\beta}_6$
$\tau = 0.25$	1.22549 (0.38571) *	1.43692 (0.34021) *	1.07764 (0.53349) *	1.46298 (0.51991) *	0.69195 (1.05235)	-0.54547 (0.63066)
$\tau = 0.4$	0.47729 (-0.25171)	1.63925 (0.18085) *	1.26083 (0.30118) *	1.71449 (0.23233) *	-0.21083 (-0.6116)	0.4526 (-0.38081)
$\tau = 0.5$	0.21495 (-0.26228)	1.61994 (0.24740) *	1.2242 (0.33006) *	1.9878 (0.31129) *	-0.69415 (-0.46678)	0.45433 (-0.38262)
$\tau = 0.6$	0.10187 (-0.20148)	1.61208 (0.26861) *	1.28837 (0.33161) *	1.97124 (0.27928) *	-0.76033 (-0.59144)	0.46009 (-0.36751)
$\tau = 0.75$	0.16219 (-0.29821)	1.12778 (0.29323) *	1.3232 (0.51046) *	2.04687 (0.40045) *	-1.51957 (-0.97595)	0.38174 (-0.4253)

* Signifikan ($\alpha = 5\%$)

Tabel 7. Pseudo- R^2 setiap Kuantil

	Pseudo- R^2
$\tau = 0.25$	0.629896
$\tau = 0.4$	0.638819
$\tau = 0.5$	0.629488
$\tau = 0.6$	0.615418
$\tau = 0.75$	0.583953

Analisis Regresi Kuantil Dengan Pendekatan Bootstrap Pada World....

Tabel 8. Hasil Pendekatan Bootstrap (B = 1000)

	Variabel	$\hat{\beta}$	$\bar{\beta}^*$	SE _{Boot}	Bias	SD _{Bias}	95% <i>Confidence Interval</i>	
							Lower	Upper
$\tau = 0.25$	(Intercept)	0.0354	0.0943	0.4703	0.0589		-0.8274	1.0160
	x1	1.2255	0.8874	0.4675	-0.3381		-0.0289	1.8037
	x2	1.4369	1.54	0.3315	0.1031		0.8902	2.1897
	x3	1.0776	1.1779	0.5943	0.1003	0.32259	0.0130	2.3427
	x4	1.463	1.6716	0.5323	0.2086		0.6282	2.7149
	x5	0.6919	0.3875	1.1136	-0.3045		-1.7951	2.5701
	x6	-0.5455	0.0691	0.7873	0.6146		-1.4740	1.6122
$\tau = 0.40$	(Intercept)	0.6551	0.6653	0.4192	0.0102		-0.1563	1.4869
	x1	0.4773	0.582	0.4633	0.1047		-0.3260	1.4900
	x2	1.6392	1.5449	0.3394	-0.0943		0.8796	2.2101
	x3	1.2608	1.1816	0.4887	-0.0793	0.10046	0.2237	2.1394
	x4	1.7145	1.7636	0.4083	0.0491		0.9633	2.5638
	x5	-0.2108	-0.1834	1.0248	0.0274		-2.1920	1.8252
	x6	0.4526	0.2648	0.6464	-0.1878		-1.0021	1.5317
$\tau = 0.50$	(Intercept)	1.0255	1.0621	0.3964	0.0367		0.28515	1.8390
	x1	0.2149	0.4193	0.3919	0.2043		-0.3488	1.1874
	x2	1.6199	1.5181	0.3341	-0.1018		0.8632	2.1729
	x3	1.2242	1.0911	0.5171	-0.1331	0.13496	0.0775	2.1046
	x4	1.9878	1.8151	0.3768	-0.1727		1.0765	2.5536
	x5	-0.6942	-0.6315	0.952	0.0627		-2.497	1.2344
	x6	0.4543	0.5219	0.5745	0.0675		-0.6041	1.6479
$\tau = 0.60$	(Intercept)	1.234	1.3755	0.4058	0.1416		0.5801	2.1708
	x1	0.1019	0.3617	0.3682	0.2599		-0.3599	1.0833
	x2	1.6121	1.4461	0.361	-0.166		0.7385	2.1536
	x3	1.2884	1.0335	0.517	-0.2549	0.19889	0.0201	2.0468
	x4	1.9712	1.8338	0.4123	-0.1374		1.0256	2.6419
	x5	-0.7603	-0.9107	0.925	-0.1504		-2.7237	0.9023
	x6	0.4601	0.6004	0.5738	0.1403		-0.5242	1.7250
$\tau = 0.75$	(Intercept)	2.0702	1.8213	0.3507	-0.2489		1.1339	2.5086
	x1	0.1622	0.4627	0.4072	0.3005		-0.3354	1.2608
	x2	1.1278	1.2607	0.3848	0.133		0.5064	2.0149
	x3	1.3232	0.7874	0.723	-0.5358	0.30718	-0.6296	2.2044
	x4	2.0469	1.877	0.4697	-0.1698		0.9563	2.7976
	x5	-1.5196	-1.2843	1.0658	0.2353		-3.3732	0.8046
	x6	0.3817	0.5461	0.6469	0.1644		-0.7218	1.8140

Sebelumnya, kuantil ke-0.4 menjadi model terbaik dibandingkan dengan 4 kuantil lainnya berdasarkan nilai standar error dan juga Pseudo-R², dengan fokus terhadap model kuantil 0.4, kita bisa lihat pada selang kepercayaan yang menunjukkan variabel GDP, Kedermawanan, Persepsi Terhadap Korupsi dan intersepnya tidak signifikan (Tabel 7), kemudian variabel sisanya yaitu Dukungan Sosial, Harapan Hidup Sehat, dan Kebebasan Memilih berpengaruh signifikan terhadap skor kebahagiaan. Kemudian, untuk menguji apakah model stabil dan valid, digunakan pendekatan bootstrap dengan resampling sebanyak 1000 kali.

Tabel 9. Perbandingan CI ($\tau = 0.40$)

Variabel	Tanpa Bootstrap		Bootstrap	
	Lower	Upper	Lower	Upper
Intercept	0.098	1.212	-0.156	1.486
X_1	-0.016	0.971	-0.326	1.490
X_2	1.284	1.994	0.879	2.210
X_3	0.670	1.851	0.223	2.139
X_4	1.259	2.169	0.963	2.563
X_5	-1.409	0.988	-2.192	1.825
X_6	-0.294	1.199	-1.002	1.531

Berdasarkan Tabel 9, perbandingan selang kepercayaan menunjukkan bahwa sebagian besar koefisien variabel independen mempertahankan arah dan kesimpulan signifikansi yang sama sebelum dan sesudah dilakukan bootstrap sebanyak 1000 kali. Perubahan signifikansi hanya terjadi pada intercept, yang menjadi tidak signifikan setelah bootstrap diterapkan. Hal ini dapat dipahami mengingat intercept merupakan parameter yang paling sensitif terhadap variasi sampel dan keberadaan pencilan, serta tidak menjadi fokus utama dalam interpretasi hubungan antarvariabel. Konsistensi arah dan signifikansi koefisien utama setelah bootstrap mengindikasikan bahwa estimasi regresi kuantil relatif stabil terhadap variasi sampel dan pengaruh pencilan. Dengan demikian, hasil bootstrap memperkuat temuan bahwa model regresi kuantil pada $\tau = 0,4$ memiliki sifat robust dalam menjelaskan pengaruh antara

variabel independen terhadap skor kebahagiaan.

Untuk menilai apakah metode regresi kuantil bersifat tidak bias, dilakukan pengujian terhadap akurasi. Hasil perhitungan bias antara estimasi regresi kuantil dan estimasi bootstrap untuk setiap kuantil ditampilkan pada Tabel 8. Bias bootstrap diukur sebagai selisih antara rata-rata estimasi bootstrap dan estimasi asli. Pada hasil yang diperoleh, nilai bias relatif kecil dibandingkan simpangan baku bootstrap, yang menunjukkan bahwa distribusi bootstrap berpusat dekat dengan estimasi asli. Dengan demikian, tidak terdapat indikasi adanya bias yang besar secara empiris pada estimasi parameter.

Berdasarkan hasil tersebut, dapat disimpulkan bahwa model yang digunakan adalah regresi kuantil pada tingkat kuantil 0.4. Adapun model regresi tersebut ditampilkan pada bagian di bawah ini:

$$Qy(0.40|x) = 0.6551 + 0.4773x_1 + 1.6392x_2 + 1.2608x_3 + 1.7145x_4 - 0.2108x_5 + 0.4526x_6 \quad (10)$$

PENUTUP

Kesimpulan

Hasil penelitian menunjukkan bahwa, ketika regresi kuantil digunakan, kuantil ke-0.4 memberikan estimasi parameter dengan nilai standar kesalahan yang relatif paling kecil dibandingkan dengan kuantil lainnya; ini menunjukkan bahwa model pada kuantil ini memiliki kestabilan estimasi yang lebih besar, yang membuatnya layak dipertimbangkan untuk menjelaskan hubungan antara variabel independen terhadap skor kebahagiaan di bagian bawah hingga Tengah distribusi data.

Model regresi kuantil pada kuantil ke-0,4 menghasilkan nilai pseudo-R² sebesar

0,6388, yang menunjukkan kemampuan model yang cukup baik dalam menjelaskan variasi skor kebahagiaan pada kuantil tersebut. Perlu dicatat bahwa nilai pseudo- R^2 tidak dapat dibandingkan secara langsung dengan R^2 pada regresi OLS, sehingga pemilihan regresi kuantil dalam penelitian ini didasarkan pada karakteristik data dan pemenuhan asumsi model. Hasil pengujian menunjukkan bahwa asumsi homoskedastisitas pada regresi linier klasik tidak terpenuhi, sehingga regresi kuantil lebih sesuai digunakan karena tidak mensyaratkan homogenitas varians dan lebih robust terhadap data yang tidak simetris serta mengandung pencilan. Penerapan bootstrap menghasilkan selang kepercayaan yang lebih realistis dan stabil, sehingga memperkuat validitas estimasi parameter. Berdasarkan hasil analisis, variabel dukungan sosial (X_2), harapan hidup sehat (X_3), dan kebebasan dalam memilih (X_4) secara konsisten menunjukkan pengaruh signifikan terhadap skor kebahagiaan.

Saran

Secara kebijakan, negara-negara harus memberikan lebih banyak perhatian pada penguatan sistem sosial yang mendorong interaksi dan solidaritas antarwarga, meningkatkan akses dan kualitas pelayanan kesehatan, dan menciptakan lingkungan sosial-politik yang memungkinkan setiap orang memiliki kebebasan untuk membuat keputusan penting dalam hidup mereka sendiri. Hal ini tidak hanya akan meningkatkan skor kebahagiaan negara di laporan internasional, tetapi juga akan meningkatkan kualitas hidup masyarakat. Oleh karena itu, regresi kuantil yang dikombinasikan dengan metode bootstrap dapat menjadi metode yang efektif dan tepat untuk menganalisis data sosial-ekonomi yang kompleks, meskipun asumsi-asumsi klasik tidak terpenuhi.

DAFTAR PUSTAKA

- Anuraga, G., & Arieska, P. K. (2016). Regresi Kuantil Pendekatan Bootstrap untuk Pemodelan Kemiskinan di Pulau Jawa. *Jurnal Statistika Universitas Muhammadiyah Semarang*, 4(2). <https://jurnal.unimus.ac.id/index.php/statistik/article/view/2231>
- Budi, A. D. A. S., Septiana, L., & Mahendra, B.E. P. (2024). Memahami Asumsi Klasik dalam Analisis Statistik: Sebuah Kajian Mendalam tentang Multikolinearitas, Heterokedastisitas, dan Autokorelasi dalam Penelitian. *Jurnal Multidisiplin West Science*, 3(1), 1-11. <https://doi.org/10.58812/jmws.v3i01.878>
- Fitriana, N. E., & Qibthiyyah, R. M. (2021). PENGARUH KEBIJAKAN DANA DESA TERHADAP JUMLAH PENDUDUK MISKIS PEDESAAN DI INDONESIA. *Jurnal Ekonomi Dan Kebijakan Publik Indonesia*, 8(1), 19-44. https://www.researchgate.net/publication/367233208_PENGARUH_KEBIJAKAN_DANA_DESA_TERHADAP_JUMLAH_PENDUDUK_MISKIS_PEDESAAN_DI_INDONESIA
- Fransiska, H., Rini, D. S., & Agustina, D. (2021). PENERAPAN REGRESI KUANTIL PADA DATA KEMISKINAN BENGKULU. *Seminar Nasional Official Statistics*, 2020(1), 1203-1208. <https://doi.org/10.34123/semnasoffstat.v2020i1.650>
- Furno, M., & Vistocco, D. (2018). Quantile Regression. Wiley. <https://doi.org/10.1002/9781118863718>
- Gardiner, G., Lee, D., Baranski, E., & Funder, D. (2020). Happiness around the world: A combined etic-emic approach across 63 countries. *PLOS ONE*, 15(12), e0242718. <https://doi.org/10.1371/journal.pone>

[.0242718](#)

- Gunawan, A. (2024). Perbandingan Metode Ordinary Least Square (OLS) dan Metode Partial Least Square (PLS) Untuk Mengatasi Multikolinearitas. *Socius: Jurnal Penelitian Ilmu-Ilmu Sosial*, 1(6). <https://ojs.daarulhuda.or.id/index.php/Socius/article/view/147>
- Hao, L., & Naiman, D. (2007). Quantile Regression. SAGE Publications, Inc. <https://doi.org/10.4135/9781412985550>
- Helliwell, J. F., Layard, R., Sachs, J. D., Helliwell, J., & Sachs, J. (2012). *World Happiness Report*. <https://www.researchgate.net/publication/233401584>
- Koenker, R., & Bassett, G. (1978). Regression Quantiles. *Econometrica*, 46(1), 33. <https://doi.org/10.2307/1913643>
- Kushary, D., Davison, A. C., & Hinkley, D. V. (2000). Bootstrap Methods and Their Application. *Technometrics*, 42(2), 216. <https://doi.org/10.2307/1271471>
- Maharani, I. F., Satyahadewi, N., & Kusnandar, D. (2014). Metode Ordinary Least Squares Dan Least Trimmed Squares Dalam Mengestimasi Parameter Regresi Ketika Terdapat Outlier. *BIMASTER : Buletin Ilmiah Matematika, Statistika dan Terapannya*, 3(3). <https://jurnal.untan.ac.id/index.php/jbmstr/article/view/7350>
- Matdoan, M. Y., & Balami, A. M. (2019). Estimasi Parameter Regresi Kuantil Dengan Fungsi Spline Truncated pada Kasus Demam Berdarah Dengue di Kota Surabaya. *Jurnal MSA (Matematika Dan Statistika Serta Aplikasinya)*, 7(1), 44. <https://doi.org/10.24252/msa.v7i1.7511>
- Nurfauziah, F. L. (2020). Permodalan, Efisiensi, Risiko Kredit, dan Likuiditas Bank Perkreditan Rakyat di Jawa Barat: Aplikasi Regresi Kuantil Bootstrap. *Jurnal Akuntansi*, 14(2), 102–131. <https://ejournal.atmajaya.ac.id/index.php/JARA/article/view/1614>
- Pinuntun, W. (2023). Penggunaan Model Regresi Kuantil Bootstrap Dalam Mengatasi Data Outlier Pada Data Angka Kemiskinan Di Provinsi Sulawesi Selatan. Repository | Universitas Hasanuddin. https://doi.org/id/eprint/39756/1/H051191037_skripsi_27-02-2024%20bab1-2.pdf
- Putra G, A., Tiro, M. A., & Aidid, M. K. (2019). Metode Bootstrap dan Jackknife dalam Mengestimasi Parameter Regresi Linear Ganda (Kasus: Data Kemiskinan Kota Makassar Tahun 2017). *VARIANSI: Journal of Statistics and Its Application on Teaching and Research*, 1(2), 32. <https://doi.org/10.35580/variansiunm12895>
- Ramandhani, R., Sudarno, S., & Safitri, D. (2017). Metode Bootstrap Aggregating Regresi Logistik Biner Untuk Ketepatan Klasifikasi Kesejahteraan Rumah Tangga Di Kota Pati. *Jurnal Gaussian*, 6(1), 121-130. <https://ejournal3.undip.ac.id/index.php/gaussian/article/view/14775>
- Rositawati, A. F. D., & Budiantara, I. N. (2019). Pemodelan Indeks Kebahagiaan Provinsi di Indonesia Menggunakan Regresi Nonparametrik Spline Truncated. *JURNAL SAINS DAN SENI ITS*, 8(2). https://www.researchgate.net/publication/360679475_Pemodelan_Indeks_Kebahagiaan_Provinsi_di_Indonesia_Menggunakan_Regresi_Nonparametrik_Spline_Truncated

Saputri, O. D., Yanuar, F., & Devianto, D. (2018). Simulation Study The Implementation of Quantile Bootstrap Method on Autocorrelated Error. *CAUCHY: Jurnal Matematika Murni Dan Aplikasi*, 5(3), 95–101. <https://doi.org/10.18860/ca.v5i3.5349>

Yanuar, F., Yozza, H., Firdawati, F., Rahmi, I., & Zetra, A. (2019). Applying bootstrap quantile regression for the construction of a low birth weight model. *Makara Journal of Health Research*, 23(2). <https://doi.org/10.7454/msk.v23i2.9886>

