

Pemodelan *Spatial Autoregressive Quantile Regression* (SARQR) Menggunakan Pembobot *Queen Contiguity* Pada Kasus *Stunting* Balita di Indonesia

Spatial Autoregressive Quantile Regression (SARQR) Modeling Using *Queen Contiguity* Weights in Toddler *Stunting* Cases in Indonesia

Evida Oktaviana¹, Prizka Rismawati Arum², M. Al Haris³

^{1,2,3} Universitas Muhammadiyah Semarang, Semarang

Corresponding author : evidass19@gmail.com

Abstrak

SDGs memiliki target dalam penurunan persentase angka *stunting* yang termasuk menghilangkan kelaparan dan segala bentuk malnutrisi. *Stunting* merupakan masalah gizi kronis pada balita yang ditandai dengan tinggi badan yang lebih pendek dibandingkan dengan anak seusianya. Perlu adanya perhatian khusus bagi pemerintah dalam mengurangi angka *stunting* dengan mengetahui faktor-faktor yang mempengaruhi kejadian *stunting* di Indonesia. Analisis yang dapat digunakan untuk mengetahui hubungan antar variabel dependen dengan variabel independen yaitu analisis regresi linear. Apabila dalam pengamatan mempunyai efek spasial, maka metode analisis yang digunakan adalah analisis regresi spasial. Dalam kasus tertentu, pengujian efek spasial dengan melibatkan *outlier* pada data penelitian dapat menyebabkan suatu metode gagal dalam menangani efek spasial tersebut. Maka, untuk mengatasi adanya *outlier* dan ketergantungan pada spasial metode yang dapat digunakan adalah *Spatial Autoregressive Quantile Regression* (SARQR). Metode SARQR adalah pengembangan dari metode SAR di mana terdapat berbagai level kuantil pada model. Penelitian ini berfokus memodelkan faktor-faktor yang mempengaruhi kasus *stunting* pada balita di Indonesia. Model terbaik yang dihasilkan adalah model SARQR pada kuantil 0.75 dengan nilai AIC sebesar 51.76. Hasil penelitian menunjukkan bahwa faktor yang mempengaruhi kasus *stunting* di Indonesia adalah persentase imunisasi dasar lengkap, persentase bayi berat badan lahir rendah, dan persentase perempuan yang pernah kawin di bawah umur 18 tahun.

Kata Kunci : Outlier, *Spatial Autoregressive Quantile Regression*, *Stunting*.

Abstract

The SDGs have a target of reducing the percentage of *stunting* which includes eliminating hunger and all forms of malnutrition. *Stunting* is a chronic nutritional problem in toddlers which is characterized by shorter height compared to children of the same age. There needs to be special attention for the government in reducing the *stunting* rate by knowing the factors that influence the incidence of *stunting* in Indonesia. The analysis that can be used to determine the relationship between the dependent variable and the independent variable is linear regression analysis. If the observation has a spatial effect, then the analytical method used is spatial regression analysis. In certain cases, testing spatial effects by involving outliers in research data can cause a method to fail in dealing with these spatial effects. So, to overcome the existence of outliers and spatial dependence, the method that can be used is *Spatial Autoregressive Quantile Regression* (SARQR). The SARQR method is an extension of the SAR method in which there are various quantile levels in the model. This research focuses on modeling the factors that influence cases of *stunting* in toddlers in Indonesia. The best model produced is the SARQR model at 0.75 quantile with an AIC value of 51.76. The results showed that the factors that influence *stunting* cases in Indonesia are the percentage of complete basic immunization, the percentage of low birth weight babies, and the percentage of women who have ever been married under the age of 18.

Keywords : Outlier, *Spatial Autoregressive Quantile Regression*, *Stunting*.

PENDAHULUAN

Stunting adalah kondisi gizi jangka panjang pada anak balita yang dicirikan oleh tinggi tubuh yang lebih rendah daripada anak-anak seumurannya. Balita yang mengalami *stunting* akan memiliki risiko lebih tinggi terhadap penyakit dan akan mengalami kesulitan dalam mencapai perkembangan fisik yang optimal untuk pertumbuhan dan perkembangan tubuhnya. Menurut standard *World Health Organization* (WHO), balita dianggap mengalami *stunting* apabila tinggi tubuhnya berada di bawah dari minus dua standar deviasi median dari pertumbuhan anak (Kartini dan Ummah, 2022). Selain itu, *stunting* merupakan salah satu target tujuan pembangunan berkelanjutan (SDGs) yang termasuk dalam tujuan kedua yaitu untuk menghilangkan kelaparan dan segala bentuk kekurangan gizi pada tahun 2030 dan mencapai ketahanan pangan. Tujuannya adalah untuk mengurangi angka prevalensi *stunting* pada anak-anak balita hingga 40% pada tahun 2025 (Atmarita, 2018).

Berdasarkan informasi dari *World Health Organization* (WHO), pada tahun 2017 sekitar 150,8 juta balita di seluruh dunia, atau sekitar 22,2% mengalami *stunting*. Dari jumlah tersebut, lebih dari separuhnya berasal dari Asia (55%) dan lebih dari sepertiganya berasal dari Afrika (39%). Dari total 83,6 juta anak balita yang mengalami *stunting* yang berada di Asia, sebagian besar berada di Asia Tengah (0,9%). WHO juga mencatat bahwa Indonesia adalah negara ketiga di Asia Tenggara dengan tingkat prevalensi tertinggi pada anak balita. Pada periode 2005-2017, prevalensi rata-rata *stunting* pada balita di Indonesia mencapai 36,4% (Atmarita, 2018).

Perhatian pemerintah perlu difokuskan pada faktor-faktor yang mempengaruhi kasus *stunting* pada anak balita di Indonesia. Salah satu pendekatan yang digunakan untuk menganalisis hubungan antara variabel dependen dan variabel independen adalah dengan menggunakan analisis regresi linear. Namun seringkali data penelitian mengalami kejadian seperti adanya data *outlier* pada variabel dependen maupun variabel independen. Metode regresi yang tepat untuk mengatasi data *outlier* adalah dengan menggunakan regresi kuantil. Metode statistik regresi kuantil digunakan untuk melakukan pendugaan dan mengevaluasi fungsi kuantil bersyarat dengan membagi data ke dalam kuantil- kuantil tertentu di mana terdapat kemungkinan nilai prediksi yang berbeda-beda. Metode ini tidak mudah terpengaruh dengan kehadiran *outlier* serta dapat meminimumkan pengaruh dari *outlier* (Kurniawati, 2019).

Berdasarkan perbedaan kebijakan pemerintah daerah khususnya di bidang kesehatan, kebiasaan masyarakat, serta perbedaan kondisi geografis atau kondisi lingkungan di suatu provinsi, mengakibatkan kasus *stunting* pada balita di Indonesia mengalami perbedaan di setiap wilayah. Sehingga kasus balita *stunting* di suatu provinsi dipengaruhi oleh letak geografis atau lokasi pengamatan karena kondisi wilayah satu tidak sama dengan kondisi wilayah lainnya. Ketika observasi yang diteliti memiliki informasi ruang atau spasial, metode regresi linier menjadi kurang efektif dalam penerapannya. Oleh karena itu, metode analisis spasial dikembangkan sebagai alternatif dari metode regresi linier untuk menangani masalah tersebut (Kurniawati, 2019).



Analisis regresi spasial merupakan suatu analisis yang digunakan untuk mengevaluasi hubungan antara satu variabel terikat dengan beberapa variabel bebas, dengan mempertimbangkan pengaruh spasial suatu wilayah. Terdapat dua jenis efek spasial dalam analisis regresi spasial yaitu efek ketergantungan spasial dan efek keragaman spasial. Efek ketergantungan spasial terjadi akibat adanya hubungan antar daerah sedangkan efek keragaman spasial terjadi akibat adanya keragaman antara satu daerah dengan daerah lainnya. Pemodelan dengan regresi spasial digunakan ketika terdapat korelasi antara suatu lokasi dengan lokasi terdekat lainnya yang disebut dengan ketergantungan spasial atau dependensi spasial. Model yang dapat mengatasi dependensi spasial salah satunya adalah *Spatial Autoregressive* (SAR) (Abrari, 2022).

Menurut Anselin 1998 yang dikutip dari (Wardhani dan Yanti, 2021), model *Spatial Autoregressive* (SAR) merupakan salah satu bentuk model regresi spasial dengan melibatkan pengaruh ketergantungan spasial yang paling umum digunakan. Menurut (Abrari, 2022), alternatif lain untuk menangani permasalahan ketergantungan pada pemodelan data spasial, serta tidak mudah terpengaruh dengan adanya *outlier* adalah model *Spatial Autoregressive Quantile Regression* (SARQR). Model SARQR adalah pengembangan dari model SAR di mana model tersebut memiliki beberapa level kuantil (τ).

1. Analisis Regresi Spasial

Analisis yang berkaitan dengan kewilayahan sering disebut dengan spasial. Analisis regresi spasial adalah metode analisis yang digunakan untuk mengetahui hubungan antar variabel terikat dan beberapa variabel bebas dengan mempertimbangkan pengaruh spasial di berbagai lokasi yang menjadi pusat pengamatan (Junior dan Ulinnuha, 2020).

Menurut Anselin pada tahun 1988, struktur dasar dari model regresi spasial dapat diuraikan sebagai berikut (Nada, 2022):

$$\mathbf{y} = \rho \mathbf{W}_1 \mathbf{y} + \mathbf{X}\boldsymbol{\beta} + \mathbf{u}$$
$$\mathbf{u} = \lambda \mathbf{W}_2 \mathbf{u} + \boldsymbol{\varepsilon}$$

2. Matriks Pembobot Spasial *Contiguity*

Matriks pembobot spasial adalah sebuah matriks yang mempresentasikan keterhubungan atau hubungan antara suatu wilayah dengan wilayah lainnya. Matriks *contiguity* dinotasikan dengan \mathbf{C} yang berukuran $n \times n$ di mana n menyatakan jumlah daerah pengamatan, c_{ij} adalah nilai dalam matriks *contiguity* pada baris ke- i dan kolom ke- j untuk $i, j = 1, 2, \dots, n$. Berdasarkan tipe persinggungan diperoleh bahwa terdapat tiga tipe matriks *contiguity* yaitu sebagai berikut:

1. *Rook Contiguity* adalah persentuhan sisi daerah satu dengan sisi daerah lainnya yang saling bertetangga.
2. *Bishop Contiguity* adalah persentuhan titik sudut daerah satu dengan daerah lain yang saling bertetangga.
3. *Queen Contiguity* adalah persentuhan sisi maupun titik sudut daerah satu dengan daerah lainnya yang saling bertetangga. *Queen contiguity* merupakan gabungan dari *rook contiguity* dan *bishop contiguity*.

3. Dependensi Spasial

Dependensi spasial (ketergantungan spasial) atau sering disebut juga autokorelasi spasial adalah pengujian untuk melihat pengamatan di suatu lokasi dapat mempengaruhi daerah yang berdekatan atau berbatasan dengannya. Jadi, dependensi spasial adalah unit pengamatan pada suatu lokasi i dengan unit pengamatan lokasi j di mana $j \neq i$ tidak saling bebas. Metode pengujian yang diterapkan untuk mengidentifikasi ketergantungan spasial adalah dengan menggunakan indeks *Morans' I* dan *Lagrange Multiple* (LM) (Nada, 2022).

4. Uji *Moran's I*

Indeks *Moran's I* bertujuan mengukur korelasi atau hubungan antar pengamatan yang saling bertetangga. Rumus dari indeks *Moran's I* adalah sebagai berikut (Nada, 2022):

$$I = \frac{n \sum_{i=1}^n \sum_{j=1}^n w_{ij} (x_i - \bar{x})(x_j - \bar{x})}{S_0 \sum_{i=1}^n (x_i - \bar{x})^2}$$

5. Uji *Lagrange Multiplier* (LM)

Lagrange Multiplier (LM) adalah uji untuk menentukan suatu model mempunyai efek spasial atau tidak. Uji LM didasarkan pada nilai residual yang diperoleh dari kuadrat terkecil dan melibatkan matriks pembobot spasial atau dilambangkan (W). Kelebihan statistik uji LM (*Lagrange Multiplier*) adalah kemampuannya untuk menjelaskan keberadaan autokorelasi pada model spasial autoregresif (*Lagrange Multiplier Lag*) dan spasial eror (*Lagrange Multiplier Error*) (Nada, 2022). Rumus uji LM_{lag} dan LM_{error} adalah sebagai berikut:

$$LM_{lag} = \frac{\left(\frac{e'Wy}{S^2}\right)^2}{nj}$$
$$LM_{error} = \frac{\left(\frac{e'We}{S^2}\right)^2}{T}$$

6. Pencilan Spasial

Pencilan adalah nilai data yang sangat berbeda dari sebagian besar sekumpulan data. Dalam konteks analisis spasial, jika sebuah *outlier* dihapus, maka akan terjadi perubahan pada komposisi efek spasial pada data. *Moran's scatterplot* merupakan salah satu teknik yang dapat digunakan untuk menemukan keberadaan *outlier* pada data spasial. Dalam *moran's scatterplot* yang terbagi menjadi empat kuadran, data yang terletak di kuadran kiri atas dan kanan bawah mengindikasikan keberadaan autokorelasi spasial negatif, yang menandakan bahwa wilayah dengan nilai pengamatan yang rendah dikelilingi oleh wilayah dengan pengamatan tinggi atau sebaliknya. Oleh karena itu, teridentifikasi titik-titik yang berbeda dengan ketetanggannya yang bernilai rendah atau tinggi sehingga titik-titik tersebut dikategorikan sebagai pencilan spasial (Abrari, 2022).

7. Analisis Regresi Kuantil

Regresi kuantil merupakan salah satu jenis statistika nonparametrik yang dimanfaatkan untuk memprediksi hubungan antara variabel dependen dan variabel independen pada tingkat kuantil tertentu dalam suatu distribusi. Keunggulan dari regresi kuantil adalah metode ini tidak mudah terpengaruh oleh adanya pencilan (*outlier*) sehingga pencilan (*outlier*) menjauh dan tidak mengganggu stabilitas data yang diperoleh (Nirmalasari, 2018). Dalam metode regresi kuantil, informasi yang lebih rinci tentang hubungan antara variabel dependen dan variabel independen dapat diperoleh dengan menggunakan nilai kuantil yang dinotasikan dengan $\tau \in [0,1]$. Model regresi kuantil dapat dirumuskan sebagai berikut (Rizki dan Ammar, 2022):

$$Y_{i\tau} = \beta_{0\tau} + \beta_{1\tau}X_{1i} + \dots + \beta_{p\tau}X_{ip} + \varepsilon_{i\tau}$$

8. Spatial Autoregressive (SAR)

Model *Spatial Autoregressive* (SAR) ialah suatu jenis model yang menggabungkan model regresi sederhana dengan variabel dependen yang memiliki *lag* spasial, dengan menggunakan jenis data *cross section* (Yuniarti, 2018). Data *cross section* sendiri merujuk pada data yang terdiri dari beberapa objek pada waktu atau tahun yang sama. Model SAR dapat dirumuskan sebagai berikut:

$$Y_i = \rho \sum_{j=1}^n W_{ij}Y_j + \sum_{k=1}^n \beta_{ik}X_{ik} + \varepsilon_i, \quad \text{di mana } \varepsilon_i \sim N(0, \sigma^2)$$

9. Spatial Autoregressive Quantile Regression (SARQR)

Spatial Autoregressive Quantile Regression (SARQR) merupakan pengembangan dari model pendekatan *Spatial Autoregressive* (SAR) yang melibatkan beberapa level kuantil

dalam model tersebut (Wardhani dan Yanti, 2021). Pemodelan SARQR didefinisikan sebagai berikut (Rizki dan Ammar, 2022):

$$Y = \rho_{\tau} W y + X \beta_{\tau} + \varepsilon$$

10. Akaike Information Criterion (AIC)

Akaike Information Criterion atau biasa disebut AIC merupakan metode evaluasi kualitas relatif dari model statistik berdasarkan data yang digunakan untuk memilih model terbaik dari beberapa model yang tersedia. Model yang terbaik yaitu model yang memiliki nilai AIC paling rendah. Untuk menghitung nilai AIC, dapat dilakukan dengan rumus (Gujarati dan Porter, 2012):

$$AIC = \exp\left(\frac{2p}{n}\right) \frac{\sum \sum \varepsilon_{ij}^2}{n}$$

METODE

Data yang digunakan dalam penelitian ini merupakan data sekunder yang diperoleh dari Badan Pusat Statistik (BPS) dan Buku Profil Kesehatan Indonesia 2021. Data yang digunakan adalah faktor-faktor yang mempengaruhi persentase kasus *stunting* di Indonesia tahun 2021. Unit penelitian yang digunakan adalah sebanyak 34 provinsi di Indonesia. Jumlah data yang digunakan adalah sebanyak 442 data.

Variabel yang digunakan dalam penelitian ini merupakan faktor-faktor yang mempengaruhi persentase kasus *stunting* menurut provinsi Indonesia tahun 2021 sebagai berikut:

Tabel 1 Variabel Penelitian

Variabel	Keterangan
Y	Persentase Kasus <i>Stunting</i> pada Balita
X ₁	Persentase Penduduk Miskin
X ₂	Persentase Imunisasi Dasar Lengkap
X ₃	Persentase Bayi Mendapat ASI Eksklusif
X ₄	Persentase Bayi Mendapat Inisiasi Menyusu Dini (IMD)
X ₅	Persentase Balita 6 – 59 Bulan Mendapat Vitamin A
X ₆	Persentase Bayi Berat Badan Lahir Rendah (BBLR)
X ₇	Persentase Pemberian Ibu Hamil Kekurangan Energi Kronik (KEK) Makanan Tambahan
X ₈	Persentase Tempat Pengelolaan Pangan (TPP) yang Memenuhi Syarat Standar

Variabel	Keterangan
X ₉	Persentase Keluarga dengan Akses Terhadap Fasilitas Sanitasi Layak
X ₁₀	Persentase Perempuan yang Pernah Kawin di bawah Umur 18 Tahun
X ₁₁	Persentase Air Minum Memenuhi Syarat
X ₁₂	Persentase Balita Memiliki Buku KIA

Langkah-langkah yang digunakan dalam penelitian ini adalah sebagai berikut:

1. Mengumpulkan data dan membuat analisis deskriptif terhadap variabel respon dan variabel prediktor.
2. Uji multikolinearitas, jika tidak terdapat multikolinearitas maka dapat dilanjutkan langkah selanjutnya.
3. Menentukan matriks pembobot spasial yaitu menggunakan *queen contiguity*.
4. Melakukan uji dependensi spasial yang terdiri dari uji *Moran's I* dan uji *Lagrange Multiplier* (LM).
5. Melakukan uji keragaman spasial menggunakan uji *Breusch-Pagan*.
6. Jika LM lag terpenuhi maka dilanjutkan pemodelan SAR.
7. Melakukan pemodelan SAR.
8. Estimasi parameter pada model SAR.
9. Melakukan uji efek spasial pada model SAR yang dihasilkan apakah efek spasial sudah teratasi dan mendeteksi pencilan spasial pada model SAR.
10. Jika terdapat pencilan pada model SAR maka dilakukan pemodelan SARQR dengan menggunakan estimasi parameter metode *Instrumental Variable Quantile Regression* (IVQR).
11. Uji validasi model masing-masing kuantil dan pemilihan model terbaik dengan melihat nilai AIC yang paling rendah.
12. Interpretasi model dan menarik kesimpulan dari hasil analisis yang telah dilakukan.

HASIL DAN PEMBAHASAN

1. Analisis Deskriptif

Analisis statistika deskriptif dilakukan dengan tujuan untuk mengetahui penyebaran data secara visual. Statistik deskriptif pada data disajikan pada Tabel 1:

Dari ilustrasi pada Gambar 1, dapat dilihat bahwa tingkat kejadian persentase kasus *stunting* tertinggi mencapai 22.6%. Provinsi Nusa Tenggara Timur ialah wilayah dengan kasus *stunting* balita tertinggi. Selain Provinsi Nusa Tenggara Timur ada juga provinsi lain yang memiliki prevalensi *stunting* di atas 20% yaitu Provinsi Nusa Tenggara Barat sebesar 21.7% dan Provinsi Kalimantan Barat sebesar 21%. Sesuai standar *World Health Organization* (WHO), prevalensi *stunting* yang diinginkan seharusnya berada di bawah 20%. Kemudian provinsi-provinsi yang termasuk dalam kategori rendah yaitu ditandai dengan warna biru, dengan angka persentase 3% hingga 8.5%. Sedangkan provinsi yang termasuk kategori sedang, ditandai dengan warna ungu, memiliki persentase *stunting* antara 8.51% hingga 15.10%. Dari pola persebaran kasus *stunting* di atas, persentase dengan angka yang tinggi ditandai dengan warna merah cenderung mengelompok, hal ini diduga terdapat pengaruh efek spasial antar wilayah. Fenomena serupa terlihat pada kasus *stunting* yang paling rendah, yang ditunjukkan dengan warna biru cenderung mengelompok di suatu lingkup wilayah tertentu.

2. Analisis Regresi Spasial

Dari hasil uji yang dilakukan dapat diperoleh kesimpulan pada Tabel 3:

Tabel 3 Uji Analisis Spasial

Uji	<i>p – value</i>	Keterangan
Uji Moran's I	0.01171	Signifikan
Uji LM_{lag}	0.02106	Signifikan
Uji LM_{error}	0.4643	Tidak Signifikan
Uji Heterogenitas Spasial	0.8163	Tidak Signifikan

Pengujian efek spasial berupa uji ketergantungan spasial dan uji keragaman spasial dilakukan kembali pada model SAR. Hal ini dilakukan untuk memeriksa apakah model SAR mampu mengatasi efek spasial dengan baik atau tidak. Pada uji heterogenitas spasial menggunakan uji *Breusch-Pagan*, diperoleh *p – value* sebesar 0.8163 yang mana nilai ini lebih besar dari taraf nyata sebesar 0.05 artinya antar daerah memiliki ragam yang sama. Pada uji *Lagrange Multiplier*, diperoleh *p – value* sebesar 0.02106 yang mana nilai ini lebih kecil dari taraf nyata sebesar 0.05. Hal ini menunjukkan bahwa model SAR mengandung efek ketergantungan spasial pada variabel tak bebas, sehingga diperlukan pendekatan pemodelan yang lebih efektif untuk mengatasi masalah ketergantungan spasial ini.

3. Pemodelan *Spatial Autoregressive* (SAR)

Model SAR menunjukkan karakteristik di mana $\rho \neq 0$ dan $\lambda = 0$. Dalam konteks model ini, terdapat ketergantungan lag spasial. Pendugaan untuk parameter model SAR terdapat pada Tabel 4.

Tabel 4 Pendugaan Parameter Model SAR

Variabel	Koefisien	Standard Error	P – value
<i>Intercept</i>	-2.59606	9.26881	0.77941
X_1	0.10744	0.14007	0.44307
X_2	-0.08912	0.02907	0.00217*
X_3	0.12989	0.05569	0.01969*
X_4	0.10598	0.08276	0.20032
X_5	0.05231	0.06254	0.40289
X_6	1.39807	0.41316	0.00071*
X_7	-0.00763	0.06086	0.90022
X_8	-0.04963	0.05023	0.32316
X_9	-0.06679	0.03633	0.06603
X_{10}	0.31259	0.15080	0.03818*
X_{11}	-0.00359	0.02711	0.89459
X_{12}	-0.07152	0.03610	0.04760*
Wy	0.35293	0.1163	0.00936*

*) Signifikan pada taraf signifikansi 5%

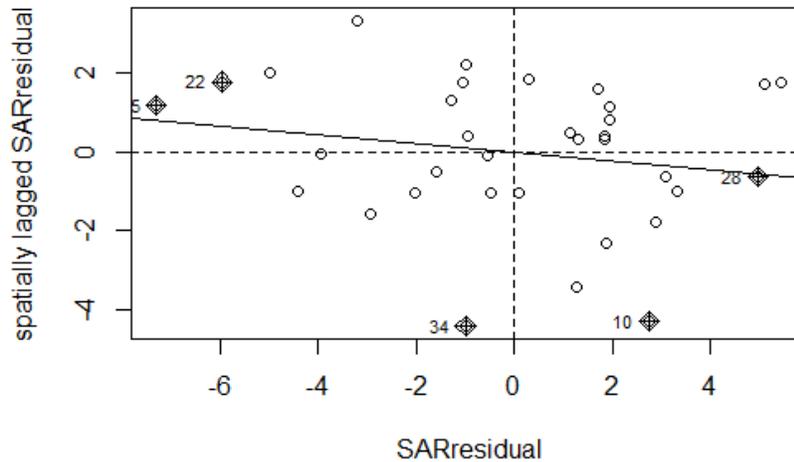
Dari data yang tertera dalam Tabel 4 di atas, terlihat bahwa variabel yang berpengaruh signifikan adalah variabel yang nilai *p – value* kurang dari taraf signifikansi sebesar 0.05. Hasil yang diperoleh adalah bahwa terdapat enam variabel yang memiliki signifikansi dalam model yaitu X_2 , X_3 , X_6 , X_{10} , X_{12} dan variabel Wy . Pada parameter spasial variabel respon signifikan hal ini dapat dikatakan bahwa terdapat pengaruh variabel prediktor di satu wilayah terhadap wilayah lain yang saling bertetangga. Hasil analisis menghasilkan persamaan model SAR yang dapat dilihat pada persamaan berikut:

$$\hat{y} = 0.35293Wy - 2.59606 - 0.08912X_2 + 0.12989X_3 + 1.39807X_6 + 0.31259X_{10} - 0.07152X_{12}$$

4. Pencilan Spasial

Selanjutnya akan dideteksi pencilan spasial pada model SAR dengan menggunakan *Moran's scatterplot* yang dilihat pada Gambar 2. Berdasarkan Gambar 2 diperoleh bahwa terdapat lima pencilan spasial pada model SAR yaitu data ke 5, 10, 22, 28, dan 34. Oleh

karena itu, model SARQR diperlukan dalam menangani efek spasial serta data yang mengandung penciran spasial agar diperoleh pemodelan yang lebih efektif.



Gambar 2 Grafik *Moran's Scatterplot SAR*

5. Pemodelan *Spatial Autoregressive Quantile Regression (SARQR)*

Pemodelan SARQR diperoleh dengan menggunakan metode IVQR sebagai pendugaan parameter model. Metode IVQR akan melakukan minimalisasi terhadap koefisien variable instrument untuk setiap kelompok kuantil sehingga diperoleh parameter variabel bebas dan koefisien spasial autoregresif yang optimal. Pemodelan SARQR memperoleh model yang bisa saja berbeda pada setiap kuantil. Hasil pendugaan parameter untuk setiap kuantil disajikan pada Tabel 5 berikut:

Tabel 5 Pemodelan SARQR Untuk Masing-Masing Kuantil

Parameter	Kuantil				
	0,1	0,25	0,5	0,75	0,9
ρ	-0.27860	-0.14263	-0.32921	-0.28627	-0.35713
$p - value$	1.00000	1.00000	1.00000	1.00000	1.00000
β_0	3.49653	-2.00863	12.45687	25.24297	13.76076
$p - value$	0.99928	0.94084	0.87121	0.78138	0.70597
β_1	0.30175	0.28167	-0.05952	-0.09408	-0.01054
$p - value$	0.99230	0.46700	0.92470	0.91400	0.98492
β_2	-0.05844	-0.06607	-0.09579	-0.09705	-0.08611



Parameter	Kuantil				
	0,1	0,25	0,5	0,75	0,9
$p - value$	0.83626	0.37477	0.39623	0.02185*	0.05178*
β_3	0.03491	0.07398	0.08337	0.08700	0.11953
$p - value$	0.99792	0.79987	0.50075	0.31394	0.25440
β_4	0.01019	0.06075	0.04990	0.06358	0.15230
$p - value$	0.99984	0.86332	0.93748	0.92631	0.37130
β_5	0.12305	0.06390	0.03821	0.06644	0.03423
$p - value$	0.99165	0.88837	0.87878	0.80618	0.81440
β_6	1.14135	1.27722	2.18318	2.29310	1.69646
$p - value$	0.98436	0.32422	0.13968	0.01895*	0.10153
β_7	-0.07568	0.03088	-0.01471	-0.17185	-0.08553
$p - value$	0.99329	0.93806	0.97646	0.30855	0.56961
β_8	0.01111	-0.01276	-0.03409	-0.12019	-0.11787
$p - value$	0.99892	0.95383	0.88006	0.31687	0.01444*
β_9	-0.06119	-0.04437	-0.04538	-0.02107	0.00378
$p - value$	0.98898	0.44438	0.59825	0.89314	0.96171
β_{10}	0.01301	-0.09147	0.53594	0.39014	0.54724
$p - value$	0.99991	0.90129	0.26143	0.06030	0.19327
β_{11}	-0.03720	-0.02990	-0.02350	-0.00791	-0.01936
$p - value$	0.99905	0.92058	0.82045	0.84637	0.60896
β_{12}	0.00734	-0.05243	-0.15445	-0.12578	-0.17885
$p - value$	0.98371	0.78585	0.60447	0.59029	0.04175*

Berdasarkan variabel yang signifikan berikut hasil model yang diperoleh dari tabel di atas:

$$\hat{y}_{0.75} = -0.286W_y + 25.243 - 0.097X_2 + 2.293X_6$$



$$\hat{y}_{0,9} = -0.286Wy + 25.243 - 0.086X_2 - 0.118X_8 - 0.178X_{12}$$

Berdasarkan model yang diperoleh, variabel yang signifikan yaitu yang mempunyai $p - value < \alpha(0.05)$ meliputi variabel persentase imunisasi dasar lengkap (X_2), persentase bayi berat badan lahir rendah (X_6), persentase tempat pengelolaan pangan yang memenuhi syarat (X_8), persentase keluarga dengan akses sanitasi layak (X_9), dan persentase balita memiliki buku KIA (X_{12}) signifikan di beberapa kelompok kuantil, artinya variabel-variabel tersebut terbukti signifikan dalam mempengaruhi kasus *stunting* menurut provinsi di Indonesia pada taraf signifikansi 5%.

6. Uji Model Terbaik dengan Akaike Information Criterion (AIC)

Nilai *Akaike Information Criterion* (AIC) digunakan sebagai ukuran kebaikan suatu model. Semakin kecil nilai AIC maka akan semakin baik suatu model. Berikut disajikan pada Tabel 4.10 nilai AIC untuk model SAR dan model SARQR pada masing-masing kuantil:

Tabel 6 Nilai AIC SAR dan SARQR

Nilai	SAR	SARQR				
		0.1	0.25	0.5	0.75	0.9
AIC	205.02	157.47	96.23	65.21	51.76	53.11

Berdasarkan hasil analisis pada Tabel 6 diperoleh bahwa model SARQR untuk setiap kuantil memiliki nilai AIC lebih kecil daripada model SAR, sehingga dapat dikatakan bahwa model SARQR cenderung menghasilkan model dugaan yang mampu memprediksi kasus *stunting* yang baik daripada model SAR. Pada model SARQR, nilai AIC yang terkecil terdapat pada kuantil 0.75.

KESIMPULAN

Berdasarkan dari hasil analisis dan pembahasan yang dilakukan pada penelitian ini, dapat disimpulkan bahwa model SARQR menghasilkan variasi model yang berbeda pada setiap kelompok kuantil. Hasil analisis menunjukkan bahwa model kuantil 0.75 memiliki nilai AIC terendah, sehingga dianggap sebagai model terbaik. Oleh karena itu, dalam konteks *stunting* di Indonesia, model persamaan SARQR dengan kuantil 0.75 dapat dirumuskan sebagai berikut:

$$\hat{y}_{0,75} = -0.286Wy + 25.243 - 0.097X_2 + 2.293X_6$$

Berdasarkan model tersebut faktor yang mempengaruhi kasus *stunting* pada SARQR kuantil 0.75 adalah persentase imunisasi dasar lengkap (X_2) dan persentase bayi berat badan lahir rendah (X_6).



DAFTAR PUSTAKA

- Abrari, T. (2022). Pemodelan Regresi Kuantil Spasial Autoregresif Pada Tingkat Pengangguran Terbuka di Provinsi Jawa Barat. *Skripsi*, Sarjana Matematika Universitas Andalas Padang. Padang.
- Annisa, K. N., Nur, I. M., & Arum, P. R. (2020). Pemodelan Spatial Seemingly Unrelated Regression (S-SUR) Pada Produk Domestik Regional Bruto Sektor Unggulan di Indonesia. *Prosiding Seminar Nasional Unimus*, e-ISSN:2654-3168 (Hal:293-301).
- Atmarita. (2018). Situasi Balita Pendek (Stunting) di Indonesia. *Pusat Data dan Informasi*, 1-56.
- Ayuwida, C. A., Arum, P. R., & Haris, M. A. (2021). Model Seemingly Unrelated Regression Pada Data Kemiskinan Jawa Timur Menggunakan Matriks Pembobot Queen Contiguity dan Rook Contiguity. *Statistika*, Vol. 9 No.1 (Hal: 64-68).
- Fitri, Y., Arum, P. R., & Imron, A. (2023). Pengaruh Rata-Rata Lama Sekolah, Angka Harapan Hidup Dan Pengangguran Terhadap Kemiskinan Di Kabupaten Solok Selatan. *Journal of Data Insights*, Vol.1 No.1 (Hal: 27-33).
- Gujarati, D. N., & Porter, C. D. (2012). *Dasar-Dasar Ekonometrika Basic Econometrics*. Jakarta: Selemba Empat.
- Juniar, D. H., & Ulinuha, M. (2020). Pemodelan Spatial Autoregressive (SAR) untuk Presentase Penduduk Miskin di Jawa Barat Tahun 2018. *Prosiding Seminar Nasional Variansi*, ISBN: 978-602-53397-2-1 (Hal: 67-76).
- Kurniawati, N. (2019). Pemodelan Geographically Weighted Quantile Regression (GWQR) Pada Data Indeks Pembangunan Manusia (IPM) di Pulau Jawa Tahun 2017 dan Data Simulasi (Studi Kasus dan Simulasi). *Tesis*, Program Studi Magister Statistika Universitas Brawijaya. Malang.
- Nabila, N. H., Fitri, Y., & Arum, P. R. (2023). Analisis Faktor-Faktor Yang Mempengaruhi Indeks Pembangunan Manusia Berdasarkan Kabupaten/Kota Di Jawa Tengah. *J Statistika*, Vol. 16 No. 1(Hal: 424-433).
- Nada, S. (2022). Perbandingan Matriks Pembobot Spasial Menggunakan Metode Spatial Autoregressive Model (SAR) Pada Kasus Stunting Balita Usia 0-59 Bulan di Indonesia Tahun 2021. *Skripsi*, Program Studi Matematika UIN Syarif Hidayatullah Jakarta. Jakarta.
- Rizki, M. I., & Ammar, T. (2022). Pemodelan Spatial Autoregressive Quantile Regression Pada Faktor yang Mempengaruhi Tingkat Incident Rate Demam Berdarah Dengue di



Jawa Barat. *Prosiding Seminar Nasional Matematika, Statistika, dan Aplikasinya*, e-ISSN: 2657-323X (Hal: 312-321).

Wardhani, A. P., & Yanti, T. S. (2021). Pemodelan Spatial Autoregressive Quantile Regression (SARQR) Pada Data Gizi Buruk Balita di Kota Bandung. *Prosiding Statistika*, 606-612.

Yuniarti, M. (2018). Analisis Kejadian Puting Beliung di Indonesia Menggunakan Metode Spatial Autoregressive (SAR), Clustering Average Linkage, dan Pemetaan Berbasis Webgis. *Skripsi*, Program Studi Statistika Universitas Islam Indonesia. Yogyakarta.