

## FAKTOR-FAKTOR YANG MEMPENGARUHI PENYAKIT PNEUMONIA PADA BALITA DI INDONESIA MENGGUNAKAN REGRESI SPASIAL

Agustin Yelva<sup>1\*</sup>, Emeylia Safitri<sup>2</sup>

<sup>1,2,1</sup>Program Studi Statistika, Universitas Terbuka, Indonesia

\*Penulis korespondensi: [agustinyelv4@gmail.com](mailto:agustinyelv4@gmail.com)

### ABSTRAK

Penyakit pneumonia merupakan penyebab utama kematian anak dalam setiap wilayah dan menjadi penyebab kematian kedua setelah diare. Penyakit pneumonia merupakan penyakit yang dapat menular melalui virus, bakteri, dan jamur. Penularan penyakit pneumonia seperti virus diduga menyebar dari satu lokasi ke lokasi lainnya yang berdekatan sehingga kemungkinan untuk kedekatan lokasi mempengaruhi jumlah kasus penyakit pneumonia. Penelitian ini bertujuan untuk membentuk model regresi spasial, mengetahui faktor yang paling dominan mempengaruhi penyakit pneumonia, dan mengetahui efek spasial kasus penyakit pneumonia di Indonesia. Jenis penelitian ini adalah penelitian terapan. Jenis data yang digunakan adalah data sekunder. Pada penelitian ini yang menjadi variabel terikatnya (Y) yaitu data persentase kasus penyakit pneumonia pada balita di Indonesia dan variabel bebasnya (X) terdiri dari data persentase bayi berat badan lahir rendah, persentase kepadatan penduduk, persentase balita gizi buruk, persentase balita yang mendapat vitamin A, persentase balita yang mendapatkan imunisasi lengkap, dan persentase balita yang mendapatkan ASI eksklusif. Analisis yang digunakan yaitu analisis Regresi Spasial menggunakan pendekatan area yaitu model *Spatial Autoregressive Model* (SAR). Hasil penelitian ini menunjukkan faktor-faktor dominan yang mempengaruhi kasus penyakit pneumonia pada balita di Indonesia adalah bayi berat badan lahir rendah ( $X_1$ ), balita yang mendapat gizi buruk ( $X_3$ ), dan balita yang mendapatkan ASI eksklusif ( $X_6$ ).

**Kata kunci:** Penyakit Pneumonia, Regresi Spasial, SAR.

### 1 PENDAHULUAN

Bayi merupakan sebutan untuk anak yang berusia 0-1 tahun dan makhluk hidup yang baru saja dilahirkan dari rahim ibu (Marmi, 2018) sedangkan balita merupakan istilah untuk anak yang berusia 1-5 tahun. Balita merupakan usia yang paling penting dalam pertumbuhan dan perkembangan fisik manusia. Pada usia balita sangat mudah untuk terserang berbagai penyakit karena sistem kekebalan tubuh yang belum terbangun sempurna. Salah satu penyakit yang sering dialami balita adalah penyakit pneumonia. Penyakit pneumonia adalah infeksi akut yang mengenai jaringan paru (alveoli) yang disebabkan oleh bakteri, virus, maupun jamur (Anwar, 2014). Penyakit pneumonia juga dapat terjadi akibat kecelakaan kerja karena menghirup cairan atau bahan kimia. Populasi yang rentan terserang penyakit pneumonia adalah anak-anak usia kurang dari 2 tahun, usia lanjut lebih dari 65 tahun, atau orang yang memiliki masalah kesehatan (malnutrisi, gangguan imunologi). Menurut *World Health Organization* (WHO, 2006) pneumonia merupakan penyebab utama kematian anak dalam setiap wilayah dan menjadi penyebab kematian kedua setelah diare (Fitria, 2015). WHO menyatakan bahwa kasus penyakit pneumonia pada balita dengan Angka Kematian Bayi (AKB) di atas 40 per kelahiran hidup adalah 15-20% per tahun (Pramudiyani, 2011). Gejala penyakit pneumonia berupa nafas cepat dan nafas sesak, karena paru meradang secara mendadak. Menurut hasil Survei Kesehatan Nasional (Surkesnas) 2001 sebanyak 27,6%

kematian bayi dan 22,8% kematian balita di Indonesia disebabkan oleh penyakit respiratori, terutama penyakit pneumonia (Said, 2008).

Tren cakupan penemuan pneumonia di Indonesia pada balita selama sepuluh tahun terakhir cukup fluktuatif. Dimana cakupan tertinggi pada tahun 2016 yaitu sebesar 65,3%. Sejak tahun 2015 terdapat perubahan angka perkiraan kasus dari 10% menjadi 3,55%, hal tersebut yang menyebabkan pada tahun 2015 cakupannya tinggi. Penurunan yang cukup signifikan terlihat pada tahun 2020-2021 jika dibandingkan dengan cakupan 5 tahun terakhir, penurunan ini disebabkan dampak dari pandemic COVID-19, dimana adanya stigma atau pemikiran pada penderita COVID-19 yang berpengaruh pada penurunan jumlah kunjungan balita batuk atau kesulitan bernafas di Puskesmas. Pada tahun 2024, cakupan penemuan pneumonia pada balita meningkat kembali yaitu sebesar 52,7%. Provinsi dengan cakupan penemuan pneumonia pada balita tertinggi adalah di Yogyakarta (149,2%), Papua Selatan (111,8%), dan DKI Jakarta (108,6%). Cakupan yang lebih dari 100% disebabkan adanya peningkatan penemuan dari estimasi kasus pneumonia.



Sumber: Ditjen Penanggulangan Penyakit, Kemenkes RI, 2025

**Gambar 1.** Cakupan penemuan pneumonia pada balita di Indonesia tahun 2015-2024

Upaya yang dapat dilakukan untuk mengatasi penyebab penyakit pneumonia dengan cara mengetahui faktor yang menyebabkan terjadinya penyakit pneumonia. Beberapa faktor yang menyebabkan terjadinya penyakit pneumonia pada anak balita menurut Departemen Kesehatan RI (2008) antara lain: karakteristik ibu (pendidikan ibu, pengetahuan ibu tentang pneumonia, pekerjaan ibu), faktor pada anak balita (status gizi anak balita, bayi Berat Badan Lahir Rendah (BBLR) dan jenis kelamin anak balita), faktor lingkungan (kepadatan hunian, pencemaran udara dalam rumah, jarak ke fasilitas kesehatan). Faktor-faktor yang berpengaruh terhadap kasus penyakit pneumonia pada setiap wilayah berbeda-beda, hal ini dikarenakan kondisi setiap wilayah memiliki perbedaan karakteristik satu sama lain. Sesuai dengan tuntutan reformasi pembangunan, lingkungan kesehatan mengajak masyarakat umum untuk dapat berperilaku hidup bersih dan sehat (PHBS). Kondisi lingkungan yang buruk dan tidak melakukan PHBS, menyebabkan berkembangnya kasus penyakit pneumonia karena tersedianya media penyebab penularan penyakit. Penyebab penyakit pneumonia seperti virus diduga menyebar secara cepat dari satu lokasi ke lokasi lainnya yang berdekatan, sehingga kemungkinan untuk kedekatan lokasi mempengaruhi jumlah kasus penyakit pneumonia. Penularan penyakit pneumonia yang disebabkan oleh virus ditularkan melalui udara dan penularannya terjadi ketika seorang balita dalam kondisi bersin atau batuk lalu terhirup oleh orang lain.

Regresi spasial merupakan salah satu metode dalam statistik yang digunakan untuk memodelkan suatu permasalahan yang dipengaruhi oleh beberapa faktor dengan

memperhatikan efek lokasi atau tempat. Sesuai hukum pertama geografis yang menjadi dasar pengembangan analisis spasial yang dikemukakan oleh Tobler yang menyatakan “*everything is related to everything else, but near things are more related than distant things*” (Anselin, 2009). Dari berbagai permasalahan yang telah disajikan sebelumnya, penulis tertarik untuk mengetahui faktor-faktor yang mempengaruhi penyakit pneumonia pada balita menganalisis dengan regresi spasial di Indonesia. Melalui penelitian ini, penulis berharap dapat memberikan pengetahuan yang lebih kompleks terkait pola sebaran dan faktor penentu penyebab penyakit pneumonia. Hasil penelitian ini juga diharapkan bisa membantu Dinas Kesehatan di Indonesia dalam menentukan strategi terbaik.

## 2 METODE

### 2.1 Sumber Data

Data yang digunakan dalam penelitian ini merupakan data sekunder yang diperoleh dari publikasi Profil Dinas Kesehatan Indonesia Tahun 2024 dengan variable sebagai berikut:

**Tabel 1.** Variabel Penelitian

| Variabel | Keterangan Variabel                              |
|----------|--------------------------------------------------|
| $Y$      | Persentase penyakit pneumonia pada balita        |
| $X_1$    | Persentase bayi BBLR                             |
| $X_2$    | Persentase kepadatan penduduk                    |
| $X_3$    | Persentase balita gizi buruk                     |
| $X_4$    | Persentase balita yang mendapatkan vit. A        |
| $X_5$    | Persentase balita yang mendapatkan imunisasi     |
| $X_6$    | Persentase balita yang mendapatkan ASI Eksklusif |

Sumber : Dinkes Indonesia, 2024

Data yang digunakan pada setiap variabel merupakan data di tingkat nasional dimana terdapat 34 provinsi di Indonesia. Data tersebut akan dianalisis menggunakan metode analisis regresi spasial. Penelitian ini mencakup unit analisis sebanyak 34 provinsi yang ada di seluruh wilayah Indonesia dengan tahun 2024 sebagai tahun referensi. Data yang digunakan adalah data sekunder yang diperoleh dari Dinas Kesehatan Indonesia yaitu Profil Dinas Kesehatan Indonesia Tahun 2024. Terdapat enam variabel pada penelitian ini, diantaranya variabel dependen yaitu persentase kasus penyakit pneumonia pada balita serta variabel independen yaitu persentase berat badan bayi lahir rendah, persentase kepadatan penduduk, persentase balita gizi buruk, persentase balita yang mendapatkan vitamin A, persentase imunisasi dasar lengkap pada bayi, persentase bayi yang mendapatkan ASI Eksklusif selama 6 bulan. Selain itu, digunakan juga peta digital berbentuk shape file seluruh provinsi yang ada di Indonesia untuk meninjau peta persebaran dan pengaruh spasial dalam data.

### 2.2 Analisis Regresi Spasial

#### 2.2.1 Matriks Pembobot Spasial

Matrik pembobot spasial merupakan matriks yang menggambarkan hubungan kedekatan antar wilayah pengamatan yang berukuran  $n \times n$  yang memiliki simbol  $W$ . Bentuk umum dari matriks pembobot spasial ( $W$ ) sebagai berikut:

$$W = \begin{bmatrix} w_{11} & w_{12} & \dots & w_{1n} \\ w_{21} & w_{22} & \dots & w_{2n} \\ \dots & \dots & \ddots & \vdots \\ w_{31} & w_{32} & \dots & w_{nn} \end{bmatrix}$$

Elemen-elemen dari  $W$  adalah  $w_{ij}$  dengan  $i$  adalah baris pada elemen  $W$  dan  $j$  adalah kolom pada elemen  $W$  dan merupakan wilayah di sekitar lokasi pengamatan  $i$ .

### 2.2.2 Indeks Moran

Indeks moran's adalah nilai statistik uji yang digunakan untuk melakukan pengujian nilai autokorelasi spasial. Autokorelasi spasial adalah korelasi dengan dirinya sendiri antar pengamatan (lokasi). Nilai indeks moran berada pada kisaran -1 (autokorelasi negatif sempurna) sampai dengan 1 (autokorelasi positif sempurna).

Rumus indeks moran adalah:

$$I = \frac{n \sum_{i=1}^n \sum_{j=1}^n w_{ij} (y_i - \bar{y})(y_j - \bar{y})}{\sum_{i=1}^n \sum_{j=1}^n w_{ij} \sum_{i=1}^n (y_i - \bar{y})^2}$$

dimana :

$n$ : banyaknya pengamatan

$y_i$ : nilai amatan pada lokasi ke- $i$

$y_j$ : nilai amatan pada lokasi ke- $j$

$\bar{y}$ : rata-rata dari nilai amatan ke- $i$  dari  $n$  lokasi

$w_{ij}$ : elemen matriks pembobot spasial baris ke- $i$  kolom ke- $j$

### 2.2.3 Regresi Spasial

Spasial berasal dari kata *space/spatium* yang artinya ruang. Ruang disini berkaitan dengan ukuran, posisi, bentuk dan lain-lain. Data spasial adalah data yang berkaitan dengan lokasi, berdasarkan geografi yang terdiri dari lintang bujur dan wilayah. Regresi spasial adalah analisis yang mengevaluasi hubungan antara suatu variabel dengan beberapa variabel lain dengan memberikan efek spasial pada beberapa lokasi yang menjadi pengamatan.

Pemodelan spasial sangat erat dengan proses *autoregressive*, ditunjukkan dengan adanya hubungan ketergantungan antar sekumpulan pengamatan atau lokasi. Hubungan tersebut juga dapat dinyatakan dengan nilai suatu lokasi bergantung pada nilai lokasi lain yang berdekatan atau bertetangga (*neighboring*). Model spasial umum atau *General Spatial Model* (GSM) merupakan model regresi linier yang peubah galatnya dan peubah responnya terdapat korelasi spasial. Model regresi spasial secara umum menurut Anselin (1999) adalah sebagai berikut ini:

$$\begin{aligned} y &= \rho W y + X \beta + u \\ u &= \lambda W u + \varepsilon \\ \varepsilon &\sim N(0, \sigma^2 I) \end{aligned}$$

Keterangan:

$y$  : vektor variabel respon berukuran  $n \times 1$

$\rho$  : parameter koefisien spasial lag variabel dependen

$W$  : matriks pembobot berukuran  $n \times n$

$X$  : matriks variabel prediktor berukuran  $n \times (k + 1)$

$\beta$  : vektor parameter koefisien regresi berukuran  $(k + 1) \times 1$

$u$  : vektor galat berukuran  $n \times 1$

$\lambda$  : parameter koefisien spasial pada galat

$\varepsilon$  : vektor galat persamaan (3) berukuran  $n \times 1$

$I$  : matriks identitas berukuran  $n \times n$

$n$  : banyaknya amatan atau lokasi ( $i = 1, 2, 3, \dots, n$ )

$k$  : banyaknya variabel prediktor ( $k = 1, 2, \dots, l$ )

#### 2.2.4 Efek spasial

Pengujian efek spasial digunakan untuk mengetahui adanya efek heteroskedastisitas dan efek dependensi spasial. Efek heterogenitas spasial adalah efek yang menunjukkan adanya keragaman antar lokasi. Jadi, setiap lokasi mempunyai struktur dan parameter hubungan yang berbeda. Efek heterogenitas spasial adalah efek yang menunjukkan adanya keragaman antar lokasi. Jadi, setiap lokasi mempunyai struktur dan parameter hubungan yang berbeda. Efek ini dapat diuji dengan menggunakan uji *Breusch-Pagan*. Efek dependensi terjadi akibat adanya dependensi dalam data wilayah dari hukum Tobler. Pengujian dependensi spasial dapat dilakukan dengan uji lagrange multiplier.

#### 2.2.5 Pemilihan Model Terbaik Analisis Regresi Spasial

Pemilihan model terbaik merupakan upaya yang dilakukan untuk mendapatkan model regresi yang andal dengan melibatkan seminimal mungkin peubah bebas. Salah satu cara yang dapat dilakukan adalah dengan melihat nilai *Akaike Information Criterion* (AIC). Untuk menghitung nilai AIC digunakan rumus sebagai berikut:

$$AIC = 2n \log_{\varepsilon}(\hat{\sigma}) + n \log_{\varepsilon}(2\pi) + n + tr(L)$$

dimana:

$\hat{\sigma}$  : nilai estimator varian dari error hasil estimasi *maksimum likelihood*

$L$  : Matrik proyeksi dimana  $\hat{y} = Ly$

Kriteria yang digunakan pada metode AIC adalah Model regresi terbaik adalah model regresi yang mempunyai nilai AIC terkecil.

### 2.3 Penyakit Pneumonia

Pneumonia hingga saat ini masih tercatat sebagai masalah kesehatan utama pada anak di negara berkembang. Pneumonia merupakan penyebab utama morbiditas dan mortalitas anak berusia 1-5 tahun (balita). Pneumonia adalah inflamasi yang mengenai parenkim paru. Sebagian besar disebabkan oleh mikroorganisme (virus/bakteri) dan sebagian kecil disebabkan oleh hal lain (aspirasi, radiasi dan lain-lain). Menurut Machmud (2006) pneumonia balita merupakan salah satu penyakit infeksi saluran pernapasan akut, yaitu terjadi peradangan atau iritasi pada salah satu atau kedua paru, yang disebabkan oleh infeksi. Sehingga setiap anak dapat terkena pneumonia. Penyakit ini umumnya terjadi pada anak-anak dengan ciri-ciri adanya demam, batuk disertai nafas cepat atau nafas sesak. Pneumonia sering diawali oleh infeksi virus yang kemudian mengalami komplikasi infeksi bakteri.

**Tabel 2.** Klasifikasi Klinis Pneumonia pada Balita Menurut Kelompok Umur

| Kelompok Umur       | Kriteria Pneumonia | Gejala Klinis                                                                           |
|---------------------|--------------------|-----------------------------------------------------------------------------------------|
| < 2 bulan           | Bukan pneumonia    | Tidak ada nafas cepat dan tidak ada tarikan dinding dada bagian bawah kedalam yang kuat |
|                     | Pneumonia berat    | Adanya nafas cepat dan tarikan dinding dada bagian bawah kedalam yang kuat              |
| 2 bulan - < 5 tahun | Bukan pneumonia    | Tidak ada nafas cepat dan tidak ada tarikan dinding dada bagian bawah                   |
|                     | Pneumonia          | Adanya nafas cepat dan tidak ada tarikan dinding dada bagian bawah kedalam              |
|                     | Pneumonia berat    | Adanya tarikan dinding dada bagian bawah kedalam                                        |

Sumber: Ditjen P2PL, Depkes RI, 2007. Bimbingan Keterampilan Tatalaksana Pneumonia Balita

## 2.4 Metode Analisis

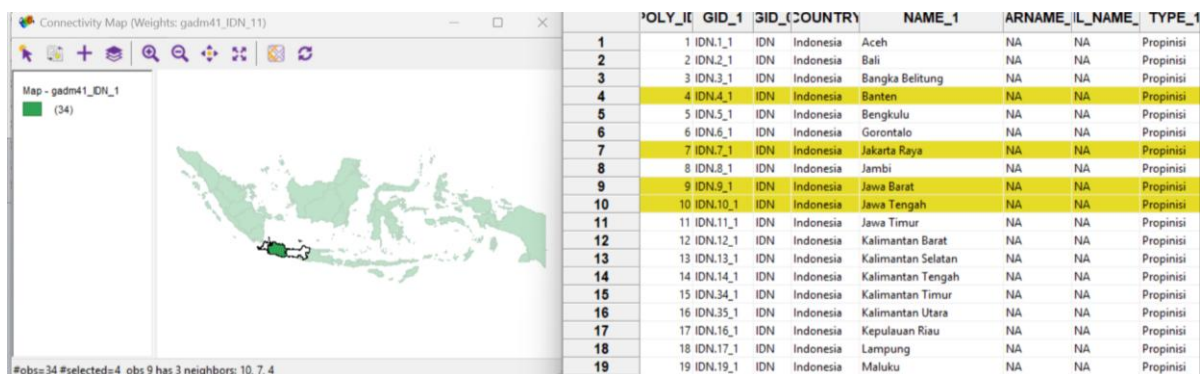
Analisis data pada penelitian ini dilakukan dengan analisis deskriptif dan analisis inferensia. Analisis deskriptif berupa visualisasi peta tematik untuk menggambarkan pola persebaran kasus penyakit pneumonia pada balita pada setiap provinsi di Indonesia. Sementara itu analisis inferensia berupa regresi spasial untuk mengidentifikasi pengaruh dari variabel independen seperti persentase berat badan bayi lahir rendah, persentase kepadatan penduduk, persentase balita gizi buruk, persentase balita yang mendapatkan vitamin A, persentase imunisasi dasar lengkap pada bayi, persentase bayi yang mendapatkan ASI Eksklusif selama 6 bulan terhadap penyakit pneumonia pada balita di Indonesia dengan mempertimbangkan efek spasial. Taraf signifikansi yang digunakan sebesar 5% dalam semua pengujian hipotesis pada penelitian ini. Analisis regresi spasial dalam penelitian ini dilakukan melalui aplikasi Geoda. Aplikasi ini mempermudah pengguna untuk melakukan estimasi regresi spasial, menetapkan spesifikasi model, menafsirkan hasil estimasi, dan diagnostic regresi untuk mengidentifikasi korelasi spasial dalam data. Langkah-langkah yang dilakukan pada saat melakukan analisis regresi spasial adalah sebagai berikut :

1. Mendeskripsikan variabel, baik variabel dependen maupun variabel independen.
2. Membuat matriks tetangga
3. Pengujian nilai autokorelasi spasial menggunakan nilai *Indeks Moran's*
4. Pemilihan model regresi sesuai dengan uji *Lagrange Multiplier Lag* dan uji *Lagrange Multiplier*
5. Melakukan pemodelan regresi spasial dengan tahapan sebagai berikut :
  - 5.1 Menduga parameter  $\rho$  dan  $\lambda$
  - 5.2 Menduga parameter  $\beta$
6. Menentukan model terbaik menggunakan nilai *Akaike Information Criterion* (AIC)
7. Menguji efek heterogenitas spasial menggunakan uji *Breusch Pagan*
8. Interpretasi dan kesimpulan.

## 3 HASIL DAN PEMBAHASAN

### 3.1 Analisis Deskriptif

Penelitian dilakukan untuk melihat faktor-faktor yang mempengaruhi kasus penyakit pneumonia pada balita di Indonesia. Data tersebut diperoleh dari publikasi lembaga pemerintahan resmi yakni Dinas Kesehatan Indonesia. Dapat dilihat dari 34 provinsi di Indonesia salah satunya Provinsi Banten pada Gambar 2 yang memiliki matrik tetangga menunjukkan bahwa Provinsi Banten memiliki matrik tetangga yaitu daerah Provinsi Jakarta, Jawa Barat, dan Jawa Tengah. Artinya Provinsi Banten memiliki ketetanggaan dengan 3 provinsi yang dekat dengannya.



Gambar 2. Matrik tetangga dari Provinsi Banten

### 3.2 Membuat Matriks Tetangga

Langkah awal pada tahap pembentukan model regresi spasial yaitu membuat matriks berukuran 34 x 34. Matriks tersebut adalah matriks keterkaitan spasial (*Spatial Weight Matrices*). Metode yang digunakan dalam pembuatan matriks adalah *Rock Contiguity*.

**Tabel 3. Matrik Tetangga**

| No | Provinsi            | Matrik Tetangga                                                  |
|----|---------------------|------------------------------------------------------------------|
| 1  | Aceh                | Sumatera Utara                                                   |
| 2  | Bali                | -                                                                |
| 3  | Bangka Belitung     | -                                                                |
| 4  | Banten              | Jakarta Raya, Jawa Barat                                         |
| 5  | Bengkulu            | Jambi, Lampung, Sumatera Barat, Sumatera Selatan                 |
| 6  | Gorontalo           | Sulawesi Tengah, Bangka Belitung                                 |
| 7  | Jakarta Raya        | Banten, Jawa Barat                                               |
| 8  | Jambi               | Bengkulu, Kepulauan Riau, Riau, Sumatera Barat, Sumatera Selatan |
| 9  | Jawa Barat          | Jawa Tengah, Jakarta, Banten                                     |
| 10 | Jawa Tengah         | Jawa Barat, Jawa Timur, Yogyakarta                               |
| 11 | Jawa Timur          | Jawa Tengah                                                      |
| 12 | Kalimantan Barat    | Kalimantan Tengah, Kalimantan Timur                              |
| 13 | Kalimantan Selatan  | Kalimantan Tengah, Kalimantan Timur                              |
| 14 | Kalimantan Tengah   | Kalimantan Barat, Kalimantan Timur, Kalimantan Selatan           |
| 15 | Kalimantan Timur    | Kalimantan Barat, Kalimantan Selatan, Kalimantan Tengah,         |
| 16 | Kalimantan Utara    | Kalimantan Timur                                                 |
| 17 | Kepulauan Riau      | Jambi                                                            |
| 18 | Lampung             | Bengkulu, Sumatera Selatan                                       |
| 19 | Maluku              | Maluku Utara                                                     |
| 20 | Maluku Utara        | Maluku                                                           |
| 21 | Nusa Tenggara Barat | -                                                                |
| 22 | Nusa Tenggara Timur | -                                                                |
| 23 | Papua               | Papua Barat                                                      |
| 24 | Papua Barat         | Papua                                                            |
| 25 | Riau                | Jambi, Sumatera Barat, Sumatera Utara                            |
| 26 | Sulawesi Barat      | Sulawesi Selatan, Sulawesi Tengah                                |
| 27 | Sulawesi Selatan    | Sulawesi Barat, Sulawesi Tengah, Sulawesi Tenggara               |
| 28 | Sulawesi Tengah     | Gorontalo, Sulawesi Barat, Sulawesi Selatan, Sulawesi Tenggara   |
| 29 | Sulawesi Tenggara   | Sulawesi Tengah, Sulawesi Selatan                                |
| 30 | Sulawesi Utara      | Gorontalo                                                        |
| 31 | Sumatera Barat      | Bengkulu, Jambi, Riau, Sumatera Utara                            |
| 32 | Sumatera Selatan    | Jambi, Bengkulu, Lampung                                         |
| 33 | Sumatera Utara      | Aceh, Sumatera Barat, Riau                                       |
| 34 | Yogyakarta          | Jawa Tengah                                                      |

Sumber : Data Peta Matrik Tetangga

### 3.3 Mengukur Autokorelasi pada Data menggunakan Indeks Moran

Secara lengkap hasil indeks moran dikerjakan dengan *software Geoda* untuk tiap variabel yaitu:

$$E(I) = -\frac{1}{n-1}$$

$$E(I) = -\frac{1}{34-1}$$

$$E(I) = -\frac{1}{33}$$

$$E(I) = -0.0303$$

**Tabel 4.** *Moran's I*

| Variabel | <i>Moran's I</i> |
|----------|------------------|
| Y        | 0,85840          |
| X1       | 0,00853          |
| X2       | 0,05570          |
| X3       | 0,01145          |
| X4       | 0,00545          |
| X5       | 0,03798          |
| X6       | 0,00401          |

Berdasarkan Tabel 4 dan nilai  $E(I)$  terlihat bahwa adanya autokorelasi setiap variabel. Jika terjadi autokorelasi dapat dimodelkan semuanya karena tidak ada nilai  $I=E(I)$  maka masing-masing variabel terjadi autokorelasi.

### 3.4 Memilih Model Regresi yang sesuai Dengan Uji Lagrange Multiplier

Pemilihan model spasial dilakukan dengan uji *lagrange multiplier* sebagai identifikasi awal *lagrange multiplier* digunakan untuk mendeteksi dependensi spasial dengan lebih spesifik yaitu depedensi lag dan error. Hasil pengujian *lagrange multiplier* disajikan pada Tabel 5 dengan menggunakan bantuan *software Geoda* yaitu:

**Tabel 5.** Hasil Analisis Depedensi Spasial

| Uji Depedensi Spasial              | Nilai  | Probabilitas |
|------------------------------------|--------|--------------|
| <i>Lagrange Multiplier</i> (lag)   | 4.4949 | 0.03400      |
| <i>Lagrange Multiplier</i> (error) | 2.8992 | 0.08862      |
| Taraf signifikan $\alpha = 0,05$   |        |              |

Uji *lagrange multiplier* (lag) bertujuan untuk mengidentifikasi adanya keterkaitan antar variabel dependen. Berdasarkan Tabel 5 dapat diketahui bahwa nilai probabilitas dari *lagrange multiplier* (lag) sebesar 0.03400 lebih kecil dari  $\alpha$  (0,05) sehingga  $H_0$  ditolak artinya terdapat depedensi lag sehingga tepat untuk gunakan *spatial autoregressive*. Untuk uji *lagrange multiplier* (error) nilai probabilitas dari *lagrange multiplier* (error) sebesar 0.08862 lebih besar dari  $\alpha$  (0,05) sehingga terima  $H_0$  artinya tidak terdapat depedensi spasial dalam error. Berdasarkan uji *lagrange multiplier*, telah diketahui bahwa pada kasus penyakit pneumonia pada balita di Indonesia terdapat pengaruh spasial dalam lag. Hal ini mengidentifikasi bahwa pemodelan kurang akurat dengan menggunakan metode OLS karena pada OLS mengabaikan unsur spasial dalam data. Maka pemodelan akan diselesaikan dengan menggunakan regresi spasial.

### 3.5 Melakukan Pendugaan Parameter Regresi Spasial

Berdasarkan pengujian *lagrange multiplier*, model yang akan dibentuk hanya *Spatial Autoregressive*. Dari enam variabel independen yang ada dilakukan percobaan sehingga terdapat tiga variabel yang memiliki permodelan yang sesuai. Kemudian langkah selanjutnya melakukan estimasi dengan menggunakan model SAR. Estimasi parameter pada Model SAR disajikan pada Tabel 6 berikut ini.

**Tabel 6.** Estimasi Parameter Model SAR Variabel Signifikan

| Variabel                            | Koefisien | Std Error | Z_value  | Prob    |
|-------------------------------------|-----------|-----------|----------|---------|
| Konstanta                           | -49.6992  | 26.409    | -1.88191 | 0.05985 |
| $X_1$                               | 4.08426   | 2.54927   | 1.60213  | 0.10913 |
| $X_3$                               | 18.0606   | 15.0967   | 1.19633  | 0.23157 |
| $X_6$                               | -0.867535 | 0.329192  | 2.63535  | 0.00841 |
| $W_u(\lambda)$                      | 0.372477  | 0.122641  | 3.03713  | 0.00239 |
| $Z_{(0,025)} = 1,96, \alpha = 0,05$ |           |           |          |         |

Berdasarkan Tabel 6 satu variabel memiliki nilai probabilitas  $< \alpha$  (0,05) yaitu  $X_6$  artinya balita yang mendapatkan ASI eksklusif ( $X_6$ ) memiliki pengaruh yang signifikan terhadap kasus penyakit pneumonia pada balita di Indonesia.

Pemilihan model terbaik dilakukan dengan melihat nilai AIC dimana untuk model dengan enam variabel independen memiliki nilai AIC sebesar 321.514 sedangkan untuk model dengan variabel  $X_1, X_3, X_6$  memiliki nilai AIC sebesar 319.616 sehingga model nilai AIC terkecil yaitu 319.616 artinya model terbaik.

### 3.6 Uji Breush Pagan

Dari hasil uji *Breush Pagan* menggunakan Geoda diperoleh nilai *p-value* untuk model ini adalah sebesar  $0.2040 > 0,05$  artinya nilai *p-value* lebih besar dibandingkan nilai alfa, maka asumsi kehomogenan terpenuhi atau karakteristik persentase kasus penyakit pneumonia pada balita di Indonesia homogen. Berdasarkan pengujian diperoleh bahwa terdapat efek depedensi spasial antar lokasi sehingga untuk membuat model regresi spasial berdasarkan aspek sosial digunakan regresi spasial berbasis area.

### 3.7 Interpretasi Pemilihan Model Terbaik

Dari Tabel 6 dibentuklah sebuah model persamaan yaitu *Spatial Autoregressive Model* (SAR) dibawah ini:

$$y_i = -49.6992 + 4.08426X_1 + 18.0606X_3 - 0.867535X_6 + 0.372477 W_u$$

Secara umum model SAR dapat diinterpretasikan, bahwa setiap penambahan bayi BBLR akan meningkatkan persentase kasus penyakit pneumonia pada balita sebesar 4.08426, setiap penambahan balita gizi buruk akan meningkatkan persentase kasus penyakit pneumonia pada balita sebesar 18.0606, setiap pengurangan balita yang mendapatkan ASI eksklusif akan meningkatkan persentase kasus penyakit pneumonia pada balita sebesar 0.867535. Pada model SAR tersebut, nilai koefisien spasial ( $\lambda$ ) signifikan artinya terdapat depedensi pada lag antar wilayah. Nilai  $\lambda$  diperoleh sebesar 0.372477 yang berarti bahwa besarnya interaksi spasial antar provinsi dengan provinsi lainnya di Indonesia memiliki kemiripan karakteristik sebesar 0.372477.

Model SAR dapat dibentuk berdasarkan dari jumlah tetangga pada masing-masing provinsi dapat dilihat pada Tabel 7 berikut:

**Tabel 7. Contoh Model SAR Provinsi Banten**

| <b>Model SAR Provinsi Banten</b>                                                                                                                                       |
|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| $y_{prov.Banten} = -49.6992 + 4.08426X_1 + 18.0606X_3 - 0.867535X_6 + 0.372477(0.5y_7 + 0.5y_9)$ $= -49.6992 + 4.08426X_1 + 18.0606X_3 - 0.867535X_6 + 0.5(y_7 + y_9)$ |

Model *Spatial Autoregressive Model* (SAR) adalah model regresi yang digunakan pada kasus penyakit pneumonia pada balita di Indonesia yang bergantung pada adanya spasial. Model SAR yang terbentuk dapat dilihat pada persamaan berikut:

$$y_i = -49.6992 + 4.08426X_1 + 18.0606X_3 - 0.867535X_6 + 0.372477 Wu$$

Semakin banyak bayi BBLR dan balita yang mengalami gizi buruk maka terjadi peningkatan terhadap kasus penyakit pneumonia pada balita di Indonesia. Semakin sedikit balita yang mendapatkan ASI eksklusif maka terjadi peningkatan terhadap kasus penyakit pneumonia pada balita di Indonesia. Pada model dapat dilihat bahwa faktor yang paling dominan mempengaruhi kasus penyakit pneumonia pada balita di Indonesia adalah persentase balita yang mendapatkan ASI eksklusif. Efek spasial yang terdapat pada kasus penyakit pneumonia pada balita di Indonesia adalah efek heterogenitas dan efek dependensi spasial. Untuk efek dependensi spasial yang terpenuhi *lagrange multiplier lag* artinya model yang terpilih yaitu *spatial autoregressive model* karena nilai probabilitas dari *lagrange multiplier lag* sebesar 0.03400 kecil dari alfa (0.05). Selanjutnya efek heterogenitas di uji dengan nilai *breusch pagan* 0.2040 lebih dari alfa maka terdapat kehomogenan atau karakteristik persentase kasus penyakit pneumonia pada balita di Indonesia homogen.

#### 4 KESIMPULAN

Model regresi spasial yang menggambarkan faktor-faktor yang mempengaruhi kasus penyakit pneumonia pada balita di Indonesia adalah model *Spatial Autoregressive Model*. Variabel yang masuk dalam model yaitu persentase bayi BBLR, persentase balita gizi buruk, dan persentase balita yang mendapatkan ASI eksklusif. Variabel yang berpengaruh signifikan hanya persentase balita yang mendapatkan ASI eksklusif. Terdapat efek spasial pada kasus penyakit pneumonia pada balita di Indonesia.

#### UCAPAN TERIMA KASIH

Penyusunan penelitian ini tidak lepas dari dukungan dan bimbingan dari berbagai pihak. Oleh karena itu penulis ingin menyampaikan rasa terima kasih kepada Dinas Kesehatan Indonesia yang telah menyediakan data dan informasi yang relevan dan representative serta dosen pembimbing yang telah memberikan arahan, masukan, dan bimbingan selama proses penelitian.

#### DAFTAR PUSTAKA

- Anselin. 2009. *Spatial Regression*. Fotheringham AS, PA Rogerson, editor, Handbook of Spatial Analysis. London: Sage Publications.
- Anwar, A., & Dharmayanti, I. (2014). Pneumonia pada anak balita di Indonesia. *Kesmas: National Public Health Journal*, 8(8), 359-365.
- Aulia, I., Chamid, M. S., & Andari, S. (2017). Pemodelan Pneumonia pada Balita di Surabaya Menggunakan Spatial Autoregressive Models. *Jurnal Sains dan Seni ITS*, 6(1), 82-88.
- Aulina, M. S. (2017). *Pola Sebaran Kejadian Penyakit Pneumonia Pada Balita Di Kecamatan Bergas, Kabupaten Semarang* (Doctoral dissertation, Diponegoro University).

- Crighton, E. J., Elliott, S. J., Moineddin, R., Kanaroglou, P., & Upshur, R. (2007). A spatial analysis of the determinants of pneumonia and influenza hospitalizations in Ontario (1992–2001). *Social Science & Medicine*, 64(8), 1636-1650.
- Departemen Kesehatan RI .2007. Profil Kesehatan Indonesia. Jakarta.
- Departemen Kesehatan RI, Badan Penelitian dan Pengembangan Kesehatan Laporan Data Susenas 2001: Status Kesehatan, pelayanan kesehatan, perilaku hidup bersih dan sehat dan kesehatan lingkungan. Jakarta: 2002.
- Dinas Kesehatan Indonesia. 2024. Profil Dinas Kesehatan Indonesia tahun 2024. Dinas Kesehatan Indonesia.
- Fitria Nurmawati, E. R. Y. (2015). *Hubungan Asupan Vitamin A, Seng Dan Pendidikan Ibu Dengan Kejadian Pneumonia Pada Balita Di Puskesmas Tawang Sari Sukoharjo* (Doctoral dissertation, UMS).
- Haining, R. P., & Haining, R. (2003). *Spatial data analysis: theory and practice*. Cambridge University Press.
- Kartasapoetra, G., & Marsetyo, H. (2003). *Ilmu Gizi (Korelasi Gizi dan Kesehatan dan Produktifitas Kerja)*. Rineka Cipta. Jakarta. Cet. Ke empat.
- Kemenkes, 2010. *Pneumonia Pembunuh Balita No. 1 Di Dunia* :Jakarta.
- Kurniawati A. 2016. Pemetaan Angka Gizi Buruk pada Balita di Jawa timur dengan Geographically Weighted Regression. *Jurnal Sains dan Seni ITS*,5(2).
- Lee, J., & Wong, D. W. 2011. *Statistical Analysis with Arcview GIS*. Canada: John Wiley & Sons, Inc.
- Lesage, James P. 2009. *The Theory and Practice of Spatial Econometrics*. University of Toledo.
- Machmud, R. (2006). *Pneumonia balita di Indonesia dan peran kabupaten dalam menanggulangnya*. Andalas University Press.
- Marmi, Kukuh Rahardjo. 2018. *Asuhan Neonatus, Bayi, Balita, dan Anak Prasekolah*. Yogyakarta: Pustaka Pelajar.
- Maternity, D., Arum D., A., & Nita E. 2018. *Asuhan Kebidanan Neonatus, Bayi, Balita dan Anak Prasekolah*. Yogyakarta: Andi.
- Muliawan. 2008. *Hubungan Antara Prilaku Hidup Bersih dan Sehat Pada Tataan Rumah Tangga dengan Kejadian Diare pada Anak Umur 6-12 Tahun di Wilayah Kerja Puskesmas Kersara Kabupaten Brebes Tahun 2008*. Universitas Negri Semarang. available from: <http://lib.unnes.ac.id/5036/1/5634.pdf>, diakses tanggal 13 Mei 2019.
- Noviana, I., Wulandari, S. P., & Purhadi, P. (2013). Pemodelan Resiko Penyakit Pneumonia pada Balita di Jawa Timur Menggunakan Regresi Logistik Biner Stratifikasi. *Jurnal Sains dan Seni ITS*, 2(2), D225-D230.
- Ostapchuk, M., Roberts, D. M., & Haddy, R. (2004). Community-acquired pneumonia in infants and children. *American family physician*, 70, 899-908.
- Pramudiyani, N. A., & Prameswari, G. N. (2011). Hubungan antara sanitasi rumah dan perilaku dengan Kejadian pneumonia balita. *KEMAS: Jurnal Kesehatan Masyarakat*, 6(2).
- WHO/UNICEF. Pneumonia the forgotten killer of children. WHO: 2006.