

Pemodelan Spasial Pada Pertumbuhan Ekonomi Indonesia Dengan Pendekatan Ekonometrika Spasial Data Panel

Marsono

Badan Pusat Statistik Provinsi Sulawesi Barat

e-mail: marsono@bps.go.id

Abstrak

Pertumbuhan ekonomi adalah salah satu indikator untuk mengukur keberhasilan pembangunan ekonomi suatu negara. Pertumbuhan ekonomi selama pandemi Covid-19 menjadi masalah bagi Indonesia karena mengalami kontraksi pada tahun 2020 akibat pembatasan sosial dan ekonomi imbas pandemic covid-19. Masalah tersebut tidak terlepas dari indikator lain yang dianggap mempengaruhinya seperti inflasi, pengeluaran pemerintah, Pembentukan Modal Tetap Bruto(PMTB), dan ekspor. Penelitian ini bertujuan memodelkan pengaruh inflasi, pengeluaran pemerintah, PMTB, dan net ekspor terhadap pertumbuhan ekonomi dengan ekonometrika spasial data panel. Model spasial data panel yang dibangun dalam penelitian ini yaitu model spasial lag (SAR), model spasial error (SEM), model spasial lag independent variable (SLX) dan spasial durbin model (SDM), Spasial Durbin Error Model (SDEM), Model Spasial Autoregressive Combine (SAC) dan Generating Nesting Spasial (GNS). Estimasi parameter menggunakan metode Maximum Likelihood. Model spasial data panel dilakukan melalui spasial: fixed effects. Dari seluruh model spasial tersebut, dipilih model spasial terbaik yang menggambarkan fenomena data. Hasil penelitian menunjukkan bahwa model spasial terbaik adalah model spasial durbin model (SDM) karena memiliki R^2 paling tinggi, memiliki Mean Square Error (MSE) yang minimum dan memenuhi seluruh asumsi regresi linier. Berdasarkan model terbaik tersebut, variabel independen yang berpengaruh terhadap pertumbuhan ekonomi suatu daerah adalah pertumbuhan ekonomi wilayah lain, inflasi, PMTB, net ekspor, inflasi wilayah lain, pengeluaran pemerintah wilayah lain, dan net ekspor wilayah lain.

Kata kunci: *Pertumbuhan Ekonomi, Model Spasial, Maksimum Likelihood.*

1. PENDAHULUAN

Ekonometrika spasial pertama kalinya diperkenalkan oleh Jean Paelinck pada tahun 1970. Kemudian dikembangkan lebih lanjut oleh Anselin (1988) dalam kajiannya tentang model ekonometrika multiregional. Pada awalnya, penerapan ekonometrika spasial masih menggunakan data *cross section*. Namun, satu dekade terakhir ini, banyak peneliti yang mengembangkan ekonometrika spasial untuk data panel seperti Baltagi (2005), Lesage dan Pace (2009), Elhorst (2010a), Lee dan Yu (2010), dan sebagainya.

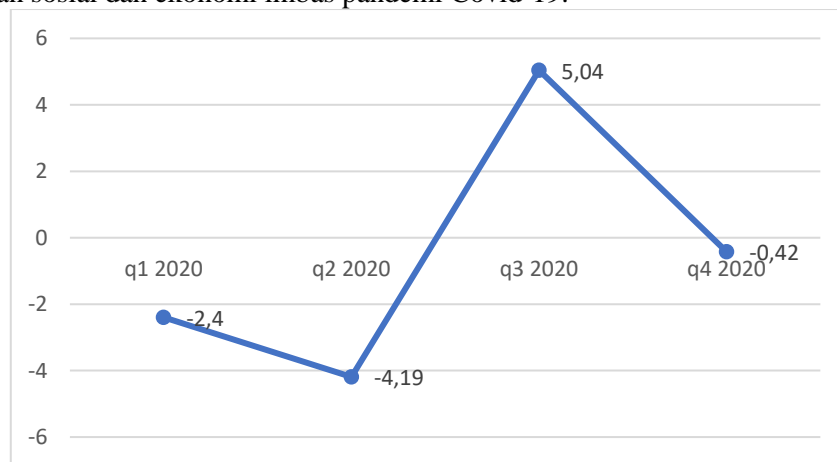
Para ahli itu telah mengembangkan beberapa model spasial, seperti model spasial lag (*Spatial Autoregressive/SAR*), model spasial error (SEM), model campuran antara spasial lag dengan spasial error (SAC), model spasial lag variabel independen (SLX), model Spasial Durbin Error Model (SDEM), spatial durbin model (SDM), dan model umum (Model *Generating Nesting Spasial/GNS*). Penerapan model-model spasial ini sudah banyak dikembangkan pada data *cross section* tetapi masih sedikit dengan menggunakan data panel terutama pada indikator perekonomian.

Untuk melakukan observasi terhadap perilaku ekonomi suatu rumah tangga, provinsi, atau negara tidak cukup hanya melakukan observasi terhadap unit-unit tersebut pada waktu yang bersamaan saja, tetapi juga mengobservasi perilaku unit tersebut pada berbagai periode waktu. Untuk itu diperlukan data yang merupakan

data gabungan antara data *cross section* dan *time series* (Muchlisoh, 2008). Gabungan data *cross section* dan *time series* disebut juga data panel. Ada beberapa keuntungan menggunakan data panel, yaitu data bersifat heterogen, lebih informatif, bervariasi, derajat bebas lebih besar, lebih efisien, dapat menghindari masalah multikolinieritas, lebih unggul dalam mempelajari perubahan dinamis, lebih dapat mendeteksi dan mengukur pengaruh-pengaruh yang tidak dapat diobservasi pada data *cross section* murni dan *time series* murni, dan meminimalisasi bias (Baltagi, 2005).

Penggunaan metode ekonometrika spasial adalah untuk menganalisis suatu indikator yang terjadi interaksi antar wilayah, sehingga dapat diketahui efek dari indikator yang diamati terhadap indikator wilayah lain (*spillover*). Menurut Elhorst (2012) suatu indikator atau variabel penjelas dapat memiliki dua efek, yang pertama memiliki efek langsung (*direct effect*) terhadap wilayah yang diamati dan memiliki efek tidak langsung (*spillover/indirect effect*) terhadap wilayah lain.

Dalam penelitian ini akan memodelkan pertumbuhan ekonomi Indonesia. Pertumbuhan ekonomi adalah salah satu indikator untuk mengukur keberhasilan pembangunan ekonomi suatu negara. Pertumbuhan ekonomi selama pandemic Covid-19 menjadi masalah bagi Indonesia karena mengalami kontraksi pada tahun 2020 akibat pembatasan sosial dan ekonomi imbas pandemi Covid-19.



Gambar 1. Pertumbuhan Ekonomi Indonesia Menurut q to q Tahun 2020

Masalah tersebut tidak terlepas dari indikator lain yang dianggap mempengaruhinya seperti inflasi, pengeluaran pemerintah, PMTB, dan ekspor. Menurut Aspiansyah (2018), determinan pertumbuhan ekonomi yang berasal dari wilayah itu sendiri berpengaruh signifikan dan searah dengan pertumbuhan ekonomi seperti investasi modal fisik dan investasi modal manusia. Selain itu, pertumbuhan ekonomi wilayah lain berpengaruh signifikan terhadap pertumbuhan ekonomi. Selain itu, pengeluaran pemerintah untuk infrastruktur berpengaruh signifikan dan positif terhadap pertumbuhan ekonomi Indonesia (Nugroho, 2016). Menurut Ginting (2017) kinerja ekspor berpengaruh positif dan signifikan dalam mempengaruhi pertumbuhan ekonomi. Berdasarkan latar belakang tersebut, tujuan dari penelitian ini adalah memodelkan pengaruh persentase pengeluaran pemerintah, inflasi, persentase penanaman modal bruto, dan persentase perubahan nilai ekspor (net ekspor) terhadap pertumbuhan ekonomi Indonesia dengan menggunakan ekonometrika spasial data panel dan memilih model spasial terbaik dari pemodelan spasial tersebut.

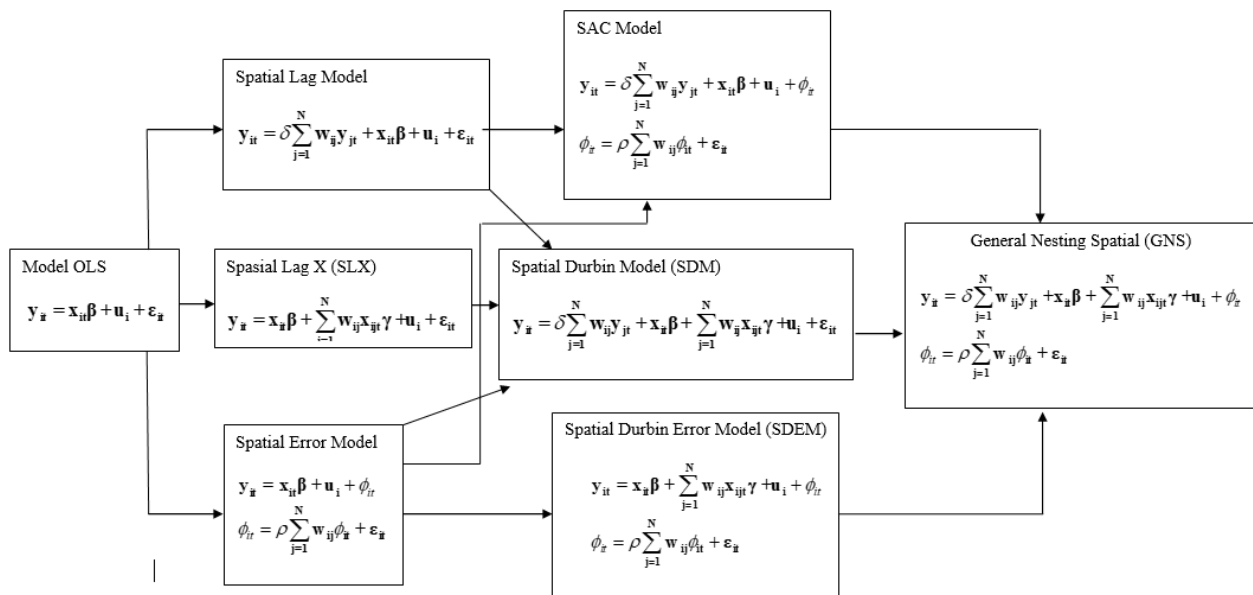
2. METODE PENELITIAN

2.1 Tinjauan Pustaka

Penggunaan data panel memberikan banyak keuntungan, baik secara statistik maupun menurut teori ekonomi. Baltagi (2005) menyatakan penggunaan data panel mempunyai beberapa keuntungan yaitu dapat mengontrol *unobserved heterogeneity* karena data panel berhubungan dengan individu-individu, dapat memberikan data yang lebih informatif, mengurangi solidaritas antar variabel, meningkatkan derajat

kebebasan, serta lebih efisien. Data panel bisa lebih baik dalam mendeteksi dan mengukur efek yang secara sederhana tidak dapat diamati dengan data *time series* murni atau *cross section* murni.

Adanya penambahan efek interaksi spasial baik pada dependent variabel ataupun independent variabel, beberapa model telah dibangun seperti pada gambar (1). Dengan menggunakan pendekatan khusus ke umum (*specific to general*) dalam membentuk model spasial dari model yang paling sederhana yaitu model *Ordinary Least Square* (OLS) ke model yang paling umum yaitu model *General Nesting Spatial* (GNS). Karena adanya interaksi spasial variabel *dependent* (*spatial dependency*), model OLS menjadi model *spatial lag* / *spatial autoregressive* (SAR) dan karena adanya interaksi spasial error menjadi model *spatial error* / *spatial error model* (SEM). Apabila model mengandung *spatial lag* dan *spatial error* maka menjadi model SAC. Model *spatial lag* dapat menjadi *Spatial Durbin Model* (SDM) dengan adanya *spatial lag variable independent*. Seperti model *Spasial lag*, model SEM dapat menjadi model SDM dan *spatial durbin error model* (SDEM). Model lengkap yang menggambarkan adanya interaksi spasial adalah model GNS (Vega dan Elhorst, 2013).



Gambar 2. Hubungan model - model spasial data panel dengan menambahkan efek spasial tertentu

Dimulai dari model regresi linier sederhana tanpa adanya efek interaksi spasial (model OLS) dengan efek spasial tertentu mempunyai bentuk umum;

$$y_{it} = x_{it}\beta + u_i + \epsilon_{it}$$

dengan i adalah untuk unit *cross section* (unit spasial), dengan $i = 1, \dots, N$, dan t adalah waktu (*time period*), dengan $t = 1, \dots, T$. y_{it} adalah vektor pengamatan dari variabel dependen pada i dan t berukuran $(NT, 1)$, x_{it} vektor dari pengamatan variabel independen berukuran $(NT, K+1)$, β vektor parameter tidak diketahui berukuran $(K+1, 1)$ dan ϵ_{it} adalah *error* yang berdistribusi independen dan identik untuk i dan t dengan *mean* nol dan *varians* σ^2 . Sementara u_i menunjukkan efek spasial tertentu karena model persamaan (1) *one way model* maka efek spasial u_i mereka mengontrol semua ruang yang dapat menyebabkan bias pada penelitian data *cross section*. Menurut Baltagi (2005), berdasarkan komponen error data panel dapat ditulis menjadi dua model yaitu *one way model* seperti pada persamaan (1) dan *two way model* yaitu dengan menambahkan efek spasial dan efek waktu.

Ketika menentukan interaksi antar unit spasial, model dapat mengandung *spatial lag* variabel dependen atau proses *spatial autoregressive* yang dikenal sebagai model *spatial lag* atau *spatial autoregressive*

(SAR). Model spasial lag yang memperlihatkan bahwa variabel dependen tergantung pada variabel dependen tetangga (*neighboring*) dan suatu set karakteristik lokal pengamatan seperti pada persamaan dibawah ini (Elhorst, 2010a).

$$y_{it} = \delta \sum_{j=1}^N w_{ij} y_{jt} + x_{it} \beta + u_i + \varepsilon_{it}$$

dengan δ disebut koefisien spasial *autoregressive* dan w_{ij} adalah unsur dari matriks bobot spasial \mathbf{W} , yang menggambarkan susunan kedekatan (*contiguity*) antar wilayah. \mathbf{W} adalah matriks non negatif berukuran (N,N). Model spasial error (SEM), memperlihatkan bahwa variabel dependen tergantung pada set karakteristik lokal yang diamati dan error yang berkorelasi antar wilayah seperti pada persamaan (3).

$$y_{it} = x_{it} \beta + u_i + \phi_{it}, \phi_{it} = \rho \sum_{j=1}^N w_{ij} \phi_{jt} + \varepsilon_{it}$$

dengan ϕ mencerminkan spasial *autocorrelation error* dan ρ disebut koefisien spasial autokorelasi. Menurut Anselin dalam Elhorst (2010a), spesifikasi model spasial error tidak memerlukan model teoritis untuk proses interaksi spasial atau sosial, karena kasus khusus dari matriks kovariansi dari error. Meskipun sering disarankan dalam literatur nilai δ atau ρ untuk interval $(-1, +1)$. Salah satu cara membuat nilai δ atau ρ stasioner, matriks \mathbf{W} dapat dinormalisasi menurut baris atau kolom, untuk normalisasi baris \mathbf{W} dinormalisasi sehingga unsur-unsur setiap kolom berjumlah satu (Lesage dan Pace, 2009).

Pada tahun 2015, Vega dan Elhorst mengembangkan model spasial lag pada variabel independent dan memberi nama model spasial lag X (SLX) seperti persamaan (4).

$$y_{it} = x_{it} \beta + \sum_{j=1}^N w_{ij} x_{ijt} \gamma + u_i + \varepsilon_{it}$$

Menurut Elhorst (2010a), model spasial lag dapat dikembangkan dengan menambahkan spasial lag variabel independen menjadi spasial durbin model (SDM). Model SDM dengan mengambil bentuk umum seperti pada persamaan (5).

$$y_{it} = \delta \sum_{j=1}^N w_{ij} y_{jt} + x_{it} \beta + \sum_{j=1}^N w_{ij} x_{ijt} \gamma + u_i + \varepsilon_{it}$$

dengan γ , seperti β adalah vektor parameter tidak diketahui. Model spasial error dikembangkan dengan menambahkan spasial error menjadi spasial durbin error model (SDEM). Model SDEM dengan mengambil bentuk umum seperti pada persamaan (6).

$$y_{it} = x_{it} \beta + \sum_{j=1}^N w_{ij} x_{ijt} \gamma + u_i + \phi_{it}, \quad \phi_{it} = \rho \sum_{j=1}^N w_{ij} \phi_{jt} + \varepsilon_{it}$$

Model spasial dan spasial error dikombinasikan oleh Kelejian dan Pruca (1998) menjadi model spasial autoregressive combine (SAC) seperti pada persamaan (7).

$$y_{it} = \delta \sum_{j=1}^N w_{ij} y_{jt} + x_{it} \beta + u_i + \phi_{it}, \quad \phi_{it} = \rho \sum_{j=1}^N w_{ij} \phi_{jt} + \varepsilon_{it}$$

Model SDM, SDEM dan SAC dikembangkan menjadi model umum dengan menggabungkan spasial lag dependen variabel, spasial error, dan spasial lag variabel independent menjadi model General Nesting Spasial (GNS) atau Manski Model (1978) dengan mengambil bentuk persamaan (8).

$$y_{it} = \delta \sum_{j=1}^N w_{ij} y_{jt} + x_{it} \beta + \sum_{j=1}^N w_{ij} x_{ijt} \gamma + u_i + \phi_{it}, \quad \phi_{it} = \rho \sum_{j=1}^N w_{ij} \phi_{jt} + \varepsilon_{it}$$

Estimasi parameter model spasial dikembangkan oleh Anselin (1988) dengan menggunakan metode *Maximum Likelihood Estimation* dan metode *Generalized Moment Method* (GMM), *Quasi Maximum Likelihood Estimation* (QML) dikembangkan oleh Lee dan Yu (2010a dan 2010b). Dalam penelitian ini,

estimasi parameter menggunakan *Maximum Likelihood Estimation* (MLE). Menurut Anselin dalam Elhorst (2010a), perluasan dari model efek tetap (*fixed effect*) dengan variabel dependen spasial lag menimbulkan dua komplikasi. *Pertama*, endogenitas dari $\sum_j \mathbf{w}_{ij} \mathbf{y}_{jt}$ akan melanggar asumsi regresi standar yaitu $\mathbf{E}[(\sum_j \mathbf{w}_{ij} \mathbf{y}_{jt}) \boldsymbol{\varepsilon}_{it}] = \mathbf{0}$. *Kedua*, adanya *spatial dependency* antara observasi pada setiap titik waktu dapat mempengaruhi estimasi efek tetap (*fixed effect*). Sebagai contoh untuk mengestimasi model SAR dengan menggunakan *maximum likelihood*. Untuk memperoleh estimator ML untuk menjelaskan endogenitas dari $\sum_j \mathbf{w}_{ij} \mathbf{y}_{jt}$. Fungsi *Log likelihood* model persamaan jika efek spasial diasumsikan tetap adalah sebagai berikut;

$$\log L = -\frac{NT}{2} \log(2\pi\sigma^2) + T \log |\mathbf{I}_N - \delta \mathbf{W}| - \frac{1}{2\sigma^2} \sum_{i=1}^N \sum_{t=1}^T (\mathbf{y}_{it} - \delta \sum_{j=1}^N \mathbf{w}_{ij} \mathbf{y}_{jt} - \mathbf{x}_{it} \boldsymbol{\beta} - \mathbf{u}_i)^2$$

estimator ML dari $\boldsymbol{\beta}$ dan *varians* dengan menurunkan parsial terhadap masing-masing parameter, sehingga diperoleh sebagai berikut;

$$\hat{\boldsymbol{\beta}} = \mathbf{b}_0 - \delta \mathbf{b}_1 = (\mathbf{X}^* \mathbf{X}^*)^{-1} \mathbf{X}^* [\mathbf{Y}^* - \delta (\mathbf{I}_T \otimes \mathbf{W}) \mathbf{Y}^*]$$

$$\hat{\sigma}^2 = \frac{1}{NT} (\mathbf{e}_0^* - \delta \mathbf{e}_1^*)' (\mathbf{e}_0^* - \delta \mathbf{e}_1^*)$$

Untuk model spasial yang lain dapat diperoleh dengan cara yang sama seperti model SAR. Menurut Debarsy dan Ertur (2010) untuk menguji signifikansi dari koefisien spasial digunakan uji *Likelihood Ratio* (LR). Uji ini didasarkan pada selisih *log-likelihood unrestricted* dan *restricted*, bentuk umumnya sebagai berikut;

$$LR = 2[L(\hat{\mathcal{G}}) - L(\tilde{\mathcal{G}})]$$

Dengan \mathcal{G} adalah parameter yang dievaluasi pada estimasi yang tidak dibatasi (*unrestricted*) dan yang dibatasi (*restricted*). Uji LR secara *asimtotik* mengikuti distribusi *chi-square* derajat bebas q , $\chi^2(q)$. dimana q adalah jumlah parameter yang dibatasi. Sebagai contoh untuk menguji koefisien model spasial lag dengan hipotesis adalah :

$$H_0 : \delta = 0 \text{ (tidak ada dependensi spasial lag)}$$

$$H_1 : \delta \neq 0 \text{ (ada dependensi spasial lag)}$$

Dengan menggunakan LR test sebagai berikut;

$$LR_{\delta} = NT[\log \tilde{\sigma}^2 - \log \hat{\sigma}^2] + 2T[\log |\mathbf{I}_N - \delta \mathbf{W}|]$$

dengan $\tilde{\sigma}^2$ adalah *varians* error model *restricted* $\tilde{\sigma}^2 = \frac{1}{NT} \sum_{t=1}^T \tilde{\boldsymbol{\varepsilon}}_{it}' \tilde{\boldsymbol{\varepsilon}}_{it}$ dan $\hat{\sigma}^2$ *varians* error model *unrestricted*

Uji ini secara *asimtotik* mengikuti distribusi derajat bebas 1, $\chi^2(1)$.

Untuk menguji koefisien spatial error model spasial data panel *fixed effect* dengan hipotesis adalah :

$$H_0 : \rho = 0 \text{ (tidak ada interaksi spasial error)}$$

$$H_1 : \rho \neq 0 \text{ (ada interaksi spasial error)}$$

Dengan menggunakan LR test sebagai berikut;

$$LR_{\rho} = NT[\log \tilde{\sigma}^2 - \log \hat{\sigma}^2] + 2T[\log |\mathbf{I}_N - \rho \mathbf{W}|]$$

Uji ini juga secara asimtotik mengikuti distribusi *chi-square* dengan derajat bebas 1, $\chi^2 (1)$.

Untuk menguji signifikansi koefisien spasial lag dan spatial error secara bersama-sama (*joint test*) dengan hipotesis sebagai berikut ;

$$H_0 : \delta = \rho = 0 \text{ (tidak ada interaksi spasial lag dan spatial error)}$$

$$H_1 : \text{Minimal ada satu interaksi atau dependensi spasial}$$

Dengan menggunakan uji LR adalah

$$LR_j = NT[\log \tilde{\sigma}^2 - \log \hat{\sigma}^2] + 2T([\log | \mathbf{I}_N - \delta \mathbf{W} | + \log | \mathbf{I}_N - \rho \mathbf{W} |])$$

Uji ini juga secara asimtotik mengikuti distribusi *chi-square* dengan derajat bebas 2, $\chi^2 (2)$.

Selain dengan menggunakan LR test, untuk menguji signifikansi parameter pada model spasial dapat menggunakan Wald *Test* (Rokhana, 2011) dengan hipotesis;

$$H_0 : \mathcal{G}_p = 0$$

$$H_1 : \mathcal{G}_p \neq 0$$

dengan θ_p adalah parameter yang diuji ($\mathcal{G}_p = [\delta \ \gamma \ \beta]$)

Hipotesis tersebut dapat dinyatakan juga dengan:

1. $H_0 : \delta = 0$ (tidak ada dependensi spasial lag)
 $H_1 : \delta \neq 0$ (ada dependensi spasial lag)
2. $H_0 : \beta = 0$ (koefisien regresi tidak berpengaruh)
 $H_1 : \beta \neq 0$ (koefisien regresi tidak berpengaruh)
3. $H_0 : \gamma = 0$ (tidak ada dependensi lag variabel independen)
 $H_1 : \gamma \neq 0$ (tidak ada dependensi lag variabel independen)

Statistik uji Wald (Anselin, 1988) dinyatakan dengan persamaan;

$$Wald = \frac{\hat{\mathcal{G}}_p^2}{\text{var}(\hat{\mathcal{G}}_p)}$$

Uji ini secara asimtotik mengikuti distribusi *chi-square* dengan derajat bebas satu. Pengambilan keputusan H_0 ditolak jika nilai $Wald > \chi_1^2$.

2.2. Variabel, Sumber Data, dan Spesifikasi Model

Data yang digunakan dalam penelitian ini adalah data sekunder yang dipublikasikan oleh Badan Pusat Statistik Republik Indonesia (BPS-RI) tahun 2020. Data tersebut meliputi:

Tabel 1. Jenis Data Variabel Penelitian

No	Jenis Data	Satuan	Jenis Data
1	Pertumbuhan Ekonomi Menurut Provinsi (y)	Persen	Rasio/Kontinu
2	Inflasi Menurut Provinsi (x_1)	Persen	Rasio/Kontinu
3	Persentase Pengeluaran Pemerintah Menurut Provinsi (x_2)	Persen	Rasio/Kontinu
4	Persentase Pembentukan Modal Bruto Menurut Provinsi (x_3)	Persen	Rasio/Kontinu
5	Persentase Nilai Ekspor Menurut Provinsi (x_4)	Persen	Rasio/Kontinu

Periode data dari semua variabel independen dihitung berdasarkan kuartal mengikuti data pertumbuhan ekonomi yang dipublikasikan secara kuartal. Bentuk data yang dipakai adalah data panel seimbang (*balanced panel*), dengan *time series* (T) dan data *cross section* (N). Dengan T sebanyak 4 dan Unit observasi adalah provinsi yang berjumlah 34 provinsi, sehingga total jumlah observasi yang digunakan dalam penelitian ini sebanyak 136 observasi. Spesifikasi model spasial yang dibangun dalam penelitian ini terdiri dari model OLS, Spatial Lag (SAR), Model Spasial Error (SEM), Spatial Lag Variable Independent (SLX), *Spatial Durbin Model* (SDM), *Spatial Durbin Error Model* (SDEM), *Spatial Autoregressive Combine* (SAC), dan *General Nesting Spasial* (GNS) pada kondisi *spasial fixed effect* seperti yang telah dijelaskan dalam tinjau pustaka.

$$\begin{aligned} \text{OLS} & : y_{it} = \beta_0 + \beta_1 x_{1it} + \beta_2 x_{2it} + \beta_3 x_{3it} + \beta_4 x_{4it} + u_i + \varepsilon_{it} \\ \text{SAR} & : y_{it} = \delta W y_{jt} + \beta_0 + \beta_1 x_{1it} + \beta_2 x_{2it} + \beta_3 x_{3it} + \beta_4 x_{4it} + u_i + \varepsilon_{it} \\ \text{SEM} & : y_{it} = \beta_0 + \beta_1 x_{1it} + \beta_2 x_{2it} + \beta_3 x_{3it} + \beta_4 x_{4it} + u_i + \phi_{it}; \quad \phi_{it} = \rho W \phi_{jt} + \varepsilon_{it} \\ \text{SLX} & : y_{it} = \beta_0 + \beta_1 x_{1it} + \beta_2 x_{2it} + \beta_3 x_{3it} + \beta_4 x_{4it} + \gamma_1 W x_{1it} + \gamma_2 W x_{2it} + \gamma_3 W x_{3it} + \gamma_4 W x_{4it} + u_i + \varepsilon_{it} \\ \text{SDM} & : y_{it} = \delta W y_{jt} + \beta_0 + \beta_1 x_{1it} + \beta_2 x_{2it} + \beta_3 x_{3it} + \beta_4 x_{4it} + \gamma_1 W x_{1it} + \gamma_2 W x_{2it} + \gamma_3 W x_{3it} + \gamma_4 W x_{4it} + u_i + \varepsilon_{it} \\ \text{SDEM} & : y_{it} = \beta_0 + \beta_1 x_{1it} + \beta_2 x_{2it} + \beta_3 x_{3it} + \beta_4 x_{4it} + \gamma_1 W x_{1it} + \gamma_2 W x_{2it} + \gamma_3 W x_{3it} + \gamma_4 W x_{4it} + u_i + \phi_{it}, \quad \phi_{it} = \rho W \phi_{jt} + \varepsilon_{it} \\ \text{SAC} & : y_{it} = \delta W y_{jt} + \beta_0 + \beta_1 x_{1it} + \beta_2 x_{2it} + \beta_3 x_{3it} + \beta_4 x_{4it} + u_i + \phi_{it}, \quad \phi_{it} = \rho W \phi_{jt} + \varepsilon_{it} \\ \text{GNS} & : y_{it} = \delta W y_{jt} + \beta_0 + \beta_1 x_{1it} + \beta_2 x_{2it} + \beta_3 x_{3it} + \beta_4 x_{4it} + \gamma_1 W x_{1it} + \gamma_2 W x_{2it} + \gamma_3 W x_{3it} + \gamma_4 W x_{4it} + u_i + \phi_{it}, \quad \phi_{it} = \rho W \phi_{jt} + \varepsilon_{it} \end{aligned}$$

Penelitian ini menggunakan bobot spasial \mathbf{W} *customize* yang disusun peneliti berdasarkan jalur penerbangan antar provinsi. Bobot spasial dibentuk jika suatu propinsi i memiliki penerbangan langsung dengan provinsi j, jika ada penerbangan langsung maka $w_{ij} = 1$ dan tidak memiliki penerbangan langsung maka $w_{ij} = 0$. Setelah matriks \mathbf{W} terbentuk dengan elemen-elemennya (w_{ij}) bernilai 1 dan 0, dilakukan normalisasi untuk mendapatkan matriks \mathbf{W} yang unik dengan menset jumlah elemen baris sama dengan 1 dengan cara setiap nilai elemen dibagi dengan jumlah elemen barisnya.

Metode dan tahapan yang dilakukan untuk mencapai tujuan dalam penelitian ini adalah sebagai berikut;

1. Menyiapkan set data panel dan matrik bobot spasial \mathbf{W} *customize*.
2. Melakukan deteksi hubungan antar variabel dependen dengan variabel independen dengan *scatter plot*.
3. Melakukan deteksi spasial variabel dependen dan variabel independen dengan Moran's I.
4. Melakukan uji *dependency* spasial untuk memilih model dengan uji *Lagrange Multiplier* (LM) dan *robust* uji LM.
5. Melakukan estimasi parameter dari seluruh model spasial.
6. Melakukan uji secara parsial dengan menggunakan Uji Wald.
7. Memilih model spasial terbaik dengan pertimbangan nilai R^2 dan *Mean Square Error* (MSE).
8. Menarik Kesimpulan.

3. HASIL DAN PEMBAHASAN

Statistik deskriptif variabel penelitian terdapat pada tabel 2, tampak variabel dependen yaitu pertumbuhan ekonomi memiliki rata-rata negatif disebabkan karena data yang digunakan merupakan data pertumbuhan ekonomi pada tahun 2020 menurut kuartal sehingga secara rata-rata pertumbuhan tiap

provinsi mengalami kontraksi atau pertumbuhan negative. Indikator lain yang digunakan sebagai variabel independen juga mengalami kondisi sama dengan pertumbuhan ekonomi seperti pembentukan modal tetap bruto(PMTB) dan ekspor juga memiliki rata-rata yang bernilai negatif. Fenomena ini imbas dari kondisi Indonesia dari pembatasan sosial menyebabkan pertumbuhan ekonomi Indonesia mengalami kontraksi.

Tabel 2. Statistik Deskriptif Variabel Penelitian

Variabel	Minimum	Maximum	Mean	Std. Deviation	Variance
Pertumbuhan Ekonomi Menurut Provinsi (y)	-12.41	9.25	-.46	4.33	18.77
Inflasi Menurut Provinsi (x_1)	-1.18	2.02	.36	.67	.45
Persentase Pengeluaran Pemerintah Menurut Provinsi (x_2)	-66.97	100.24	5.41	32.93	1084.80
Persentase Pembentukan Modal Bruto Menurut Provinsi (x_3)	-48.92	52.84	-.88	11.15	124.40
Persentase Nilai Ekspor Menurut Provinsi (x_4)	-1198.92	660.94	-17.76	173.28	30028.54

Beberapa indikator memiliki varians yang tinggi seperti ekspor, pengeluaran pemerintah, dan PMTB menunjukkan bahwa antar daerah memiliki perbedaan yang tinggi. Perbedaan indikator ini akan mempengaruhi pertumbuhan ekonomi masing-masing provinsi.

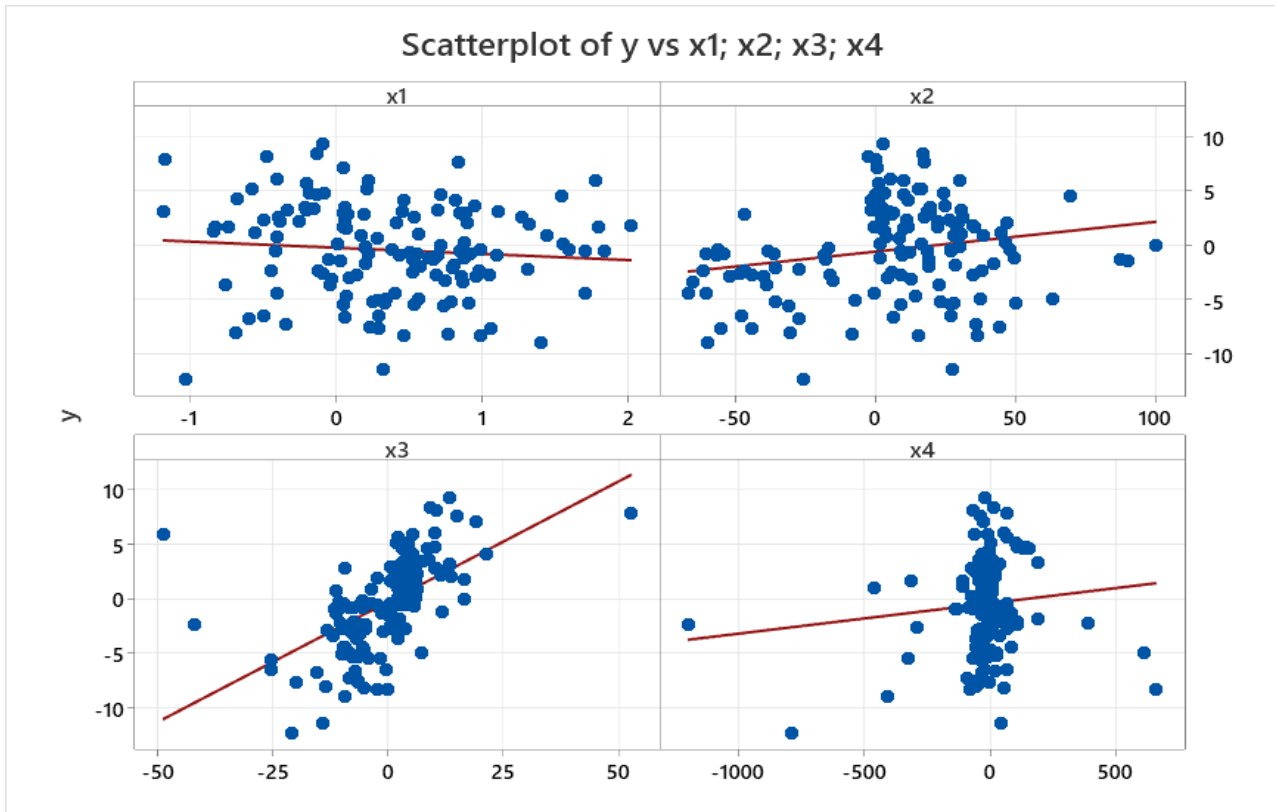
Adanya perbedaan indikator atau struktur ekonomi yang dimiliki provinsi seperti perbedaan inflasi, pengeluaran pemerintah, PMTB, dan ekspor dapat menyebabkan bervariasinya laju pertumbuhan ekonomi masing-masing provinsi. Adanya kedekatan secara geografis/spasial dan kedekatan secara ekonomi (*spatial and economic proximity*) antar provinsi memungkinkan terjadinya *spillover* antar provinsi, yaitu melalui proses perdagangan, penerbangan dan transportasi sehingga pertumbuhan ekonomi memiliki pola spasial seperti yang ditunjukkan dengan Uji spasial dependency dengan menggunakan Uji Lagrange Multiplier (LM) pada tabel 1. Karena menggunakan data panel maka uji LM juga diterapkan pada kondisi data panel yaitu dengan memasukkan *spatial fixed effect*

Tabel 3. Hasil Uji *Lagrange Multiplier (LM)* dan *Robust Lagrange Multiplier (LM)*

Uji	Statistik	P-Value
LM Lag	129.5992	0.000*
Robust LM Lag	43.2776	0.000*
LM Error	92.7692	0.000*
Robust LM Error	6.4476	0.011*

Berdasarkan tabel 1 diatas menunjukkan bahwa laju pertumbuhan ekonomi masing-masing provinsi memiliki interaksi spasial antara satu dengan yang lainnya karena uji LM ataupun robust LM signifikan. Dari hasil ini maka pertumbuhan ekonomi dapat dikembangkan dengan model spasial yang mengandung lag (SAR), model spasial error (SEM) atau model spasial lain yang mengandung spasial atau spasial error.

Untuk melihat hubungan pertumbuhan ekonomi dengan variabel lain dapat dilihat secara visual dari diagram pencar (*scatterplot*) pada gambar 2. Berdasarkan diagram pencar (*scatterplot*) yang, maka dapat diidentifikasi bahwa ada 3 variabel yang diduga memiliki pola hubungan positif terhadap pertumbuhan ekonomi yaitu pengeluaran pemerintah, PMTB dan Ekspor. Satu variabel diduga memiliki pola hubungan negatif terhadap pertumbuhan ekonomi yaitu inflasi.



Gambar 3: Scatter plot variabel predictor dengan pertumbuhan ekonomi

Dengan menggunakan korelasi pearson dapat dilihat pada tabel 4, bahwa korelasi tertinggi antara variabel independent terdapat pada variabel pembentukan modal bruto (PMTB) sebesar 0,569 diikuti variabel pengeluaran pemerintah dan ekspor.

Tabel 4 . Korelasi Pearson

Variabel	y
Inflasi Menurut Provinsi (x_1)	-0,088
Persentase Pengeluaran Pemerintah Menurut Provinsi (x_2)	0,208
Persentase Pembentukan Modal Tetap Bruto Provinsi (x_3)	0,569
Persentase Nilai Ekspor Menurut Provinsi (x_4)	0,112

Hasil estimasi parameter dengan tujuh model spasial terdapat pada tabel 5, Variabel inflasi secara signifikan mempengaruhi pertumbuhan ekonomi pada semua model spasial kecuali model spasial lag (SAR). Namun demikian, variabel inflasi memberikan pengaruh positif terhadap pertumbuhan ekonomi. Dari semua model spasial, variabel pengeluaran pemerintah tidak signifikan berpengaruh terhadap pertumbuhan ekonomi.

Variabel PMTB (x_3) dari semua model menunjukkan secara signifikan memberikan pengaruhnya terhadap pertumbuhan ekonomi. Variabel ekspor (x_4) berpengaruh signifikan pada model spasial yang mengandung spasial lag seperti SAR, SDM, SAC, dan GNS.

Tabel 5 . Hasil Estimasi Parameter Model Spasial

Parameter Pada Variabel	OLS	SAR	SEM	SLX	SDM	SDEM	SAC	GNS
	Koef	Koef	Koef	Koef	Koef	Koef	Koef	Koef
$\beta_1(x_1)$	-0.1608	0.5089	1.1266*	1.0666*	1.3088*	1.1885*	1.1767*	1.2167*
$\beta_2(x_2)$	0.0016	0.0036	0.0138	0.0041	0.0058	0.0040	0.0099	0.0085
$\beta_3(x_3)$	0.2387*	0.1170*	0.1071*	0.1238*	0.1105*	0.1247*	0.0932*	0.0941*
$\beta_4(x_4)$	-0.0031	-0.0038**	-0.0049*	-0.0028	0.0000**	-0.0028	-0.0043*	-0.0033*
$\gamma_1(Wx_1)$				-1.5227**	-1.7068*	-1.8691*		-1.3940*
$\gamma_2(Wx_2)$				-0.0520*	-0.0357*	-0.0414*		-0.0328*
$\gamma_3(Wx_3)$				0.2265*	0.0439	0.1763*		-0.0721
$\gamma_4(Wx_4)$				0.0325**	0.0337*	0.0321*		0.0345*
$\delta(Wy)$		0.6489*			0.3559*		-1.0171*	0.6980*
$\rho(W\phi)$			0.7549*			0.2499	0.9197*	-0.9541*
Varians	11.8198	9.7298	9.5849	6.9288	6.2262	6.4548	6.0510	5.5046
R^2	0.3561	0.6084	0.2203	0.6340	0.6659	0.6453	.6556	0.6563
Log Likelihood	-358.8904	-333.04083	-333.2673	-320.5120	-317.884	-320.0396	-326.4198	-314.4818
MSE	14.78439	1.66703	0.55935	6.72800	0.00017	0.00054	0.04378	0.00016

Ket :*)signifikan pada $\alpha = 5\%$, **) signifikan pada 10%

Untuk memilih model spasial terbaik menggunakan R^2 dan MSE. Berdasarkan R^2 menunjukkan nilai tertinggi terdapat pada model spasial SDM dan GNS. Jika berdasarkan MSE yang minimal dimiliki model spasial dan GNS. Dengan pertimbangan nilai log likelihood dan sigma 2 maka model spasial terbaik adalah General Nesting Spasial. Terkait dengan pengujian asumsi pada residual seperti multikolinieritas, normalitas, homoskedastisitas, dan auto korelasi dapat dilihat dalam tabel 6.

Tabel 6. Hasil Pengujian Asumsi

Uji Asumsi	OLS	SAR	SEM	SLX	SDM	SDEM	SAC	GNS
Non Multikolinieritas (VIF)	ya	ya	ya	ya	ya	ya	ya	ya
Normalitas (Kolmogorof Smirnof dengan $\alpha = 5\%$)	ya	ya	ya	ya	ya	ya	ya	ya
Homoskedastisitas (Uji Gletser)	tidak	ya	tidak	ya	ya	ya	ya	ya
Non Autokorelasi (Plot ACF dan PACF residual)	tidak	tidak	tidak	ya	ya	ya	tidak	tidak

Keterangan: ya menunjukkan terpenuhi asumsi, tidak menunjukkan tidak terpenuhi asumsi

Dari tabel menunjukkan bahwa model yang memenuhi seluruh asumsi adalah adalah model SLX, SDM dan SDEM. Berdasarkan asumsi regresi maka model spasial SDM dapat digunakan untuk estimasi.

4. KESIMPULAN

Hasil uji *spatial dependency* dengan uji *Lagrange Multiplier* (LM) dan robust LM menunjukkan bahwa model pertumbuhan ekonomi Indonesia yang dibangun mengandung interaksi spasial dengan menggunakan bobot spasial *customize* berdasarkan jalur penerbangan. Hasil pemodelan dengan model spasial menunjukkan bahwa selain faktor pertumbuhan ekonomi wilayah lain yang mempengaruhi pertumbuhan ekonomi suatu wilayah ada beberapa variabel independen yang mempengaruhi pengangguran suatu wilayah. Variabel independen yang signifikan adalah inflasi, PMTB, dan ekspor. Selain variabel independen wilayah lain yang berpengaruh adalah inflasi, pengeluaran pemerintah, dan ekspor. Berdasarkan nilai R², MSE dan pemenuhan asumsi regresi maka model spasial terbaik adalah model spasial durbin model (SDM).

DAFTAR PUSTAKA

- Aspiansyah & Damayanti, Ari. (2019). Model Pertumbuhan Ekonomi Indonesia: Peranan Ketergantungan Spasial. *Jurnal Ekonomi dan Pembangunan Indonesia* Vol. 19 No. 1 Januari 2019: 62–83
- Anselin, L. (1988). *Spatial econometrics: Methods and models*. Dordrecht: Kluwer Academic Publishers.
- Baltagi, B.H. (2005). “*Econometrics Analysis of Panel Data*” 3rd edition, John Wiley & Sons Ltd. Chichester. England
- Debarsy, N. & Ertur, C. (2010). “Testing for spatial autocorrelation in a fixed effects panel data model”. *Regional Science and Urban Economics*, 40, 453-470.
- Elhorst, J.P. (2003). “Specification and estimation of spatial panel data models”, *International Regional Science Review*, 26(3), 244-268.
- _____. (2010a). “Spatial panel data models”. In *Handbook of applied spatial analysis*, eds. M.M. Fischer and A. Getis, 377-407, Berlin: Springer.
- _____. (2010b). “Applied spatial econometrics: raising the bar”. *Spatial Economic Analysis* 5,9-28.
- Ginting, Ari Mulianta (2017). Buletin Ilmiah Litbang Perdagangan Vol 11 No.1 2017 ; Analisis Pengaruh Ekspor Terhadap Pertumbuhan Ekonomi. DOI: <https://doi.org/10.30908/bilp.v11i1.185>.
- Kelejian, H.H., & Prucha, I.R. (1998). “A generalized spatial two stage least squares procedure for estimating a spatial autoregressive model with autoregressive disturbances”. *Journal of Real Estate Finance and Economics* 17(1),99-12.
- Lee, L.F., & J. Yu. (2010a), “Estimation of spatial autoregressive panel data models with fixed effects”, *Journal of Econometrics* 154: 165-185.
- Lee, L.F., & J. Yu. (2010b), *Some recent developments in spatial panel data models*. *Regional Science and Urban Economics* 40,255-271.
- LeSage, J.P. & Pace, R.K. (2009). *Introduction to spatial econometrics*. Boca Raton. US: CRC Press Taylor & Francis Group
- Muchlisoh, S. (2008). “Model Regresi Data Panel dengan Korelasi Spasial Error; Studi Pengaruh Pertumbuhan Ekonomi dan Inflasi Terhadap Kemiskinan Indonesia”. Tesis S-2, Jurusan Statistika. Surabaya: ITS
- Neibuhr, A. (2003). “Spatial Interaction and Regional Unemployment in Europe”. *European Journal of Spatial Development*
- Nugroho, Ginanjar Aji. (2016). Analisis Pengaruh Pengeluaran Pemerintah Terhadap Pertumbuhan Ekonomi dan Indeks Pembangunan Manusia di Indonesia: Indonesian Treasury Review: Jurnal Perbendaharaan, Keuangan Negara, dan Kebijakan Publik Volume 1 Nomor 1 (2016).

<https://jurnal.unsulbar.ac.id/index.php/saintifik>

Vega, S.H. & Elhorst, J.P. (2013). "On spatial econometric models, spillover effect, and W". *Paper presented in PhD course Spatial Econometrics*. April 15-19, 2013. Paris