

Pada saat analisis statistik yang melibatkan variabel laten dan sekaligus efek spasial, maka terdapat dua *framework* dalam pelibatan bobot spasial pada model *structural equation modeling* (SEM), yaitu pada tingkat model pengukuran atau pada model struktural. Pada buku ini, bobot spasial yang menggambarkan *spatial spill-over effects* diletakkan pada model struktural. Pendekatan ini lebih fleksibel dan informatif daripada pemodelan dengan memberikan bobot spasial pada model pengukuran. Ruang lingkup buku ini adalah pemodelan *spatial structural equation modeling* (SEM spasial), khususnya untuk *spatial autoregressive model* pada *structural equation modeling* (SAR-SEM) dan *spatial error model* pada *structural equation modeling* (SERM-SEM). Pemodelan ini dimulai dengan mengestimasi variabel laten eksogen dan endogen untuk mendapatkan distribusi dari *error* model tersebut, oleh karena itu distribusi *error* model sudah tidak sama lagi dengan distribusi *error* model spasial tradisonal. Buku ini juga membahas uji dependensi spasial menggunakan uji *Langrange Multiplier*, estimasi parameter menggunakan metode *generalized spatial two-stage least squares* (GS2SLS), uji parameter model SAR-SEM dan SERM-SEM secara simultan menggunakan *maximum likelihood ratio test* (MLRT). Buku ini syarat akan kajian matematis dan dilengkapi dengan pembuktian.

***SPATIAL AUTOREGRESSIVE MODEL DAN
SPATIAL ERROR MODEL PADA
STRUCTURAL EQUATION MODELING***

**Anik Anekawati
Bambang Widjanarko Otok
Purhadi
Sutikno
Syarifurrahman Hidayat
Mohammad Rofik**



**eureka
media aksara**

PENERBIT CV.EUREKA MEDIA AKSARA

**SPATIAL AUTOREGRESSIVE MODEL DAN SPATIAL ERROR
MODEL PADA STRUCTURAL EQUATION MODELING**

Penulis : Anik Anekawati
Bambang Widjanarko Otok
Purhadi
Sutikno
Syarifurrahman Hidayat
Mohammad Rofik

Desain Sampul : Eri Setiawan

Tata Letak : Tukaryanto

ISBN : 978-623-487-235-4

Diterbitkan oleh : **EUREKA MEDIA AKSARA, SEPTEMBER 2022**
ANGGOTA IKAPI JAWA TENGAH
NO. 225/JTE/2021

Redaksi:

Jalan Banjaran, Desa Banjaran RT 20 RW 10 Kecamatan Bojongsari
Kabupaten Purbalingga Telp. 0858-5343-1992

Surel : eurekaediaaksara@gmail.com

Cetakan Pertama : 2022

All right reserved

Hak Cipta dilindungi undang-undang

Dilarang memperbanyak atau memindahkan sebagian atau seluruh isi buku ini dalam bentuk apapun dan dengan cara apapun, termasuk memfotokopi, merekam, atau dengan teknik perekaman lainnya tanpa seizin tertulis dari penerbit.

KATA PENGANTAR

Puji syukur kehadiran Allah SWT yang telah melimpahkan rahmat, nikmat dan petunjuk-Nya sehingga buku *Spatial Autoregressive Model dan Spatial Error Model pada Structural Equation Modeling* ini telah dapat diselesaikan.

Spatial Autoregressive Model (SAR-SEM) dan *Spatial Error Model* pada *Structural Equation Modeling* (SERM-SEM) merupakan bagian dari pemodelan SEM spasial. Pemodelan ini dibutuhkan ketika terdapat variabel laten yang memiliki hubungan kausalitas sekaligus mempunyai pengaruh secara spasial. Untuk mengatasi permasalahan tersebut, unsur spasial perlu diikutsertakan ke dalam model SEM (SEM spasial). Pada saat analisis statistik yang melibatkan variabel laten dan sekaligus efek spasial, maka terdapat dua *framework* dalam pelibatan data spasial pada model SEM, yaitu pada tingkat model pengukuran atau pada model struktural. Bobot spasial yang menggambarkan *spatial spill-over effects* diletakkan pada model struktural lebih fleksibel dan informatif. Dengan menggantikan variabel laten pada model SEM dengan hasil estimasi nilai dari variabel itu sendiri, membuat model SEM spasial tidak menggunakan distribusi *error* model sama dengan model spasial tradisional. Oleh karena itu, buku ini akan memberikan perspektif yang berbeda dan relatif baru.

Penulis menyampaikan terima kasih kepada semua pihak yang ikut serta dalam penyusunan buku ini. Ucapan terima kasih juga disampaikan kepada Direktorat Jenderal Pendidikan Tinggi, Riset, dan Teknologi cq. Direktorat Riset, Teknologi, dan Pengabdian Kepada Masyarakat (DRTPM) atas bantuan pendanaan melalui skema hibah Penelitian Dasar Kompetitif Nasional (PDKN) dengan nomor kontrak 159/E5/P6.02.00.PT/2022; dan nomor kontrak turunan 159/E5/P6.02.00.PT/2022,001/SP2H/PEN-DRPM/SK-PDKN/ LPPM/UNIJA/V/2022.

Penulis menyadari masih banyak kekurangan sehingga membutuhkan masukan, kritik dan saran untuk penyempurnaan selanjutnya. Semua korespondensi dapat dilakukan dengan email anik@wiraraja.ac.id. Semoga buku ini dapat bermanfaat bagi

pengembangan ilmu pengetahuan di Indonesia, khususnya bagi perkembangan *Spatial Structural Equation Modeling* (SEM Spasial).

September 2022

Tim Penulis

DAFTAR ISI

KATA PENGANTAR	i
DAFTAR ISI.....	v
BAB 1 PENDAHULUAN	1
BAB 2 MODEL SEM SPASIAL.....	3
2.1. Structural Equation Modeling (SEM)	3
2.2. Model Spasial.....	5
2.3. Model SEM Spasial.....	7
BAB 3 ESTIMASI VARIABEL LATEN DAN DISTRIBUSI SKOR FAKTOR.....	11
3.1. Estimasi Variabel Laten Eksogen	11
3.2. Estimasi Variabel Laten Endogen	19
BAB 4 Distribusi <i>Error</i> Model SAR-SEM dan SERM-SEM	25
4.1. Distribusi <i>Error</i> dari Model SAR-SEM.....	25
4.2. Distribusi <i>Error</i> dari Model SERM-SEM.....	26
BAB 5 ESTIMASI PARAMETER MODEL SAR-SEM DAN SERM- SEM	29
5.1. Estimasi Parameter Model SAR-SEM.....	29
5.2. Estimasi Parameter Model SERM-SEM.....	34
BAB 6 UJI DEPENDENSI SPASIAL	39
6.1. Uji Dependensi Spasial Model SAR-SEM	39
6.2. Uji Depensi Spasial Model SERM-SEM.....	45
BAB 7 PENGUJIAN PARAMETER SECARA SIMULTAN MENGUNAKAN <i>MAXIMUM LIKELIHOOD RATIO</i> <i>TEST</i> (MLRT).....	51
7.1. Model SAR-SEM.....	51
7.2. Model SERM-SEM.....	58
LAMPIRAN	67
DAFTAR PUSTAKA.....	101



***SPATIAL AUTOREGRESSIVE MODEL DAN
SPATIAL ERROR MODEL PADA
STRUCTURAL EQUATION MODELING***



BAB

1

PENDAHULUAN

Penelitian sosial dan perilaku, sering kali melibatkan variabel laten. Salah satu teknik analisis statistik yang memiliki kemampuan untuk menganalisis pola hubungan antar variabel laten dan antara variabel laten dengan indikatornya adalah *Structural Equation Modeling* (SEM). SEM merupakan kombinasi teknik analisis data multivariat interdependensi dan dependensi, yaitu kombinasi analisis faktor konfirmatori dan analisis jalur. Schumacker dan Lomax (2004) menjelaskan bahwa SEM sering digambarkan dengan menggunakan model jalur dimana faktor-faktor dipandang sebagai variabel laten. Variabel yang dianalisis adalah variabel laten, yaitu variabel yang tidak dapat diobservasi secara langsung tetapi diukur melalui indikator-indikator terukur (variabel manifes).

Pada beberapa kasus, terdapat variabel laten yang memiliki hubungan kausalitas sekaligus mempunyai pengaruh secara spasial. Untuk mengatasi permasalahan tersebut, unsur spasial perlu diikutsertakan ke dalam model SEM (SEM spasial). Pada saat analisis statistik yang melibatkan variabel laten dan sekaligus efek spasial, maka terdapat dua *framework* dalam pelibatan data spasial pada model SEM, yaitu pada tingkat model pengukuran atau pada model struktural. Pada buku ini, bobot spasial yang menggambarkan *spatial spill-over effects* diletakkan pada model struktural. Pendekatan ini lebih fleksibel dan informatif daripada pemodelan dengan memberikan bobot spasial pada model pengukuran (Oud and Folmer, 2008).

Ruang lingkup buku ini adalah pemodelan *spatial structural equation modeling* (SEM spasial), khususnya untuk *spatial autoregressive model* pada *structural equation modeling* (SAR-SEM) dan *spatial error model* pada *structural equation modeling* (SERM-SEM). Pemodelan ini dimulai dengan mengestimasi variabel laten eksogen dan endogen

BAB

2

MODEL SEM SPASIAL

2.1. Structural Equation Modeling (SEM)

Structural Equation Modeling (SEM) adalah teknik analisis statistika yang mengkombinasikan beberapa aspek yang terdapat pada *path analysis* dan analisis faktor konfirmatori untuk mengestimasi beberapa persamaan secara simultan. Terdapat dua karakteristik SEM yang membedakan dengan analisis regresi atau analisis multivariat lainnya. Perbedaan tersebut bahwa susunan *multiple interrelated dependence relationship* dispesifikasikan dalam bentuk model struktural dan diestimasi secara simultan dan mempunyai kemampuan untuk menunjukkan konstruk yang tidak teramati beserta hubungan yang ada di dalamnya serta melakukan perhitungan kesalahan pengukuran dalam proses estimasi.

Secara umum SEM mempunyai dua submodel, yaitu model pengukuran dan model struktural. Model struktural merupakan hubungan antara variabel laten independen (eksogen) dengan variabel laten dependen (endogen). Schumacker dan Lomax (2004) menuliskan model persamaan struktural adalah sebagai berikut:

$$\underset{q \times 1}{\boldsymbol{\eta}} = \underset{q \times q}{\mathbf{B}} \underset{q \times 1}{\boldsymbol{\eta}} + \underset{q \times p}{\boldsymbol{\Gamma}^*} \underset{p \times 1}{\boldsymbol{\xi}} + \underset{q \times 1}{\boldsymbol{\zeta}}. \quad (2.1)$$

Persamaan (2.1) dapat ditulis kembali sebagai berikut:

$$\underset{q \times 1}{\boldsymbol{\eta}} = \left(\underset{q \times q}{\mathbf{I}} - \underset{q \times q}{\mathbf{B}} \right)^{-1} \left(\underset{q \times p}{\boldsymbol{\Gamma}^*} \underset{p \times 1}{\boldsymbol{\xi}} + \underset{q \times 1}{\boldsymbol{\zeta}} \right), \quad (2.2)$$

dimana $\boldsymbol{\eta}$ adalah vektor variabel random endogen, $\boldsymbol{\xi}$ adalah vektor variabel random eksogen, \mathbf{B} adalah matrik koefisien yang menunjukkan pengaruh hubungan variabel laten endogen terhadap variabel endogen lainnya dan $\boldsymbol{\Gamma}^*$ adalah matrik koefisien yang menunjukkan pengaruh hubungan variabel laten eksogen ($\boldsymbol{\xi}$)

BAB 3

ESTIMASI VARIABEL LATEN DAN DISTRIBUSI SKOR FAKTOR

Pada saat memodelkan SEM spasial dibutuhkan nilai skor faktor. Skor faktor merupakan hasil estimasi dari masing-masing variabel laten, baik endogen maupun eksogen pada model pengukuran. Metode yang digunakan adalah *weighted least square* (WLS), yaitu dengan cara meminimumkan jumlah kuadrat *error* yang diboboti matrik varian *error*.

Asumsi-asumsi untuk proses estimasi variabel laten adalah sebagai berikut:

1. Nilai *loading* faktor Λ_x , Λ_y , matrik varian *error* Θ_δ , dan Θ_{ε^*} adalah konstan.
2. Matrik bobot spasial $\mathbf{W}_T = \mathbf{M}_T$.
3. Semua elemen diagonal matrik bobot spasial \mathbf{W}_T adalah nol.
4. Matrik $(\mathbf{I} - \lambda \mathbf{W}_T)$ adalah nonsingular dengan $|\lambda| < 1$.
5. ε_i berdistribusi identik (bersifat independen).
6. Bersifat linier dalam variabel.

3.1. Estimasi Variabel Laten Eksogen

Persamaan model pengukuran variabel laten eksogen sebagaimana persamaan (2.3) yaitu $\mathbf{x} = \Lambda_x \xi + \delta^*$. Persamaan model pengukuran dari variabel laten eksogen dapat ditulis kembali dalam bentuk matrik sebagai berikut:

BAB

4

DISTRIBUSI *ERROR* MODEL SAR-SEM DAN SERM-SEM

4.1. Distribusi *Error* dari Model SAR-SEM

Model SAR-SEM sebagaimana pada persamaan (2.16) dituliskan kembali dalam bentuk persamaan sebagai berikut:

$$\begin{aligned} l_1 &= \beta_0 + k_{11}\beta_1 + k_{12}\beta_2 + \dots k_{1p}\beta_p + \lambda w_{11}l_1 + \lambda w_{12}l_2 + \dots \lambda w_{1T}l_T + \varepsilon_1 \\ l_2 &= \beta_0 + k_{21}\beta_1 + k_{22}\beta_2 + \dots k_{2p}\beta_p + \lambda w_{21}l_1 + \lambda w_{22}l_2 + \dots \lambda w_{2T}l_T + \varepsilon_2 \\ &\vdots \\ l_T &= \beta_0 + k_{T1}\beta_1 + k_{T2}\beta_2 + \dots k_{Tp}\beta_p + \lambda w_{T1}l_1 + \lambda w_{T2}l_2 + \dots \lambda w_{TT}l_T + \varepsilon_T \end{aligned}$$

atau persamaan dalam matriknya adalah

$$\begin{pmatrix} l_1 \\ l_2 \\ \vdots \\ l_T \end{pmatrix}_{T \times 1} = \begin{pmatrix} 1 & k_{11} & k_{12} & \dots & k_{1p} \\ 1 & k_{21} & k_{22} & \dots & k_{2p} \\ \vdots & \vdots & \vdots & \ddots & \vdots \\ 1 & k_{T1} & k_{T2} & \dots & k_{Tp} \end{pmatrix}_{T \times (p+1)} + \lambda \begin{pmatrix} w_{11} & w_{12} & \dots & w_{1T} \\ w_{21} & w_{22} & \dots & w_{2T} \\ \vdots & \vdots & \ddots & \vdots \\ w_{T1} & w_{T2} & \dots & w_{TT} \end{pmatrix}_{T \times T} \begin{pmatrix} l_1 \\ l_2 \\ \vdots \\ l_T \end{pmatrix}_{T \times 1} + \begin{pmatrix} \varepsilon_1 \\ \varepsilon_2 \\ \vdots \\ \varepsilon_T \end{pmatrix}_{T \times 1}$$

dimana \mathbf{K} berdistribusi sebagaimana persamaan (3.4) dan \mathbf{l} berdistribusi sebagaimana persamaan (3.12).

Model SAR-SEM sebagaimana pada persamaan (2.16) dapat ditulis kembali $\mathbf{l} = (\mathbf{I} - \lambda \mathbf{W})^{-1} \mathbf{K} \boldsymbol{\beta} + (\mathbf{I} - \lambda \mathbf{W})^{-1} \boldsymbol{\varepsilon}$ dimana ini merupakan model regresi spasial dengan memandang variabel \mathbf{l} merupakan variabel respon dan \mathbf{K} variabel bebas yang bersifat random, sehingga fungsi dari \mathbf{l} adalah $f(\mathbf{l} | \mathbf{K})$, oleh karena itu variabel \mathbf{K} bukan lagi bersifat random tetapi tetap. *Error* pada persamaan tersebut adalah

$$\boldsymbol{\varepsilon} = \begin{pmatrix} \mathbf{I} - \lambda \mathbf{W} \end{pmatrix}_{T \times T} \mathbf{l} - \mathbf{K} \boldsymbol{\beta} \quad \begin{matrix} T \times T & T \times T & T \times 1 & T \times (p+1) & (p+1) \times 1 \end{matrix}$$

Distribusi *error* didapatkan berdasarkan nilai ekspektasi dan varians:

BAB 5

ESTIMASI PARAMETER MODEL SAR-SEM DAN SERM-SEM

5.1. Estimasi Parameter Model SAR-SEM

Jika parameter pada model SAR-SEM sebagaimana pada persamaan (2.16) dengan distribusi *error* sebagaimana persamaan (4.1) diduga menggunakan metode OLS dan metode momen, maka akan didapatkan penduga yang bias dan tidak konsisten. Hal ini karena terdapat kasus bahwa variabel regressor \mathbf{Wl} berkorelasi dengan *error* ε atau $\text{cov}[\mathbf{Wl}, \varepsilon] \neq 0$ (Bukti pada Lampiran 3).

Persamaan (2.16) disederhanakan menjadi $\mathbf{l} = \mathbf{Z} \boldsymbol{\delta} + \boldsymbol{\varepsilon}$

dimana $\mathbf{Z}_{T \times (p+2)} = \left(\begin{array}{c|c} \mathbf{K} & \mathbf{Wl} \\ \hline T \times (p+1) & T \times T \times 1 \end{array} \right)$ dan $\boldsymbol{\delta}_{(p+2) \times 1} = \left(\begin{array}{c|c} \boldsymbol{\beta}' & \lambda \\ \hline 1 \times (p+1) & 1 \times 1 \end{array} \right)'$.

Pada penelitian ini, $\boldsymbol{\delta}$ diduga menggunakan metode 2SLS, yaitu melalui metode OLS dengan 2 langkah sebagai berikut:

a. Pendugaan menggunakan metode 2SLS membutuhkan variabel instrumen \mathbf{H} , yaitu gabungan antara matrik \mathbf{K} dan matrik \mathbf{WK}

atau dituliskan $\mathbf{H}_{T \times 2(p+1)} = \left(\begin{array}{c|c} \mathbf{K} & \mathbf{W K} \\ \hline T \times (p+1) & T \times T \times (p+1) \end{array} \right)$. Variabel instrumen

$\mathbf{H}_{T \times 2(p+1)} = \left(\begin{array}{c|c} \mathbf{K} & \mathbf{W K} \\ \hline T \times (p+1) & T \times T \times (p+1) \end{array} \right)$ adalah valid (Bukti pada Lampiran 4).

b. Melakukan regresi *ordinary least square* (OLS) antara variabel \mathbf{Z} dengan variabel instrumen \mathbf{H}

$\mathbf{Z} = \mathbf{H}\mathbf{H}^{-1}(\mathbf{H}')^{-1}\mathbf{H}'\mathbf{Z} + \boldsymbol{\varepsilon}$ dengan memisalkan $\mathbf{Z} = \mathbf{R} + \boldsymbol{\varepsilon}$. Turunan pertama terhadap \mathbf{Z} adalah

$\hat{\mathbf{Z}}_{T \times (p+2)} = \mathbf{H}_{T \times (2p+1)} \left(\begin{array}{c|c} \mathbf{H}' & \mathbf{H} \\ \hline (2p+1) \times T & T \times (2p+1) \end{array} \right)^{-1} \mathbf{H}'_{(2p+1) \times T} \mathbf{Z}_{T \times (p+2)}$. Dengan memisalkan

BAB 6

UJI DEPENDENSI SPASIAL

Ada beberapa uji spasial dependensi pada model regresi spasial standar. Diantaranya uji *Moran's I*, uji *Lagrange Multiplier* untuk dependensi spasial *error* dan uji *Lagrange Multiplier* untuk dependensi spasial *autoregressive*. Uji *Moran's I* untuk autokorelasi *error* spasial merupakan uji secara umum, sedangkan uji *Lagrange Multiplier* bersifat lebih spesifik. Pada buku ini menggunakan uji *Lagrange Multiplier* untuk menguji spasial dependensi.

6.1. Uji Dependensi Spasial Model SAR-SEM

Uji dependensi spasial pada model SAR-SEM (tanpa asumsi distribusi *error* model sama dengan model SAR tradisional) menggunakan uji *Langrange Multiplier* (LM) akan diurai pada Teorema 4.

Teorema 4

Jika model SAR-SEM sebagaimana pada persamaan (2.16) dengan distribusi *error* sebagaimana persamaan (4.1) maka didapatkan uji

$$\text{Langrange Multiplier adalah } \mathbf{LM}_{\lambda} = \frac{-\left(p \begin{pmatrix} \mathbf{W} & \mathbf{K} & \hat{\boldsymbol{\beta}} \end{pmatrix}' \tilde{\boldsymbol{\varepsilon}} \right)^2}{p \mathbf{D}} \text{ dan di}$$

$\begin{matrix} 1 \times 1 & & & & \\ & T \times T & T \times (p+1) & (p+1) \times 1 & \\ & & & & T \times 1 \end{matrix}$

bawah H_0 , statistik uji \mathbf{LM}_{λ} mengikuti distribusi $\chi^2_{(1)}$ dimana nilai

BAB 7

PENGUJIAN PARAMETER SECARA SIMULTAN MENGUNAKAN *MAXIMUM LIKELIHOOD RATIO TEST* (MLRT)

7.1. Model SAR-SEM

Uji simultan parameter model SAR-SEM sebagaimana pada persamaan (2.16) dengan distribusi *error* sebagaimana persamaan (4.1) dilakukan untuk mengetahui signifikansi parameter pada model secara simultan dan akan diurai pada Teorema 6.

Teorema 6

Jika model SAR-SEM sebagaimana pada persamaan (2.16) dengan distribusi *error* sebagaimana persamaan (4.1) dan distribusi \mathbf{l} sebagaimana pada persamaan (3.8) maka statistik uji MLRT adalah

$$\left(\Lambda^{\frac{2}{n}} - 1 \right) \frac{(n-p)}{(n-1)p} \quad \text{dimana} \quad \Lambda^{\frac{2}{n}} = \left| \frac{\sum_{i=1}^n (\mathbf{l}_i - \mathbf{e}\eta)' (\mathbf{l}_i - \mathbf{e}\eta)}{\sum_{i=1}^n (\mathbf{l}_i - (\mathbf{e}\eta - \mathbf{K}\hat{\boldsymbol{\beta}}))' (\mathbf{l}_i - (\mathbf{e}\eta - \mathbf{K}\hat{\boldsymbol{\beta}}))} \right|.$$

Pada tingkat signifikansi α hipotesis nol ditolak jika

$$\left(\Lambda^{\frac{2}{n}} - 1 \right) \frac{(n-p)}{(n-1)p} > F_{(p, n-p(\alpha))}.$$

Bukti Teorema 6

Pengujian dilakukan dengan hipotesis sebagai berikut:

$$H_0 : \beta_1 = \beta_2 = \dots = \beta_p = 0$$

$$H_1 : \text{paling sedikit ada satu } \beta_j \neq 0.$$

a. Menentukan himpunan parameter di bawah populasi

Model $\mathbf{l} = \boldsymbol{\beta}_0 + \mathbf{K} \boldsymbol{\beta} + \lambda \mathbf{W} \mathbf{l} + \boldsymbol{\varepsilon}$, dimana distribusi

$$\mathbf{l} \sim N_T \left(\mathbf{e} \eta_l, \left(\Lambda_y' \boldsymbol{\Theta}_{\boldsymbol{\varepsilon}}^{-1} \Lambda_y \right)^{-1} \mathbf{I}_T \right)$$

$T \times 1 \quad T \times 1 \quad T \times p \quad p \times 1 \quad T \times T \quad T \times 1 \quad T \times 1$

DAFTAR PUSTAKA

- Anekawati, A., Otok, B.W., Purhadi dan Sutikno (2017), "Modelling of the Education Quality of a High Schools in Sumenep Regency Using Spatial Structural Equation Modelling", *Journal of Physics: Conference Series*, Vol. 890, hal. 012094. <http://doi.org/10.1088/1742-6596/890/1/012094>.
- Anekawati, A., Otok, B.W., Purhadi dan Sutikno (2018), "Generalized Method of Moments Approach to Spatial Structural Equation Modeling", *Far East Journal of Mathematical Sciences (FJMS)*, Vol. 103, No. 6, hal. 1057-1076. <http://doi.org/10.17654/MS103061057>.
- Anekawati, A., Otok, B.W., Purhadi dan Sutikno (2020a), "Lagrange Multiplier Test for Spatial Autoregressive Model with Latent Variables", *Symmetry*, Vol. 12, No. 8, 2020.
- Anekawati, A., Otok, B.W., Purhadi dan Sutikno (2020b), " Exploring the Related Factors in Education Quality Trough Spatial Autoregressive Modeling with Latent Variables: A Rural Case Study", *Education Research International*. vol. 2020, Article ID 8823186, 2020.
- Anselin, L. (1988a), *Spatial Econometrics: Methods and Models*, Kluwer Academic Publisher, Dordrecht. Diambil dari <http://link.springer.com/10.1007/978-94-015-7799-1>.
- Anselin, L. (1988b), "Lagrange Multiplier Test Diagnostics for Spatial Dependence and Spatial Heterogeneity", *Geographical Analysis*, Vol. 20, No. 1, hal. 1-17. <http://doi.org/10.1111/j.1538-4632.1988.tb00159.x>.
- Breusch, T.S. dan Pagan, A.R. (1980), "The Lagrange Multiplier Test and Its Applications to Model Specification in Econometrics", *The Review of Economic Studies*, Vol. 47, No. 1, hal. 239-253. <http://doi.org/10.2307/2297111>.
- Gupta, A.K. dan Nagar, D.K. (2000), *Matrix Variate Distributions*, Monographs and Surveys in Pure and Applied Mathematics, 1 Ed., Chapman and Hall/CRC.
- Kelejian, H.H. dan Prucha, I.R. (1999), "A Generalized Moments Estimator for the Autoregressive Parameter in a Spatial

- Model", *International Economic Review*, Vol. 40, No. 2, hal. 509–533. <http://doi.org/10.1111/1468-2354.00027>.
- Kelejian, H.H. dan 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*, Vol. 17, No. 1, hal. 99–121.
- Kline, R.B. (2005), *Principles and practice of structural equation modeling, Methodology in the social sciences*, 2nd ed., Guilford Press, New York.
- Oud, J.H.L. dan Folmer, H. (2008), "A Structural Equation Approach to Models with Spatial Dependence", *Geographical Analysis*, Vol. 40, No. 2, hal. 152–166. <http://doi.org/10.1111/j.1538-4632.2008.00717.x>.
- Sahoo, P. (2013), *Probability and Mathematical Statistics*, Department of Mathematics University of Louisville Louisville, Louisville, USA.
- Schumacker, R.E. dan Lomax, R.G. (2004), *A Beginner's Guide to Structural Equation Modeling*, 2nd ed., Lawrence Erlbaum Associates, New Jersey.

TENTANG PENULIS UTAMA

Dr. Anik Anekawati, M.Si, lahir di Kediri 14 Juli 1974. Dosen dan peneliti di Universitas Wiraraja ini telah menyelesaikan pendidikan sarjananya di Program Studi Statistika Universitas Brawijaya, pendidikan strata dua dan program doktor di Departemen Statistika Institut Teknologi Sepuluh Nopember (ITS). Fokus penelitian pada Structural Equation Modeling dan Analisis Spasial yang diaplikasikan pada bidang Pendidikan, Kesehatan, Sosial, dan lain-lain. Kontak: anik@wiraraja.ac.id