BAB II

TINJAUAN PUSTAKA

1.1 Indeks Pembangunan Manusia

Indeks Pembangunan Manusia (IPM) adalah indeks pencapaian kemampuan dasar pembangunan manusia berbasis sejumlah komponen dasar kualitas hidup yang dibangun melalui pendekatan tiga dimensi dasar yaitu umur panjang dan sehat, pendidikan, dan kehidupan yang layak (BPS, 2016). Untuk mengukur masing-masing dimensi IPM, dipresentasikan oleh indikator. Dimensi umur panjang dan sehat dipresentasikan oleh indikator angka harapan hidup, dimensi pendidikan dipresentasikan oleh indikator harapan lama sekolah dan rata-rata lamanya sekolah, serta dimensi kehidupan yang layak dipresentasikan oleh indikator kemampuan daya beli.

1.1.1 Komponen Pembentuk Indeks Pembangunan Manusia

Menurut BPS (2016), komponen pembentuk Indeks Pembangunan Manusia sebanyak tiga dimensi dan masing-masing dimensi tersebut direpresentasikan oleh indikator. Dimensi kesehatan direpresentasikan oleh indikator angka harapan hidup, dimensi pendidikan direpresentasikan oleh indikator angka harapan lama sekolah dan rata-rata lama sekolah, dan dimensi standar hidup layak direpresentasikan oleh indikator kemampuan daya beli.

a. Angka Harapan Hidup

Angka harapan hidup (AHH) mrupakan indikator untuk mengukur dimensi umur panjang dan sehat dalam komponen pembentuk Indeks Pembangunan Manusia. Angka harapan hidup didefinisikan sebagai rata-rata perkiraan banyak tahun yang dapat ditempuh oleh seseorang selama hidup. Perhitungan angka harapan hidup melalui pendekatan tak langsung *(indirect estimation).* Data yang digunakan adalah anak lahir hidup (ALH) dan anak masih hidup (AMH). Indeks harapan hidup dihitung dengan menggunakan nilai maksimum dan nilai minimum harapan hidup sesuai standar UNDP, yaitu angka tertinggi sebagai batas atas dipakai 85 tahun dan terendah adalah 25 tahun.

b. Angka Harapan Lama Sekolah

Angka harapan lama sekolah (AHLS) merupakan salah satu indikator untuk mengukur dimensi pendidikan dalam komponen pembentuk Indeks Pembangunan Manusia. Angka harapan lama sekolah didefinisikan sebagai lamanya sekolah (dalam tahun) yang diharapkan akan dirasakan oleh anak pada umur tertentu dimasa mendatang dengan asumsi bahwa peluang anak tersebut akan tetap bersekolah pada umur-umur berikutnya sama dengan peluang penduduk yang bersekolah per jumlah penduduk untuk umur yang sama saat ini.

c. Rata-Rata Lama Sekolah

Rata-rata lama sekolah merupakan indikator lainnya untuk mengukur dimensi pendidikan dalam komponen pembentuk Indeks Pembangunan Manusia. Rata-rata lama sekolah didefinisikan sebagai jumlah tahun yang digunakan oleh penduduk dalam menjalani pendidikan formal. Diasumsikan bahwa kondisi normal rata-rata lama sekolah suatu wilayah tidak akan turun.

d. Tingkat Pengangguran Terbuka

Chalid dan Yusuf (2014) menggunakan tingkat pengangguran terbuka sebagai variabel dasar yang digunakan untuk dimensi standar hidup layak melalui indikator ketenagakerjaan dalam mengukur kinerja pembangunan. Pengangguran terbuka merupakan bagian dari angkatan kerja yang tidak bekerja atau sedang mencari pekerjaan (baik bagi mereka yang belum pernah bekerja sama sekali maupun yang sudah pernah bekerja sama sekali maupun yang sudah pernah bekerja), atau sedang mempersiapkan suatu usaha, mereka yang tidak mencari pekerjaan karena merasa tidak mungkin untuk mendapatkan pekerjaan dan mereka yang sudah memiliki pekerjaan dan mereka yang sudah memiliki pekerjaan tetapi belum mulai bekerja (Bappeda, 2011). Tingkat pengangguran adalah persentase jumlah pengangguran terbuka terhadap jumlah angkatan kerja. Tingkat pengangguran ini dapat mempengaruhi nilai IPM.

e. Pengeluaran perkapita

Daya beli atau pengeluaran per kapita disesuaikan merupakan kemampuan masyarakat dalam membelanjakan uangnya untuk barang dan jasa. Kemampuan ini sangat dipengaruhi oleh harga-harga riil antar wilayah karena nilai tukar yang digunakan dapat menurunkan atau menaikkan nilai daya beli. Dengan demikian kemampuan daya beli masyarakat antar satu wilayah dengan wilayah lain berbeda. Pengeluaran perkapita memberikan gambaran tingkat daya beli PPP (*Purchasing Power Parity*) masyarakat, dan sebagai salah satu komponen yang digunakan dalam melihat status pembangunan manusia di suatu wilayah serta menggambarkan tingkat kesejahteraan yang dinikmati oleh penduduk sebagai dampak semakin baiknya ekonomi.(BPS,2014)

1.2 Data Panel

Data panel merupakan sebuah set data yang berisi data sampel individu pada sebuah periode waktu tertentu (Ekananda, 2014). Maka akan didapatkan berbagai observasi pada setiap individu di dalam sampel. Dengan kata lain, data panel merupakan gabungan antara data lintas waktu (time-series) dan data lintas individu. Menurut Widarjono (2009), data panel adalah gabungan antara data time series (runtun waktu) dan data cross section (individual). Secara umum, model regresi data panel adalah sebagai berikut (Hsiao, 2003):

$$y_{it} = X_{it}\beta + \mu_i + \mu_{it} \quad (1)$$

Dimana :

i : indeks unit; i = 1,2,3,...,N

t : indeks periode waktu; t = 1,2,3,...,T

y_{it} : observasi variabel dependen pada unit i dan waktu t

X_{it} : variabel independen berupa vektor baris berukuran 1 x k, dengan k adalah banyaknya variabel independen

β : vektor parameter berukuran k x 1

μ_{it} : *error* unit individu ke-i dan unit waktu ke-t

1.2.1 Model Regresi Data Panel

Model regresi data panel dapat dilakukan dengan tiga pendekatan, yaitu *Common Effect* Model, *Fixed Effect* Model, dan *Random Effect* Model.

- *Common Effect Model*

  Model *Common Effect* merupakan teknik yang paling sederhana untuk mengestimasi model regresi data panel. Pendekatan ini mengabaikan heterogenitas antar unit cross section maupun antar waktu. Diasumsikan bahwa perilaku data antar unit cross section sama dalam berbagai kurun waktu. Dalam mengestimasi model *Common Effect* dapat dilakukan dengan metode Ordinary Least Square (OLS). Model *Common Effect* dapat dinyatakan sebagai berikut (Widarjono, 2009):

$$y_{it} = \alpha + X_{it}\beta + u_{it} \,; i = 1,2,\dots,N \,; t = 1,2,\dots,T \quad (2)$$

- *Fixed Effect Model*

  Menurut Gujarati (2003), salah satu cara untuk memperhatikan heterogenitas unit cross section pada model regresi data panel adalah dengan mengijinkan nilai intersep yang berbeda-beda untuk setiap unit cross section tetapi masih mengasumsikan slope konstan. *Model Fixed Effect* dapat dinyatakan sebagai berikut:

  $$y_{it} = \alpha_i + X_{it}\beta + u_{it}\ ; i = 1,2,\dots,N\ ; t = 1,2,\dots,T \qquad (3)$$

  Terdapat dua pendekatan untuk model *Fixed Effect*, yaitu model *Fixed Effect* within group (WG) dengan mengeliminasi efek unit cross section dan model *Fixed Effect* least square dummy variable (LSDV) dengan penggunaan variabel dummy (Gujarati, 2012).

- *Random Effect Model*

  Pendekatan *Random Effect Model* (REM) mengasumsikan setiap unit cross section mempunyai perbedaan intersep. Namun demikian, diasumsikan bahwa intersep α_I adalah variabel acak dengan mean α_0. Sehingga intersep dapat ditulis sebagai $\alpha_I = \alpha_0 + \varepsilon_I$ dengan ε_I merupakan *error* random yang mempunyai mean nol dan varian σ_ε^2. Model *Random Effect* dapat dinyatakan sebagai berikut (Gujarati, 2003):

  $$y_{it} = \alpha_i + X_{it}\beta + w_{it}\ ; i = 1,2,\dots,N\ ; t = 1,2,\dots,T \qquad (4)$$

  dengan $w_{it} = \varepsilon_i + u_{it}$, ε_i adalah komponen *error* cross section, dan u_{it} adalah *error* secara menyeluruh yang merupakan kombinasi time series dan cross section. Estimasi model *Random Effect* dilakukan dengan metode *Generalized Least Square (GLS).*

1.2.2 Uji Pemilihan Model Data Panel

- *Uji Chow*

  Uji Chow digunakan untuk memilih apakah model *Common Effect* atau *Fixed Effect* yang akan digunakan. Hipotesis untuk uji Chow adalah sebagai berikut (Hsiao, 2003):

  H0 : $\mu_1 = \mu_2 = \ldots = \mu_N$(model CEM)

  H1 : paling tidak ada satu $\mu_i = \mu_j$ (model FEM), dimana i ≠ j; i, j = 1, 2, ..., N

  Statistik uji :

  $$F_0 = \frac{(RRSS-URSS)/_{N-1}}{(URSS)/_{(NT-N-K)}} \quad (5)$$

  Dengan:

  RRSS = sum square of *error* CEM

  URSS = sum square of *error* FEM

  H0 ditolak jika $F_0 > F_{tabel}$ dengan $F_{tabel} = F_{(N-1,NT-N-K,\alpha)}$ yang artinya model yang digunakan adalah FEM.

- *Uji Hausman*

  Uji Hausman dilakukan jika dari hasil uji Chow model yang sesuai adalah model *Fixed Effect*. Uji Hausman dilakukan untuk memilih model estimasi terbaik antara model *Fixed Effect* atau model *Random Effect*. Hipotesisnya sebagai berikut:

  $H_0 : Corr(X_{it}, u_{it}) = 0\ (model\ random\ effect)$

  $H_1 : Corr(X_{it}, u_{it}) \neq 0\ (model\ fixed\ effect)$

  Statistik uji Hausman dinyatakan pada persamaan berikut (Greene, 2008) :

$$W = [\hat{\beta}_{FEM} - \hat{\beta}_{REM}]'^{\hat{\psi}-1}[\hat{\beta}_{FEM} - \hat{\beta}_{REM}] \tag{6}$$

dengan,

$$\psi = Var[\hat{\beta}_{FEM}] - Var[\hat{\beta}_{REM}] \tag{7}$$

H0 ditolak jika $> X^2_{\alpha,K}$, maka model yang digunakan adalah *Fixed Effect*.

- *Uji Breusch-Pagan*

  Uji Breusch-Pagan dilakukan untuk memilih apakah model *Random Effect* ataupun *Common Effect* yang digunakan. Hipotesis untuk uji Breusch-Pagan adalah sebagai berikut (Greene, 2003):

  $H_0 : \sigma_u^2 = 0\ (common\ effect)$

  $H_0 : \sigma_u^2 \neq 0\ (random\ effect)$, i = 1, 2, ..., N; t = 1, 2, ...,T

  Statistika uji

$$LM = \frac{NT}{2(T-1)}\left[\frac{\sum_{i=1}^{N}[\sum_{t=1}^{T} e_{it}]^2}{\sum_{i=1}^{N}\sum_{t=1}^{T} e_{it}^2} - 1\right]^2 \tag{8}$$

  H0 ditolak jika$> X^2_{\alpha,1}$, maka model yang digunakan adalah *Random Effect*

1.3 Pemodelan Spasial

Menurut Anselin (1988) menjelaskan terdapat dua efek spatial dalam ekonometrika yaitu efek spatial responce dan spatial heterogenity.Spatial response menunjukkan keterkaitan (autocorrelation) antarlokasi obyek penelitian (crosssectional data set). Spatialheterogenity mengacu padakeragaman bentuk fungsional dan parameter pada setiap lokasi. Lokasi-lokasi kajian menunjukkan ketidak homogenan dalam data.

Menurut LeSage (1999) dan Anselin (1988), model spatial secara umum dapat dinyatakan dalam bentuk persamaan berikut:

$$y = \rho W y + X\beta + u \quad (9)$$

$$u = \lambda W u + \varepsilon \; dengan \; \varepsilon \sim N(0, \sigma^2 I) \quad (10)$$

Dimana y suatu vektor variabel endogenus, berukuran nx1 sedangkan X adalah matriks variabel eksogenus,berukuran nx(k+1) kemudian β adalah vektor parameter koefisien regresi, berukuran (k+1)x1 dan ρ adalah parameter koefisien spatial *lag* variabel endogenus. Sedangkan λ adalah parameter koefisien spatial *lag* pada *error*, u adalah vektor *error* pada persamaan pertama di atas berukuran nx1 dan ε : vektor *error* pada persamaan kedua di atas berukuran nx1, yang berdistribusi normal dengan mean nol dan varians $\sigma^2 I$. Kemudian W Matriks pembobot, berukuran n x n. I adalah matriks identitas, berukuran nxn, n adalah banyaknya amatan atau lokasi (i = 1, 2, 3, …, n) serta k adalah banyaknya variabel independen (k = 1, 2, 3,.l).

Pemodelan spatial dibagi menjadi beberapa macam diantaranya yaitu *Spatial Autoregressive Model* (SAR), *Spatial Error Model* (SEM), *Spatial Autoregressive Confused* (SAC), *Spatial Durbin Model* (SDM) dan *Spatial Durbin Error Model* (SDEM), dan lain sebagainya.

1.3.1 SAR (*Spatial Autoregressive Model*)

Menurut Anselin (1988), Model *Spatial Autoregresive* adalah model yang mengkombinasikan model regresi sederhana dengan *lag* spasial pada variabel dependen dengan menggunakan data *cross section*. Model *spasial autoregressive* terbentuk apabila $W_2 = 0$ dan $\rho = 0$, sehingga model ini mengasumsikan bahwa proses autoregressive hanya pada variabel respon (Lee dan Yu, 2010). Model umum SAR panel ditunjukan oleh persamaan sebagai berikut:

$$Y_{it} = \rho \sum_{j=1}^{N} W_{ij} Y_{it} + \alpha + X_{it}\beta + \varepsilon_{it} \tag{11}$$

Y_{it} merupakan variabel respon pada unit observasi ke-i dan waktu ke-t, ρ adalah koefisien spasial autoregressive dan W_{ij} adalah elemen mantrik pembobot spasial, X_{it} adalah variabel prediktor pada unit observasi ke-i dan waktu ke-t, β adalah koefisien slope, α adalah intersep model regresi, ε_{it} adalah komponen *error* pada unit observasi ke-i dan waktu ke-t.

1.3.2 SEM (*Spatial Error Model*) dan SDEM (*Spatial Durbin Error Model*)

Model spasial dari SEM memiliki bentuk seperti persamaan berikut ini:

$$y = X\beta + u$$

$$u = \lambda W u + \varepsilon \tag{12}$$

Dimana y adalah nx1 vektor variabel bebas, X adalah n x p matriks pada variabel terikat β adalah p x 1 vektor pada koefisien regresi, W adalah n x n matriks pembobot spasial, λ adalah parameter spasial dependensi dan ε adalah vector berdistribusi independen dan identic (i.i.d). Persamaan berikut dapat diselesaikan hingga didapat u

$$u = \lambda W u + \varepsilon$$

$$\lambda W u - u = \varepsilon$$

$$(I - \lambda W)u = \varepsilon$$

$$u = (I - \lambda W)^{-1}\varepsilon \tag{13}$$

Dari persamaan di atas didapat:

$$y = X\beta + (I - \lambda W)^{-1}\varepsilon \tag{14}$$

Dari persamaan diatas dikembangkan oleh LeSage dan Pace (2009) yang mengenalkan Spatial Durbin *Error* Model (SDEM), dengan adanya penambahan *lag* pada variabel terikat

$$y = \beta_0 + X_1\beta_1 + WX_1\beta_1 + X_2\beta_2 + WX_2\beta_2 + X_3\beta_3 + WX_3\beta_3 + X_4\beta_4 + WX_4\beta_4 + (I - \lambda W)^{-1}\varepsilon \tag{15}$$

Persamaan tersebut dapat dinyatakan dalam persamaan berikut

$$y = Z\beta + (I - \lambda W)^{-1}\varepsilon \tag{16}$$

Dimana $Z = [I\ X_1\ X_2\ WX_1\ WX_2]$ dan $\beta = [\beta_0\ \beta_1\ \beta_2\ \beta_3\ \beta_4]$ WX adalah spasial *lag* pada X dan I merupakan matriks identitas 1x1. Untuk estimasi Spatial Durbin *Error* Model menggunakan metode Maximum Likelihood Estimation (MLE). Dari persamaan di atas dibentuk fungsi likelihood, pembentukan fungsi likelihood tersebut dilakukan melalui *error* ε. Hasil pembentukan fungsi tersebut yaitu pada persamaan berikut:

$$y = Z\beta + (I - \lambda W)^{-1}\varepsilon$$

$$\varepsilon = y(I - \lambda W) + Z\beta(I - \lambda W)$$

$$\varepsilon = (I - \lambda W) + (y - Z\beta) \tag{17}$$

Dimana

$$Z = [I\ X_1\ X_2\ WX_1\ WX_2] \text{ dan } \beta = [I\ \beta_0\ \beta_1\ \beta_2\ \beta_3\ \beta_4]^T$$

$$J = \left|\frac{\partial_u}{\partial_y}\right| = |I - \lambda W| \tag{18}$$

Sehingga menghasilkan

$$L(\lambda, \beta, \sigma^2; y) = (2\pi)^{-\frac{n}{2}}(\sigma^2)^{-\frac{n}{2}}|J|e^{\left\{-\frac{1}{2\sigma^2}\varepsilon^T\varepsilon\right\}}$$

$$L(\lambda, \beta, \sigma^2; y) = (2\pi)^{-\frac{n}{2}}(\sigma^2)^{-\frac{n}{2}}|I - \lambda W|e^{\left\{-\frac{1}{2\sigma^2}[(I-\lambda W)(y-Z\beta)]^T[(I-\lambda W)(y-Z\beta)]\right\}} \quad (19)$$

Operasi logaritma natural (ln likelihood) pada persamaan berikut:

$$ln\, L(\lambda, \beta, \sigma^2; y) = c - \frac{n}{2}\ln(\sigma^2) + ln|I - \lambda W| - \frac{1}{2\sigma^2}[(I - \lambda W)(y - Z\beta)]^T[(I - \lambda W)(y - Z\beta)] \quad (20)$$

Dari persamaan tersebut akan didapat estimasi parameter $\hat{\beta}$, $\hat{\lambda}$, $\hat{\sigma}^2$

- Estimasi *parameter* $\hat{\beta}$

  Estimasi parameter $\hat{\beta}$ diperoleh dengan memaksimumkan fungsi ln likelihood persamaan di atas, yaitu turunan pertama persamaan tersebut terhadap $\hat{\beta}$ dan membuatnya sama dengan nol seperti berikut:

$$\frac{\partial L(\lambda, \beta, \sigma^2; y)}{\partial \beta} = 0$$

$$\frac{\partial\left\{c - \frac{n}{2}\ln(\sigma^2) + ln|I - \lambda W| - \frac{1}{2\sigma^2}[(I - \lambda W)(y - Z\beta)]^T[(I - \lambda W)(y - Z\beta)]\right\}}{\partial \beta} = 0$$

$$\frac{1}{\sigma^2}\{[Z^T(I - \lambda W)^T(I - \lambda W)y] - [Z^T(I - \lambda W)^T(I - \lambda W)Z]\beta\} = 0$$

$$\hat{\beta} = [Z^T(I - \lambda W)^T(I - \lambda W)Z]^{-1}[Z^T(I - \lambda W)^T(I - \lambda W)Z] \quad (21)$$

- Estimasi *parameter* $\hat{\lambda}$

  Estimator $\hat{\lambda}$ tidak dapat diperoleh dari residual OLS, estimator $\hat{\lambda}$ diperoleh dari bentuk eksplisit dari concentrated ln likelihood function (Anselin, 2001). Dengan mendistribusikan persamaan di atas ke dalam persamaan dan mengabaikan konstanta maka:

$$\ln L(\lambda) = -\frac{n}{2} ln\left\{\frac{1}{n}(y - Z\beta)^T(y - Z\beta)\right\} + ln|I - \lambda W| \tag{22}$$

Karena sifatnya yang tidak close form, maka penyelesaian untuk mencari estimasi parameter dilakukan dengan metode iterative.

- Estimasi *parameter* $\hat{\sigma}^2$

  Estimasi parameter $\hat{\sigma}^2$ diperoleh dengan penurunan pertama persamaan di atas terhadap $\hat{\sigma}^2$dan membuatnya sama dengan nol seperti berikut:

$$\frac{\partial L(\lambda, \beta, \sigma^2; y)}{\partial \sigma^2} = 0$$

$$\frac{\partial \left\{c - \frac{n}{2}\ln(\sigma^2) + ln|I - \lambda W| - \frac{1}{2\sigma^2}[(I - \lambda W)(y - Z\beta)]^T[(I - \lambda W)(y - Z\beta)]\right\}}{\partial \sigma^2} = 0$$

$$-\frac{n}{2\sigma^2} + \frac{n}{2\sigma^4}[(I - \lambda W)(y - Z\beta)]^T[(I - \lambda W)(y - Z\beta)] = 0$$

$$\sigma^2 = \frac{1}{n}[(I - \lambda W)(y - Z\beta)]^T[(I - \lambda W)(y - Z\beta)] \tag{23}$$

1.3.3 SDEM Panel

Model SDEM merupakan pengembangan dari model *error* spasial panel dengan ditambahkan variabel *lag* X yang diberi pembobot W. Secara umum model spasial *error* panel *Fixed Effect* dituliskan sebagai berikut (Tamara dkk, 2016):

$$y = X\beta + (l_T \Theta I_N)\mu + \phi$$

$$\phi = \rho W_{NT}\phi + \varepsilon \tag{24}$$

Dengan:

ρ = koefisien parameter spasial *error* pada model spasial *error* data panel.

ϕ = vektor *error* persamaan pertama yang berukuran NT x 1.

ε = vektor *error* persamaan kedua yang berukuran NT x 1.

Jika diberi *lag* X, maka persamaannya akan menjadi SDEM Panel:

$$y = X\beta + W_{NT}X\beta + (l_T \Theta I_N)\mu + u$$

$$u = \rho W_{NT}u + \varepsilon \qquad (25)$$

1.4 Pembobot Spasial

Matriks pembobot spasial merupakan matriks yang menyatakan hubungan dari wilayah pengamatan yang berukuran n × n dan disimbolkan dengan W. Adapun bentuk umum dari matriks pembobot spasial (W) adalah:

$$\boldsymbol{W} = \begin{bmatrix} w_{11} & w_{12} & \cdots & w_{1n} \\ w_{21} & w_{22} & \cdots & w_{2n} \\ \vdots & \vdots & \ddots & \vdots \\ w_{n1} & w_{n2} & \cdots & w_{nn} \end{bmatrix}.$$

Elemen-elemen dari W diatas adalah wij dengan i adalah baris pada elemen W dan j adalah kolom pada elemen W dan merupakan wilayah di sekitar lokasi pengamatan i. Elemen W diatas dapat memiliki dua nilai yaitu nol dan satu. Dimana

nilai wij = 1 untuk wilayah yang berdekatan dengan lokasi pengamatan, sedangkan nilai wij = 0 untuk wilayah yang tidak berdekatan dengan lokasi pengamatan.

Menurut Lesage (1999) secara umum terdapat tiga tipe interaksi atau persinggungan batas wilayah, yaitu:

- *Rook Contiguity*

  Rook contiguity ialah persentuhan sisi wilayah satu dengan sisi wilayah yang lain yang bertetangga. Adapun nilai dari tiap elemennya yaitu jika lokasi i dan j bersentuhan sisi maka wij = 1. Namun, jika lokasi i dan j tidak bersentuhan sisi maka wij = 0.

- *Bishop Contiguity*

  Bishop contiguity ialah persentuhan titik sudut wilayah satu dengan wilayah lain yang bertetangga. Adapun nilai dari tiap elemennya yaitu jika lokasi i dan j bersentuhan titik sudut maka wij = 1. Namun, jika lokasi i dan j tidak bersentuhan titik sudut maka wij = 0.

- *Queen Contiguity*

  Queen contiguity ialah persentuhan sisi maupun titik sudut wilayah satu dengan wilayah yang lain yaitu gabungan rook contiguity dan bishop contiguity. Adapun nilai dari tiap elemennya yaitu jika lokasi i dan j bersentuhan sisi atau titik sudut maka wij = 1. Namun, jika lokasi i dan j tidak bersentuhan sisi ataupun titik sudut maka wij = 0.

1.5 Uji Dependensi Spasial (Uji LM dan Robust LM)

Menurut Elhorst (2014) Uji Lagrange Multiplier dan Robust LM digunakan untuk menguji interaksi atau dependensi spasial pada model yang telah ditentukan. Uji ini yang akan digunakan untuk menentukan model mana saja yang baik, yang artinya memiliki dependensi spasial dan kemudian akan dimodelkan sebagai model terbaik.

Hipotesis untuk pemodelan spasial *lag*:

H0 : δ = 0 (tidak ada kebergantungan spasial *lag*)

H1 : $\delta \neq 0$ (ada kebergantungan spasial *lag*)

Statistik Uji spasial *lag*:

$$LM_\delta = \frac{[e'(I_T \Theta W)y/\vartheta_e^2]}{J} \tag{26}$$

Hipotesis untuk pemodelan spasial *error*:

H_0 : ρ = 0 (tidak ada kebergantungan spasial *error*)

H_1 : $\rho \neq 0$ (ada kebergantungan spasial *error*)

Statistik Uji spasial *error*:

$$LM_\rho = \frac{[e'(I_T \Theta W)e/\vartheta_e^2]}{TxT_W} \tag{27}$$

I_T adalah matriks identitas, e adalah vektor *error* model regresi gabungan (pooled model), teta dan adalah taksiran varian dari *error* model regresi gabungan. J dan T_W dinyatakan dalam rumus berikut :

$$J = \frac{1}{\hat{\sigma}_e^2}[((I_T \Theta \mathrm{W})\mathrm{X}\hat{\beta})'(I_{NT} - X(X'X)^{-1}X')(I_T \Theta \mathrm{W})\mathrm{X}\hat{\beta} + TT_W\hat{\sigma}_e^2]$$

$$T_W = tr(WW + W'W) \tag{28}$$

dimana "tr" adalah trace matrik. Statistik uji LM berdistribusi χ^2 dan H_0 ditolak jika nilai statistik LM lebih besar dari nilai $\chi 2_{(\alpha,1)}$

1.6 Uji Signifikansi Parameter (Uji Wald)

Menurut Anselin (1988) Uji Wald digunakan untuk tes signifikansi parameter di dalam sebuah model. Jadi, hasil estimasi parameter-parameter yang dihasilkan dari model yang akan diestimasi akan diuji apakah variabel tersebut dapat secara signifikan digunakan untuk membentuk model tersebut atau tidak. Hipotesis yang digunakan untuk menguji signifikansi parameter secara individu yaitu

H_0 : $\hat{\delta}, \hat{\rho}, \hat{\beta} = 0$ (koefisien parameter tidak signifikan)

H_1 : $\hat{\delta}, \hat{\rho}, \hat{\beta} \neq 0$ (koefisien parameter signifikan)

Statistik Uji:

$$Wald_{\hat{\delta}} = \frac{\hat{\delta}}{Se(\hat{\delta})} \quad ; \quad Wald_{\hat{\rho}} = \frac{\hat{\rho}}{Se(\hat{\rho})} \quad ; \quad Wald_{\hat{\beta}} = \frac{\hat{\beta}}{Se(\hat{\beta})}$$

H_0 ditolak apabila |Wald| > $Z_{(\alpha/2)}$ atau p-value < α

1.7 Uji Kebaikan Model (*Goodness of Fit*)

Menurut Elhorst (2014) Pengukuran kriteria kebaikan model dilakukan dengan mengukur koefisien determinasi (R^2). Perhitungan R^2 menggunakan persamaan berikut:

$$R^2 = 1 - \frac{\tilde{e}'\tilde{e}}{(y-\bar{y})'(y-\bar{y})} \tag{29}$$

$\bar{y}$ adalah mean dari variabel dependen dan $\tilde{e}$ adalah residual pada masing-masing model spasial data panel

Untuk model Spasial Lag *Fixed Effect error*nya adalah:

$$\tilde{e} = y - \hat{\delta}(I_N \Theta \mathrm{W})\mathrm{y} - \mathrm{X}\hat{\beta} - (l_T \Theta I_N)\hat{\mu} \tag{30}$$

Untuk model Spasial *Error Fixed Effect error*nya adalah:

$$\tilde{e} = y - \hat{\delta}(I_N \Theta \mathrm{W})\mathrm{y} - [\mathrm{X} - \rho(\widehat{I_N \Theta \mathrm{W}})\mathrm{X}]\hat{\beta} - (l_T \Theta I_N)\hat{\mu} \tag{31}$$

Nilai R^2 menunjukkan besarnya pengaruh yang dijelaskan oleh variabel independen dalam model terhadap variabel dependen. Semakin tinggi R^2 menyatakan bahwa pengaruh yang dijelaskan oleh variabel independen dalam model terhadap variabel dependen semakin besar yang berarti semakin baik modelnya. Sehingga, R^2 dapat digunakan sebagai kriteria pemilihan model. Model yang terpilih merupakan model dengan R^2 terbesar.