BAB II

TINJAUAN PUSTAKA

2.1 Indeks Pembangunan Manusia

IPM merupakan indikator penting untuk mengukur keberhasilan dalam upaya membangun kualitas hidup manusia (masyarakat/penduduk), Indeks Pembangunan Manusia (IPM) juga dapat menentukan peringkat atau level pembangunan suatu wilayah atau negara, bagi Indonesia Indeks Pembangunan Manusia (IPM) merupakan data strategis karena selain sebagai ukuran kinerja pemerintah Indeks Pembangunan Manusia (IPM) juga digunakan salah satu alokator penentuan Dana Alokasi Umum (DAU), (BPS:2019).

Konsep pembangunan manusia seharusnya perlu dianalisis dan dipahami dari suatu pembangunan, yaitu bukan hanya dilihat dari pertumbuhan ekonominya saja, tetapi dilihat dari sudut manusianya juga. *United Nations Development Program* (UNDP) mengeluarkan beberapa kutipan dalam (*Human Development Report*,1995) tentang premis penting dari pembangunan manusia, antara lain sebagai berikut:

1. Penduduk adalah pusat perhatian yang harus diutamakan pada proses pembangunan.
2. Pembangunan bertujuan untuk memperbesar pilihan-pilihan bagi penduduk, bukan hanya untuk meningkatkan pendapatan masyarakat. Sehingga konsep pembangunan manusia telah dipusatkan bagi penduduk secara menyeluruh tidak hanya pada aspek ekonomi saja.

3. Pembangunan manusia bertujuan untuk memanfaatkan kemampuan manusia secara optimal bukan hanya untuk meningkatkan kemampuan manusia.
4. Empat pilar pokok pendukung pembangunan manusia, yaitu: produktifitas, pemerataan, dan pemberdayaan.
5. Pembangunan manusia menjadi dasar dalam penentuan tujuan pembangunan dan dalam menganalisis pilihan-pilihan untuk mencapainya. Penduduk ditempatkan sebagai tujuan akhir sedangkan upaya pembangunan dipandang sebagai sarana untuk mencapai tujuan itu.

Untuk menjamin tercapainya tujuan pembangunan manusia ada empat hal pokok yang perlu diperhatikan yaitu:

a. Produktifitas

   Penduduk harus meningkatkan partisipasi penuh dan produktifitas dalam proses menciptakan pendapatan, karena pembangunan ekonomi merupakan bagian dari model pembangunan manusia.

b. Pemerataan

   Penduduk memiliki kesempatan yang sama untuk mendapatkan akses terhadap sumber daya ekonomi dan sosial. Penghapusan akses yang dapat menghambat penduduk dalam mendapatkan kesempatan pemerataan sumber daya ekonomi dan sosial, dengan tujuan penduduk dapat ikut berpartisipasi penuh dan memperoleh manfaat dari kegiatan produktif guna meningkatkan kualitas hidup.

c. Kesinambungan

Semua sumber daya, baik sumber daya manusia maupun lingkungan harus selalu diperbarui karena sumber daya dipastikan tidak hanya untuk generasi-generasi yang akan datang.

d. Pemberdayaan

Penduduk harus berpartisipasi penuh dalam keputusan dan proses penentuan (bentuk/arah) kehidupan serta proses pembangunan.

Pembangunan manusia sesungguhnya memiliki makna yang luas. Ide dasar dari pembangunan manusia yaitu dengan menciptakan pertumbuhan positif dalam bidang ekonomi, sosial, budaya, politik, lingkungan serta perubahan dalam kesejahteraan manusia. Maka dari itu, manusia sudah seharusnya diposisikan sebagai kekayaan bangsa yang sesungguhnya. Dengan menggunakan konsep inilah, tujuan utama dari pembangunan manusia harus mampu menciptakan lingkungan yang memungkinkan bagi rakyatnya guna menikmati umur panjang, sehat, dan menjalankan kehidupan yang produktif (*Human Development Report*, 1990).

2.2 Angka Harapan Hidup

Angka Harapan Hidup (AHH) merupakan rata-rata usia yang diperkirakan pada seseorang atas dasar angka kematian pada masa tersebut yang cenderung tidak berubah di masa mendatang. Angka Harapan Hidup (AHH) juga dapat diartikan dengan banyaknya tahun yang ditempuh penduduk yang masih hidup sampai umur tertentu. Angka Harapan Hidup (AHH) ditentukan oleh besarnya angka jumlah kematian bayi, jika jumlah kematian bayi meningkat maka Angka Harapan Hidup akan rendah.

Berdasarkan Peraturan Presiden No.5 Tahun 2010 tentang rencana pembangunan kesehatan adalah meningkatnya derajat kesehatan masyarakat melalui peningkatan akses masyarakat terhadap pelayanan kesehatan yang berkualitas. Pencapaian tersebut tercermin dari meningkatnya Umur Harapan Hidup (UHH) dari 70,6 tahun menjadi 72,0 tahun (Sarjuni, 2009 dalam Sarasaty, 2011).

2.3 Angka Melek Huruf

Angka Melek Huruf (AMH) merupakan perbandingan antara penduduk usia 15 tahun ke atas yang mempunyai kemampuan membaca dan menulis huruf latin dan huruf lainnya dengan jumlah penduduk usia 15 tahun ke atas. Batas maksimum Angka Melek Huruf (AMH) adalah sebesar 100 sedangakan batas minimum sebesar 0 (standar UNDP). Angka Melek Huruf (AMH) merupakan salah satu dari sekian indikator yang dapat dijadikan pengukur kesejahteraan sosial yang merata dengan melihat tinggi rendahnya persentase penduduk yang melek huruf.

2.4 Rata-rata Lama Sekolah

Tobing (dalam Hastarini, 2005) mengemukakan bahwa orang yang memiliki tingkat pendidikan lebih tiggi, diukur dengan lamanya waktu untuk sekolah akan memiliki pekerjaan dan upah yang lebih baik dibanding dengan orang yang pendidikannya rendah. Batas maksimum untuk Rata-rata Lama Sekolah (RLS) adalah sebesar 15 tahun dan batas minimum sebesar 0 tahun (standar UNDP). Asumsi yang berlaku secara umum yaitu semakin tinggi jenjang pendidikan yang ditempuh seseorang, maka semakin tinggi pula kualitas seseorang

2.5 Harapan Lama Sekolah

Harapan Lama Sekolah (HLS) didefinisikan lamanya sekolah (dalam tahun) yang diharapkan dapat dirasakan oleh anak pada umur tertentu dimasa yang akan datang. Angka Harapan Lama Sekolah (HLS) dihitung pada penduduk berusia 7 tahun ke atas.

(BPS, 2018) menunjukkan bahwa pada tahun 2018, anak-anak yang berusia 7 tahun memiliki harapan dapat menikmati pendidikan selama 12,91 tahun atau setara dengan jenjang Diploma I, lebih lama 0,06 tahun dari tahun sebelumnya. Kemudian pada penduduk usia 25 tahun ke atas, rata-rata telah menempuh pendidikan selama 8,17 tahun atau setara dengan dengan kelas XI, lebih lama 0,07 tahun dari tahun sebelumnya.

2.6 Pengeluaran Perkapita yang Disesuaikan

Pengeluaran Perkapita yang Disesuaikan (PPDS) merupakan pengeluaran perkapita yang disesuaikan dengan indeks harga consume dan penurunan utilitas marginal. Pengeluaran Perkapita Disesuaikan (PPDS) memberikan gambaran tingkat daya beli masyarakat dan sebagai salah satu dari sekian komponen yang digunakan dalam melihat Indeks Pembangunan Manusia (IPM).

Purchasing Power Party (PPP) dilakukan sebagai perbandingan harga-harga riil antar provinsi dan antar kabupaten/kota. Dengan hal tersebut dapat mengingatkan nilai tukar yang dapat digunakan untuk menaikkan atau menurunkan nilai daya beli masyarakat yang terukur dari konsumsi perkapita yang telah disesuaikan.

2.7 Data Panel

Menurut (Widarjono, 2009) data panel adalah gabungan data *time series* (runtun waktu) dan data *cross section* (individual). Menurut (Hsiao, 2003) Secara umum, model regresi data panel adalah sebagai berikut:

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

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 adalah banyaknya variabel independen

β : vektor parameter berukuran k x 1

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

2.7.1 Estimasi Model Regresi Data Panel

- *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):

$$y_{it} = a + x_{it}\beta + u_{it}\ ;\ I = 1,2,\ldots,N\ ;\ T = 1,2,\ldots,T \quad (2)$$

- *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 dituliskan sebagai berikut:

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

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

- *Random Effect Model*

  Pendekatan *Random Effect Model* (REM) mengasumsikan bahwa setiap unit cross section mempunyai perbedaan intersep. Model *Random Effect* dapat dinyatakan sebagai berikut (Gujarati, 2003):

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

  Estimasi model *Random Effect* dilakukan dengan metode *Ordinary Least Square (OLS)*. Metode estimasi *Ordinary Least Square (OLS)* bergantung pada asumsi kunci yang matriks berat spatial secara ketat ekosgen, yang diduga akan dilanggar dalam beberapa aplikasi empiris.

2.8 Pemodelan Spatial

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).

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

$$\boldsymbol{y = \rho W y + X\beta + u} \tag{5}$$

$$\boldsymbol{u = \lambda W u + \varepsilon \; dengan \; \varepsilon \sim N(0, \sigma^2 I)} \tag{6}$$

Dimana y sebagai 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 merupakan parameter koefisien spatial *lag* pada *error*, u sebagai 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).

2.8.1 *Spatial Autoregressive Model* (SAR)

Menurut Anselin (1988), Model *Spatial Autoregresive* adalah model yang mengkombinasikan model regresi sederhana dengan *lag* spatial pada variabel dependen dengan menggunakan data *cross section*. Model *spatial autoregressive* terbentuk apabila W2 = 0 dan ρ = 0 , sehingga model ini mengasumsikan bahwa proses autoregressive hanya pada variabel respon (Lee dan Yu, 2010). Model SAR panel dapat dituliskan pada persamaan sebagai berikut:

$$\boldsymbol{Y_{it}} = \boldsymbol{\rho} \sum_{j=1}^{N} \boldsymbol{W_{ij} Y_{it}} + \boldsymbol{\alpha} + \boldsymbol{X_{it} \beta} + \boldsymbol{\varepsilon_{it}} \quad (7)$$

Y_{it} merupakan variabel respon pada unit observasi ke-i dan waktu ke-t, ρ adalah koefisien spatial autoregressive dan W_{ij} adalah elemen matrik pembobot spatial, 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.

2.8.2 *Spatial Eror Model* (SEM) dan *Spatial Durbin Error Model* (SDEM)

Model spatial dari SEM memiliki bentuk seperti persamaan berikut:

$$\boldsymbol{y} = \boldsymbol{X\beta} + \boldsymbol{u}$$

$$\boldsymbol{u} = \boldsymbol{\lambda W u} + \boldsymbol{\varepsilon} \quad (8)$$

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 spatial, λ adalah parameter spatial dependensi dan ε adalah vector berdistribusi independen dan identic (i.i.d). Persamaan dapat diselesaikan hingga didapatkannaya u, yaitu sebagai berikut:

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

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

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

$$u = (I - \lambda W)^{-1} \varepsilon \quad (9)$$

Dari persamaan di atas, maka didapat:

$$\boldsymbol{y} = \boldsymbol{X\beta} + (\boldsymbol{I} - \boldsymbol{\lambda W})^{-1}\boldsymbol{\varepsilon} \tag{10}$$

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

$$y = \beta_0 + X_1\beta_1 + WX_1\beta_1 + X_2\beta_2 + WX_2\beta_2 + X_3\beta_3 + WX_3\beta_3 + X_4\beta_4 + WX_4\beta_4 + (I - \lambda W)^{-1}\varepsilon \tag{11}$$

Persamaan di atas dapat dinyatakan dalam persamaan berikut:

$$\boldsymbol{y} = \boldsymbol{Z\beta} + (\boldsymbol{I} - \boldsymbol{\lambda W})^{-1}\boldsymbol{\varepsilon} \tag{12}$$

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 *Spatial 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:

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

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

$$\boldsymbol{\varepsilon} = (\boldsymbol{I} - \boldsymbol{\lambda W}) + (\boldsymbol{y} - \boldsymbol{Z\beta}) \tag{13}$$

Dimana:

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

$$\boldsymbol{J} = \left|\frac{\boldsymbol{\partial_u}}{\boldsymbol{\partial_y}}\right| = |\boldsymbol{I} - \boldsymbol{\lambda W}| \tag{14}$$

Sehingga dihasilkan sebagai berikut:

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

$$L(\lambda,\beta,\sigma^2;y) = (2\pi)^{-\frac{n}{2}}(\sigma^2)^{-\frac{n}{2}}|I-\lambda W|e^{\left\{-\frac{1}{2\sigma^2}[(I-\lambda W)(y-Z\beta)]^T[(I-\lambda W)(y-Z\beta)]\right\}} \quad (15)$$

Operasi logaritma natural (ln likelihood) pada persamaan berikut:

$$ln\, L(\lambda,\beta,\sigma^2;y) = c - \frac{n}{2}\ln(\sigma^2) + ln|I-\lambda W| - \frac{1}{2\sigma^2}[(I-\lambda W)(y-Z\beta)]^T[(I-\lambda W)(y-Z\beta)] \quad (16)$$

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

- Estimasi Parameter $\hat{\beta}$

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

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

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

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

$$\hat{\beta} = [Z^T(I-\lambda W)^T(I-\lambda W)Z]^{-1}[Z^T(I-\lambda W)^T(I-\lambda W)Z] \quad (17)$$

- Estimasi Parameter $\hat{\lambda}$

  Estimator λ tidak dapat diperoleh dari residual OLS, estimator λ diperoleh dari bentuk eksplisit dari *concentrated ln likelihood function*

  (Anselin, 2001). Karena sifatnya yang tidak *close form,* maka penyelesaian untuk mencari estimasi parameter dilakukan dengan metode *iterative*. Dengan mendistribusikan persamaan di atas ke dalam persamaan dan mengabaikan konstanta maka diperoleh model sebagai berikut:

$$\ln L(\lambda) = -\frac{n}{2} ln\left\{\frac{1}{n}(y - Z\beta)^T(y - Z\beta)\right\} + ln|I - \lambda W| \qquad (18)$$

- 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:

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

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

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

$$\sigma^2 = \frac{1}{n}[(I - \lambda W)(y - Z\beta)]^T[(I - \lambda W)(y - Z\beta)] \qquad (19)$$

2.8.3 *Spatial Durbin Model* (SDM) Panel

Model SDM ini merupakan model pengembangan dari model *Spatial Autoregressive* dengan spatial lag variabel independen. Estimasi parameter dengan menggunakan *Maximum Likelihood* dengan data panel dikembangkan oleh *Beer dan Riedl* (2010). Untuk memudahkan dalam mendapatkan parameter dengan *Maximum Likelihood*, bentuk *Spatial Durbin Model* (SDM) pada persamaan adalah sebagai berikut:

$$y = qWY + XQ + Wxy + c \qquad (20)$$

Dengan mendefinisikan A = (1 – qW), $\tilde{Z} = [X, WX]$, dan $\tilde{Q} = [Q, y]$, maka fungsi *log-likelihood* persamaan di atas diperoleh:

$$\ln L = \frac{NT}{2}\ln(2\pi\sigma^2) + \ln[A] - \frac{1}{2\sigma^2}(Ay - \tilde{Z}\,\tilde{\beta})^T(Ay - \tilde{Z}\,\tilde{\beta}) \qquad (21)$$

Sehingga diperoleh estimasi parameter $\rho, \tilde{\beta}, dan\ \sigma^2$ sebagai berikut:

$$\tilde{\boldsymbol{\beta}} = (\tilde{\boldsymbol{Z}}^T\tilde{\boldsymbol{Z}})^{-1}\tilde{\boldsymbol{Z}}^T\boldsymbol{Ay}$$

$$\tilde{\boldsymbol{\sigma}}^2 = \frac{1}{NT}(\boldsymbol{Ay} - \tilde{\boldsymbol{Z}}\,\tilde{\boldsymbol{\beta}})^T(\boldsymbol{Ay} - \tilde{\boldsymbol{Z}}\,\tilde{\boldsymbol{\beta}}) \tag{22}$$

2.8.4 *Spatial Durbin Error Model* (SDEM) Panel

Model SDEM merupakan pengembangan dari model *error* spatial panel dengan ditambahkan variabel *lag* X yang diberi pembobot W. Maka, secara umum model spatial *error* panel *Fixed Effect* dapat ditampilkan sebagai berikut Tamara et.al. (2016):

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

$$\boldsymbol{\phi} = \boldsymbol{\rho W_{NT}\phi} + \boldsymbol{\varepsilon} \tag{23}$$

Dengan:

ρ = koefisien parameter spatial *error* pada model spatial *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 sebagai berikut:

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

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

2.9 Pembobot Spatial

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

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

Melihat bentuk matriks pembobot spatial di atas, W berisikan elemen-elemen yaitu wij dengan i adalah baris pada elemen W dan j adalah kolom pada elemen W yang merupakan wilayah di sekitar lokasi pengamatan i. Elemen-elemen W memiliki dua nilai, yakni nilai nol dan nilai satu. Sebagai perincian wij = 1 untuk wilayah yang dekat dengan lokasi pengamatan dan nilai wij = 0 untuk wilayah yang jauh dengan lokasi pengamatan.

Menurut Lesage (1999) secara umum terdapat tiga tipe interaksi atau persinggungan batas wilayah, yaitu meliputi *Rook Contiguity*, *Bishop Contiguity, dan Queen Contiguity*. Dari tiga tipe interaksi atau persinggungan batas wilayah tersebut dapat dibahas sebagai berikut:

- *Rook Contiguity*

  Rook contiguity yaitu 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 yaitu 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 yaitu 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.

2.10 Uji Dependensi Spatial (Uji *Lagrange Multiplier*)

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

Hipotesis untuk pemodelan spatial *lag*:

H0 : $\delta = 0$ (tidak ada kebergantungan spatial *lag*)

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

Statistik Uji spatial *lag*:

$$\boldsymbol{LM_{\delta} = \frac{[e'(I_T \Theta W)y/\vartheta_e^2]}{J}} \quad (25)$$

Hipotesis untuk pemodelan spatial *error*:

H_0 : $\rho = 0$ (tidak ada kebergantungan spatial *error*)

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

Statistik Uji spatial *error:*

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

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

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

$$T_W = tr(WW + W'W) \tag{27}$$

Jika "tr" merupakan trace matrik. Maka, statistik uji LM berdistribusi χ^2 dan menolak H_0 jika nilai statistik LM lebih besar dari nilai $\chi 2_{(\alpha,1)}$.

2.11 Uji Signifikansi Parameter

Menurut Anselin (1988) Uji Wald digunakan untuk tes signifikansi parameter di dalam sebuah model.

Kriteria pengujian yang digunakan adalah sebagai berikut:

- ✓ H_0 diterima apabila |Wald| < $Z_{(\alpha/2)}$ atau p-value > α
- ✓ H_0 ditolak apabila |Wald| > $Z_{(\alpha/2)}$ atau p-value < α
- ✓ Taraf signifikansi α=0,05 atau setara dengan 5%.

Dengan statistik uji sebagai berikut:

$$Wald_{\hat{\delta}} = \frac{\hat{\delta}}{Se(\hat{\delta})} \quad ; \quad Wald_{\hat{\rho}} = \frac{\hat{\rho}}{Se(\hat{\rho})} \quad ; \quad Wald_{\hat{\beta}} = \frac{\hat{\beta}}{Se(\hat{\beta})} \tag{28}$$

2.12 Uji Kebaikan Model (*Goodness of Fit*)

Menurut Elhorst (2009) Pengukuran kriteria kebaikan model dilakukan dengan mengukur koefisien determinasi (R^2). Perhitungan R^2 dapat dilakukan menggunakan persamaan sebagai berikut:

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

Nilai R^2 menunjukkan besarnya pengaruh yang dijelaskan oleh variabel independen (X) dalam model terhadap variabel dependen (Y). Semakin tinggi nilai R^2 yang dihasilkan, maka dapat dinyatakan bahwa pengaruh yang dijelaskan oleh variabel independen dalam model terhadap variabel dependen semakin besar sehingga dapat diartikan dengan semakin baiknya sebuah model. Nilai R^2 dapat digunakan sebagai kriteria pemilihan model.