

BAB II

TINJAUAN PUSTAKA

1.1 Pendapatan Domestik Regional Bruto

PDRB merupakan salah satu indikator pertumbuhan ekonomi suatu wilayah. PDRB adalah nilai bersih barang dan jasa-jasa akhir yang dihasilkan oleh berbagai kegiatan ekonomi di suatu daerah dalam suatu periode (Sasana, 2006). Semakin tinggi PDRB suatu daerah, maka semakin besar pula potensi sumber penerimaan daerah tersebut. Menurut Sukirno (2006) pertumbuhan ekonomi dapat didefinisikan sebagai perkembangan kegiatan dalam perekonomian yang menyebabkan barang dan jasa yang diproduksi dalam masyarakat bertambah. PDRB dapat menggambarkan kemampuan suatu daerah mengelola sumber daya alam yang dimilikinya. Oleh karena itu besaran PDRB yang dihasilkan oleh masing-masing daerah sangat bergantung kepada potensi sumber daya alam dan faktor produksi Daerah tersebut. Adanya keterbatasan dalam penyediaan faktor-faktor tersebut menyebabkan besaran PDRB bervariasi antar daerah. Di dalam perekonomian suatu negara, masing-masing sektor tergantung pada sektor yang lain, satu dengan yang lain saling memerlukan baik dalam tenaga, bahan mentah maupun hasil akhirnya. Sektor industri memerlukan bahan mentah dari sektor pertanian dan pertambangan, hasil sektor industri dibutuhkan oleh sektor pertanian dan jasa-jasa.

Produk Domestik Regional Bruto (PDRB) menurut Badan Pusat Statistik (BPS) didefinisikan sebagai jumlah nilai tambah yang dihasilkan oleh seluruh unit usaha dalam suatu wilayah, atau merupakan jumlah seluruh nilai barang dan jasa

akhir yang dihasilkan oleh seluruh unit ekonomi di suatu wilayah. PDRB dibagi menjadi 3 pendekatan, yaitu Pendekatan Produksi, Pendekatan Pendapatan dan Pendekatan Pengeluaran. PDRB juga dibagi menjadi 9 sektor yaitu:

- Pertanian, Peternakan, Kehutanan dan Perikanan
- Pertambangan dan Penggalian
- Industri Pengolahan
- Listrik, Gas dan Air Bersih
- Konstruksi
- Perdagangan, Hotel dan Restoran
- Pengangkutan dan Komunikasi
- Keuangan, Real Estate dan Jasa Perusahaan
- Jasa-jasa termasuk jasa pelayanan pemerintah. Setiap sektor tersebut dirinci lagi menjadi sub-sub sektor.

Menurut Todaro (1997) ada tiga faktor atau komponen utama dalam pertumbuhan ekonomi dari setiap bangsa. Ketiganya adalah :

- Akumulasi modal, meliputi semua bentuk atau jenis investasi baru yang ditanamkan pada tanah, peralatan fisik, dan modal atau sumber daya manusia
- Pertumbuhan penduduk
- Kemajuan teknologi

Menurut Sukirno (2006) terdapat empat faktor yang menentukan pertumbuhan ekonomi, ke empat faktor tersebut adalah :

- Tanah dan kekayaan alam lainnya
- Jumlah dan mutu dari penduduk dan tenaga kerja

- Barang-barang modal dan tingkat teknologi
- Sistem sosial dan sikap masyarakat

Menurut Kuncoro (2001) menyatakan bahwa pendekatan pembangunan tradisional lebih dimaknai sebagai pembangunan yang lebih memfokuskan pada peningkatan PDRB suatu provinsi, Kabupaten, atau kota. Sedangkan pertumbuhan ekonomi dapat dilihat dari pertumbuhan angka PDRB (Produk Domestik Regional Bruto). Saat ini umumnya PDRB baru dihitung berdasarkan dua pendekatan, yaitu dari sisi sektoral / lapangan usaha dan dari sisi penggunaan. Selanjutnya PDRB juga dihitung berdasarkan harga berlaku dan harga konstan. Total PDRB menunjukkan jumlah seluruh nilai tambah yang dihasilkan oleh penduduk dalam periode tertentu.

1.2 Investasi

Menurut Sukirno (2003) kegiatan investasi memungkinkan suatu masyarakat terus menerus meningkatkan kegiatan ekonomi dan kesempatan kerja, meningkatkan pendapatan nasional dan meningkatkan taraf kemakmuran masyarakat. Peranan ini bersumber dari tiga fungsi penting dari kegiatan investasi, yakni: (1). investasi merupakan salah satu komponen dari pengeluaran agregat, sehingga kenaikan investasi akan meningkatkan permintaan agregat, pendapatan nasional serta kesempatan kerja, (2). pertambahan barang modal sebagai akibat investasi akan menambah kapasitas produksi. (3). investasi selalu diikuti oleh perkembangan teknologi.

Penggairahan iklim investasi di Indonesia dijamin keberadaannya dengan adanya Undang-Undang No.1 Tahun 1967 tentang Penanaman Modal Asing (PMA) dan Undang-Undang No.6 Tahun 1968 tentang Penanaman Modal Dalam Negeri (PMDN). Kedua undang-undang ini kemudian dilengkapi dan

disempurnakan, dimana UU No. 1 Tahun 1967 tentang PMA disempurnakan dengan UU No. 11 Tahun 1970 dan UU No. 6 Tahun 1968 tentang PMDN disempurnakan dengan UU No. 12 Tahun 1970. Definisi penanaman modal asing (PMA) antara lain sebagai alat pembayaran luar negeri yang tidak merupakan bagian kekayaan devisa Indonesia, yang dengan persetujuan pemerintah digunakan untuk pembiayaan perusahaan di Indonesia, Sedangkan definisi penanaman modal dalam negeri (PMDN) adalah kegiatan menanam modal untuk melakukan usaha di wilayah Negara RI yang dilakukan oleh penanam modal dalam negeri dengan menggunakan modal dalam negeri.

Investasi pada hakekatnya merupakan awal kegiatan pembangunan ekonomi. Investasi dapat dilakukan oleh swasta, pemerintah atau kerjasama antara pemerintah dan swasta. Investasi merupakan suatu cara yang dapat dilakukan oleh pemerintah untuk meningkatkan pertumbuhan ekonomi dan untuk jangka panjang dapat menaikkan standar hidup masyarakatnya (Mankiw, 2003). Dengan semakin besarnya investasi pemerintah pada barang publik maka diharapkan akan mendorong pertumbuhan sektor pertumbuhan sektor swasta dan rumah tangga dalam mengalokasikan sumberdaya yang ada di suatu daerah. Hal ini pada akhirnya akan menyebabkan makin meningkatnya PDRB.

1.3 Tenaga Kerja

Tenaga kerja (*man power*) terdiri atas dua kelompok yaitu angkatan kerja (*labour force*) dan bukan angkatan kerja. Angkatan kerja (*labor force*) adalah tenaga kerja atau penduduk dalam usia kerja yang bekerja, atau mempunyai pekerjaan namun untuk sementara tidak bekerja, dan yang mencari pekerjaan. Sedangkan Bukan Angkatan Kerja (*unlabour force*) adalah tenaga kerja atau

penduduk dalam usia kerja yang tidak bekerja, tidak mempunyai pekerjaan dan sedang tidak mencari pekerjaan, yakni orang-orang yang kegiatannya bersekolah (pelajar, mahasiswa), mengurus rumah tangga (maksudnya ibu-ibu yang bukan wanita karir), serta menerima pendapatan tapi bukan merupakan imbalan langsung atas jasa kerjanya (Dumairy, 1996). Jumlah angkatan kerja yang bekerja merupakan gambaran dari kondisi lapangan kerja yang tersedia. Semakin bertambah besar lapangan kerja yang tersedia maka akan menyebabkan semakin meningkatnya pertumbuhan ekonomi di suatu negara, dimana salah satu indikator untuk melihat perkembangan ketenagakerjaan di Indonesia adalah Tingkat Partisipasi Angkatan Kerja (TPAK). Tingkat partisipasi angkatan kerja (*labour force participation rate*) menggambarkan jumlah angkatan kerja dalam suatu kelompok umur sebagai persentase penduduk dalam kelompok umur tersebut, yaitu membandingkan jumlah angkatan kerja dengan jumlah tenaga kerja.

1.4 *Human Capital*

Human Capital merupakan pengaruh pendidikan formal terhadap tingkat pertumbuhan ekonomi, maksudnya adalah semakin tinggi pendidikan formal yang diperoleh seseorang maka akan meningkatkan produktifitas kerja orang tersebut. Indikator yang digunakan dalam pengukuran Human Capital yaitu : IPM, Indeks Pendidikan, kesehatan dan lain-lain. Untuk memacu pertumbuhan ekonomi di Indonesia maka perlu adanya pembangunan modal manusia. Tingkat pendidikan yang tinggi dapat meningkatkan pengetahuan seseorang terutama dalam perekonomian sehingga akan muncul teknologi yang baru serta memberikan pilihan seseorang menjadi produsen, konsumen atau menjadi warga negara biasa. Baiknya

pendidikan di Indonesia di harapkan juga akan meningkatkan perekonomian di Indonesia.

1.5 Ekspor dan Impor

Ekspor adalah upaya untuk melakukan penjualan komoditi yang kita miliki kepada negara lain atau bangsa asing sesuai dengan peraturan pemerintah dengan mengharapkan pembayaran dalam valuta asing, serta melakukan komunikasi dengan bahasa asing (Amir, 2001). Ekspor sangat berpengaruh terhadap pertumbuhan ekonomi suatu negara, seperti yang telah dijelaskan dalam teori *Hecksher-Ohlin* bahwa suatu negara akan mengekspor produknya yang produksinya menggunakan faktor produksi yang murah dan berlimpah secara intensif. Kegiatan ini akan menguntungkan bagi negara tersebut, karena akan meningkatkan pendapatan nasional dan mempercepat proses pembangunan dan pertumbuhan ekonomi.

Sedangkan, Impor merupakan pembelian atau pemasukan barang dari luar negeri ke dalam suatu perekonomian dalam negeri (Sukirno, 2006). Impor sangat berpengaruh terhadap pertumbuhan ekonomi suatu negara, seperti yang telah dijelaskan dalam teori *Hecksher-Ohlin* menyatakan bahwa suatu negara akan mengimpor produk/barang yang menggunakan faktor produksi yang tidak atau jarang dimiliki oleh negara tersebut. Kegiatan ini akan menguntungkan bagi negara tersebut dibandingkan melakukan produksi sendiri namun tidak secara efisien. Indonesia sebagai negara berkembang selalu berupaya mencetak surplus perdagangan internasional atau yang lebih dikenal dengan istilah ekspor neto. Ekspor neto adalah suatu keadaan dimana nilai ekspor lebih besar daripada nilai impor. Jika ekspor neto positif maka mencerminkan tingginya permintaan akan

barang dan jasa dalam negeri, tentunya hal ini akan meningkatkan produktivitas yang dapat menyebabkan naiknya pertumbuhan ekonomi dalam negeri. Sebaliknya, jika ekspor neto negatif maka mencerminkan turunnya permintaan barang dan jasa yang akan menyebabkan menurunnya produktivitas, dan akan mengganggu laju pertumbuhan ekonomi. Perdagangan internasional (ekspor dan impor) ini akan menimbulkan perbedaan mata uang yang digunakan antar negara-negara yang bersangkutan. Akibat adanya perbedaan mata uang antar negara eksportir dan importir menimbulkan suatu perbedaan nilai tukar mata uang atau yang biasa lebih dikenal dengan istilah kurs.

1.6 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):

$$y_{it} = X_{it}\beta + \mu_i + \mu_{it} \quad (2)$$

Dimana :

i : indeks unit; $i = 1,2,3,\dots,N$

t : indeks periode waktu; $t = 1,2,3,\dots,T$

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

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

β : vektor parameter berukuran $k \times 1$

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

1.6.1 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):

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

- *Fixed Effect Model*

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

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

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):

$$y_{it} = \alpha_i + X_{it}\beta + w_{it}; i = 1, 2, \dots, N; t = 1, 2, \dots, T \quad (5)$$

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)*.

1.6.2 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):

$H_0 : \mu_1 = \mu_2 = \dots = \mu_N$ (model CEM)

H_1 : paling tidak ada satu $\mu_i \neq \mu_j$ (model FEM), dimana $i \neq j$; $i, j = 1, 2, \dots, N$

Statistik uji :

$$F_0 = \frac{(RRSS - URSS) / N - 1}{(URSS) / (NT - N - K)} \quad (6)$$

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) :

$$W = [\hat{\beta}_{FEM} - \hat{\beta}_{REM}]' \hat{\psi}^{-1} [\hat{\beta}_{FEM} - \hat{\beta}_{REM}] \quad (7)$$

dengan,

$$\hat{\psi} = Var[\hat{\beta}_{FEM}] - Var[\hat{\beta}_{REM}] \quad (8)$$

H0 ditolak jika $> X_{\alpha, K}^2$, 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*), $i = 1, 2, \dots, N$; $t = 1, 2, \dots, T$

Statistika uji

$$LM = \frac{NT}{2(T-1)} \left[\frac{\sum_{i=1}^N [\sum_{t=1}^T e_{it}]^2}{\sum_{i=1}^N \sum_{t=1}^T e_{it}^2} - 1 \right]^2 \quad (9)$$

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

1.7 Pemodelan Spasial

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

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

$$y = \rho W y + X \beta + u \quad (10)$$

$$u = \lambda W u + \varepsilon \text{ dengan } \varepsilon \sim N(0, \sigma^2 I) \quad (11)$$

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

Pemodelan spasial 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.

1.7.1 SAR (*Spatial Autoregressive Model*)

Menurut Anselin (1988), Model *Spatial Autoregressive* 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 ditunjukkan oleh persamaan sebagai berikut:

$$Y_{it} = \rho \sum_{j=1}^N W_{ij} Y_{it} + \alpha + X_{it} \beta + \varepsilon_{it} \quad (12)$$

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

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

Model spasial dari SEM memiliki bentuk seperti persamaan berikut ini:

$$\begin{aligned} y &= X\beta + u \\ u &= \lambda Wu + \varepsilon \end{aligned} \quad (13)$$

Dimana y adalah $n \times 1$ vektor variabel bebas, X adalah $n \times p$ matriks pada variabel terikat β adalah $p \times 1$ vektor pada koefisien regresi, W adalah $n \times n$ 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

$$\begin{aligned}
 u &= \lambda W u + \varepsilon \\
 \lambda W u - u &= \varepsilon \\
 (I - \lambda W) u &= \varepsilon \\
 u &= (I - \lambda W)^{-1} \varepsilon
 \end{aligned} \tag{14}$$

Dari persamaan di atas didapat:

$$y = X\beta + (I - \lambda W)^{-1} \varepsilon \tag{15}$$

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

$$y = \beta_0 + X_1\beta_1 + WX_1\beta_1 + X_2\beta_2 + WX_2\beta_2 + X_3\beta_3 + WX_3\beta_3 + X_4\beta_4 + WX_4\beta_4 + (I - \lambda W)^{-1} \varepsilon \tag{16}$$

Persamaan tersebut dapat dinyatakan dalam persamaan berikut

$$y = Z\beta + (I - \lambda W)^{-1} \varepsilon \tag{17}$$

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:

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

$$\begin{aligned}\varepsilon &= y(I - \lambda W) + Z\beta(I - \lambda W) \\ \varepsilon &= (I - \lambda W)y + (y - Z\beta)\end{aligned}\quad (18)$$

Dimana

$$\begin{aligned}Z &= [I \ X_1 \ X_2 \ WX_1 \ WX_2] \text{ dan } \beta = [I \ \beta_0 \ \beta_1 \ \beta_2 \ \beta_3 \ \beta_4]^T \\ J &= \begin{vmatrix} \frac{\partial u}{\partial y} \end{vmatrix} = |I - \lambda W|\end{aligned}\quad (19)$$

Sehingga menghasilkan

$$\begin{aligned}L(\lambda, \beta, \sigma^2; y) &= (2\pi)^{-\frac{n}{2}}(\sigma^2)^{-\frac{n}{2}}|J|e^{\left\{-\frac{1}{2\sigma^2}\varepsilon^T\varepsilon\right\}} \\ L(\lambda, \beta, \sigma^2; y) &= (2\pi)^{-\frac{n}{2}}(\sigma^2)^{-\frac{n}{2}}|I - \lambda W|e^{\left\{-\frac{1}{2\sigma^2}[(I - \lambda W)(y - Z\beta)]^T[(I - \lambda W)(y - Z\beta)]\right\}}\end{aligned}\quad (20)$$

Operasi logaritma natural (ln likelihood) pada persamaan berikut:

$$\ln L(\lambda, \beta, \sigma^2; y) = c - \frac{n}{2}\ln(\sigma^2) + \ln|I - \lambda W| - \frac{1}{2\sigma^2}[(I - \lambda W)(y - Z\beta)]^T[(I - \lambda W)(y - Z\beta)] \quad (21)$$

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:

$$\begin{aligned}\frac{\partial L(\lambda, \beta, \sigma^2; y)}{\partial \beta} &= 0 \\ \frac{\partial \left\{ c - \frac{n}{2}\ln(\sigma^2) + \ln|I - \lambda W| - \frac{1}{2\sigma^2}[(I - \lambda W)(y - Z\beta)]^T[(I - \lambda W)(y - Z\beta)] \right\}}{\partial \beta} &= 0 \\ \frac{1}{\sigma^2} \{ [Z^T(I - \lambda W)^T(I - \lambda W)y] - [Z^T(I - \lambda W)^T(I - \lambda W)Z]\beta \} &= 0 \\ \hat{\beta} &= [Z^T(I - \lambda W)^T(I - \lambda W)Z]^{-1}[Z^T(I - \lambda W)^T(I - \lambda W)y]\end{aligned}\quad (22)$$

- 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:

$$\ln L(\lambda) = -\frac{n}{2} \ln \left\{ \frac{1}{n} (y - Z\beta)^T (y - Z\beta) \right\} + \ln |I - \lambda W| \quad (23)$$

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:

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

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

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

$$\sigma^2 = \frac{1}{n} [(I - \lambda W)(y - Z\beta)]^T [(I - \lambda W)(y - Z\beta)] \quad (24)$$

1.7.3 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):

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

$$\phi = \rho W_{NT} \phi + \varepsilon \quad (25)$$

Dengan:

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

ϕ = vektor *error* persamaan pertama yang berukuran $NT \times 1$.

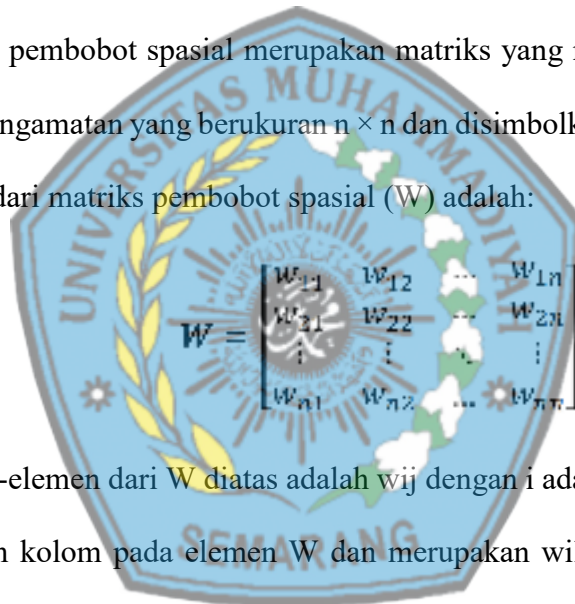
ε = vektor *error* persamaan kedua yang berukuran $NT \times 1$.

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

$$y = X\beta + W_{NT}X\beta + (I_T \otimes I_N)\mu + u$$
$$u = \rho W_{NT}u + \varepsilon \quad (26)$$

1.8 Pembobot Spasial

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


$$W = \begin{bmatrix} W_{11} & W_{12} & \dots & W_{1n} \\ W_{21} & W_{22} & \dots & W_{2n} \\ \vdots & \vdots & \ddots & \vdots \\ W_{n1} & W_{n2} & \dots & W_{nn} \end{bmatrix}$$

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

nilai $w_{ij} = 1$ untuk wilayah yang berdekatan dengan lokasi pengamatan, sedangkan nilai $w_{ij} = 0$ 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 $w_{ij} = 1$. Namun, jika lokasi i dan j tidak bersentuhan sisi maka $w_{ij} = 0$.

- *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 $w_{ij} = 1$. Namun, jika lokasi i dan j tidak bersentuhan titik sudut maka $w_{ij} = 0$.

- *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 $w_{ij} = 1$. Namun, jika lokasi i dan j tidak bersentuhan sisi ataupun titik sudut maka $w_{ij} = 0$.

1.9 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 : $\delta = 0$ (tidak ada kebergantungan spasial *lag*)

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

Statistik Uji spasial *lag*:

$$LM_{\delta} = \frac{[e'(I_T \Theta W)y / \hat{\sigma}_e^2]}{J} \quad (26)$$

Hipotesis untuk pemodelan spasial *error*:

H₀ : $\rho = 0$ (tidak ada kebergantungan spasial *error*)

H₁ : $\rho \neq 0$ (ada kebergantungan spasial *error*)

Statistik Uji spasial *error*:

$$LM_{\rho} = \frac{[e'(I_T \Theta W)e / \hat{\sigma}_e^2]}{T \times T_W} \quad (27)$$

I_T adalah matriks identitas, e adalah vektor *error* model regresi gabungan (pooled model), σ_e^2 dan T adalah taksiran varian dari *error* model regresi gabungan. J dan T_W dinyatakan dalam rumus berikut :

$$J = \frac{1}{\hat{\sigma}_e^2} [((I_T \Theta W)X\hat{\beta})'(I_{NT} - X(X'X)^{-1}X')(I_T \Theta W)X\hat{\beta} + TT_W \hat{\sigma}_e^2]$$
$$T_W = tr(WW + W'W) \quad (28)$$

dimana “tr” adalah trace matrik. Statistik uji LM berdistribusi χ^2 dan H₀ ditolak jika nilai statistik LM lebih besar dari nilai $\chi^2_{(\alpha,1)}$

1.10 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

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

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

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 $p\text{-value} < \alpha$

1.11 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:

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

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

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

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

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

$$\bar{e} = y - \hat{\delta}(I_N \Theta W)y - [X - \rho(I_N \Theta W)X]\hat{\beta} - (l_T \Theta I_N)\hat{\mu} \quad (31)$$

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.

