

Pemodelan Pertumbuhan Ekonomi Provinsi Sumatera Utara dengan Pendekatan Ekonometrika Spasial Data Panel

¹Ongki Novriandi Purba, ²Setiawan

Jurusan Statistika, Fakultas MIPA, Institut Teknologi Sepuluh Nopember (ITS)

Jl. Arief Rahman Hakim, Surabaya 60111 Indonesia

e-mail: ¹ongkinovriandipurba@gmail.com, ²setiawan@statistika.its.ac.id

Abstrak—Salah satu indikator untuk melihat keberhasilan pembangunan suatu wilayah dapat dilihat dari pertumbuhan ekonominya. Dalam analisis pertumbuhan ekonomi, indikator yang menunjukkan pertumbuhan nyata ekonomi suatu wilayah adalah PDRB atas dasar harga konstan. Pertumbuhan ekonomi suatu wilayah memiliki kecenderungan berkaitan dengan wilayah sekitarnya, sehingga diperlukan model ekonometrika spasial yang dapat mengakomodasi adanya keterkaitan antar wilayah tersebut. Pada penelitian ini menggunakan pemodelan pertumbuhan ekonomi dengan model ekonometrika spasial data panel. Model spasial yang dibangun dalam penelitian ini yaitu *Spatial Autoregressive Model (SAR)* dan *Spatial Error Model (SEM)* dengan melibatkan model panel *pooled, fixed effects* dan *random effects* menggunakan prosedur estimasi *maximum likelihood*. Terdapat dua pembobot spasial yang digunakan, yaitu pembobot *queen contiguity* dan *customize*. Pembobot *queen contiguity* dibentuk berdasarkan ketersinggungan sisi sudut. Pembobot *customize* dibentuk berdasarkan faktor lain yaitu keterkaitan infrastruktur berupa jalan nasional, jalan provinsi serta Kota Medan sebagai pusat perekonomian. Model terbaik pada pemodelan pertumbuhan ekonomi kabupaten/kota di Provinsi Sumatera Utara adalah SAR *pooled* dengan pembobot *queen contiguity*, dengan variabel signifikan yang mempengaruhi pertumbuhan ekonomi kabupaten/kota di Provinsi Sumatera Utara adalah pendapatan asli daerah dengan elastisitas sebesar 0,4044, belanja modal dengan elastisitas sebesar 0,6144 dan rumah tangga pengguna listrik dengan elastisitas sebesar 0,6609.

Kata Kunci—Ekonometrika spasial data panel, Pertumbuhan ekonomi, SAR dan SEM model *pooled, fixed effect* atau *random effect*.

I. PENDAHULUAN

Keberhasilan program pembangunan suatu negara dilihat dari pertumbuhan ekonominya, sehingga dalam melakukan pembangunan suatu wilayah pemerintah memerlukan perencanaan yang akurat serta diharapkan dapat melakukan evaluasi terhadap pembangunan yang dilakukannya. Pertumbuhan ekonomi di suatu wilayah merupakan suatu proses perubahan kondisi perekonomian yang berkesinambungan menuju keadaan yang lebih baik selama periode tertentu di wilayah tersebut. Dengan demikian, tolok ukur keberhasilan pembangunan dapat dilihat dari pertumbuhan ekonomi, struktur ekonomi, dan semakin kecilnya ketimpangan pendapatan antar penduduk, antar daerah dan antar sektor.

Produk Domestik Regional Bruto (PDRB) kabupaten/kota di Provinsi Sumatera Utara tercatat mengalami peningkatan dari tahun ke tahun [1]. Hal

tersebut menandakan terjadinya pertumbuhan nyata ekonomi ke arah yang positif. Berdasarkan fakta tersebut, faktor-faktor yang berpengaruh terhadap pertumbuhan ekonomi kabupaten/kota di Provinsi Sumatera Utara menjadi menarik untuk dikaji.

Model ekonometrika spasial pada penelitian ini diterapkan untuk menganalisis pertumbuhan ekonomi wilayah pada kabupaten/kota di Provinsi Sumatera Utara. Provinsi Sumatera Utara yang merupakan salah satu provinsi besar di Indonesia, dengan luas wilayah secara keseluruhan yaitu 72.981,23 km². Laju pertumbuhan ekonomi Provinsi Sumatera Utara terbilang cukup tinggi. Pada tahun 2014, laju pertumbuhan ekonomi Sumatera Utara tercatat sebesar 5,23% berada di atas pertumbuhan ekonomi di atas pertumbuhan ekonomi nasional sebesar 5,02% [2]. Dalam analisis pertumbuhan ekonomi wilayah, indikator yang menunjukkan pertumbuhan nyata ekonomi suatu wilayah adalah PDRB atas dasar harga konstan wilayah tersebut.

Selain faktor-faktor sosial ekonomi penelitian ini mempertimbangkan adanya interaksi spasial dalam pemodelan pertumbuhan ekonomi kabupaten/kota di Provinsi Sumatera Utara sehingga digunakan pendekatan ekonometrika spasial. Pemodelan pertumbuhan ekonomi Provinsi Sumatera Utara yaitu dengan model ekonometrika spasial yang menggunakan data cross section kabupaten/kota Provinsi Sumatera Utara. Data panel adalah gabungan antara data cross section dan data time series dimana unit cross section yang sama diukur pada waktu yang berbeda.

Berdasarkan pemaparan di atas, penelitian yang memodelkan adanya dependensi spasial menggunakan data panel cukup menarik untuk dikaji dalam kaitannya untuk memodelkan pertumbuhan ekonomi. Sehingga, pada penelitian ini akan dilakukan kajian mengenai karakteristik pertumbuhan ekonomi di Provinsi Sumatera Utara dengan mempertimbangkan adanya dependensi spasial antar kabupaten/kota menggunakan data panel dalam memodelkan pertumbuhan ekonomi kabupaten/kota di Provinsi Sumatera Utara dan menggunakan model *Spatial Autoregressive Model (SAR)* dan *Spatial Error Model (SEM)*.

II. TINJAUAN PUSTAKA

A. Model Spasial Data Panel

Dalam penelitian ini, individu yang akan diteliti adalah unit spasial sehingga efek spesifik individu selanjutnya disebut efek spesifik spasial. Model regresi linier dengan

efek spesifik spasial tetapi tanpa interaksi spasial dapat dituliskan seperti persamaan berikut:

$$y_{it} = \mathbf{x}_{it}\boldsymbol{\beta} + \mu_i + \varepsilon_{it} \quad (1)$$

dengan,

i = indeks untuk dimensi *cross-section* (unit spasial),
dimana $i = 1, \dots, N$.

t = indeks untuk dimensi waktu (periode waktu),
dimana $t = 1, \dots, T$.

y_{it} = observasi terhadap variabel dependen pada data ke- i waktu ke- t .

\mathbf{x}_{it} = vektor baris (1, K) dari observasi variabel independen.

$\boldsymbol{\beta}$ = matriks ($K,1$) dengan parameter yang tidak diketahui.

μ_i = efek spesifik spasial.

ε_{it} = *error* yang berdistribusi dan bentuk dari observasi ke- i dan t dengan mean 0 dan varians σ^2 .

Ketika terdapat interaksi secara spesifik antar unit spasial, maka model mengandung spasial *lag* pada variabel dependen atau terdapat proses autoregresif spasial pada *error*. Model spasial *lag* dinyatakan bahwa variabel dependen tergantung pada variabel dependen tetangga dan satu bagian dari karakteristik lokal. Berikut adalah model spasial *lag*(SAR).

$$y_{it} = \delta \sum_{j=1}^N w_{ij} y_{jt} + \mathbf{x}_{it}\boldsymbol{\beta} + \mu_i + \varepsilon_{it} \quad (2)$$

Dimana, δ adalah koefisien autoregresif spasial dan w_{ij} adalah elemen matrik pembobot (\mathbf{W}) spasial.

Sedangkan model spasial *error* dinyatakan dimana variabel dependen tergantung pada karakteristik lokal dan *error* yang berkorelasi antar *space*. Berikut adalah model spasial *error*(SEM).

$$y_{it} = \mathbf{x}_{it}\boldsymbol{\beta} + \mu_i + \phi_{it}, \quad (3)$$

$$\phi_{it} = \rho \sum_{j=1}^N w_{ij} \phi_{jt} + \varepsilon_{it}$$

Dimana, ϕ_{it} adalah autokorelasi spasial *error* dan adalah koefisien autokorelasi spasial [3].

B. Matriks Pembobot Spasial

Matriks pembobot spasial (\mathbf{W}) dapat diperoleh berdasarkan informasi jarak dari kedekatan ketetanggaan (*neighborhood*), atau dalam kata lain jarak antara satu wilayah dengan wilayah yang lain [4].

a. Queen Contiguity (persinggungan sisi-sudut).

Persinggungan sisi-sudut mendefinisikan $w_{ij}=1$ untuk wilayah yang bersisian (*common side*) atau titik sudutnya (*common vertex*) bertemu dengan sudut wilayah yang menjadi perhatian, $w_{ij}=0$ untuk wilayah lainnya.

b. Customize Contiguity.

Pembobot *customize* merupakan pembobot yang disusun tidak hanya memperhatikan faktor persinggungan antar wilayah tetapi juga mempertimbangkan faktor kedekatan ekonomi, infrastruktur, ataupun faktor lainnya. Nilai 1 diberikan untuk daerah yang memiliki kedekatan ekonomi, infrastruktur, ataupun faktor lainnya sedangkan nilai 0 untuk daerah yang tidak memiliki kedekatan ekonomi, infrastruktur, ataupun faktor lainnya.

C. Uji Dependensi Spasial

Salah satu uji statistik untuk mengetahui adanya ketergantungan wilayah (*spatial dependency*) adalah

dengan menggunakan uji *Lagrange Multiplier* (LM). Untuk mengetahui apakah suatu model dikatakan model spasial *lag* menggunakan uji LM *spatial lag* dan robust uji *Lagrange MultiplierLag* sedangkan untuk mengetahui model spasial *error* menggunakan uji LM *spatial error* dan robust uji *Lagrange MultiplierError*.

1. Pengujian dependensi spasial pada *lag* variabel dependen

Uji Hipotesis:

$H_0: \delta = 0$ (tidak ada dependensi *lag* spasial dalam model)

$H_1: \delta \neq 0$ (ada dependensi *lag* spasial pada model)

Statistik Uji:

$$LM_{\delta} = \frac{[e'(I_T \otimes W)Y/\hat{\sigma}^2]^2}{J} \quad (4)$$

$$\text{robust } LM_{\delta} = \frac{[e'(I_T \otimes W)Y/\hat{\sigma}^2 - e'(I_T \otimes W)e/\hat{\sigma}^2]^2}{J - TT_W} \quad (5)$$

Dengan,

$$J = \frac{1}{\hat{\sigma}^2} [(I_T \otimes W)X\beta] (I_{NT} - X(X'X)^{-1}X')(I_T \otimes W)X\beta + TT_W\sigma^2 \quad (6)$$

2. Pengujian dependensi spasial *error*

Uji Hipotesis:

$H_0: \rho = 0$ (tidak ada dependensi *error* spasial dalam model)

$H_1: \rho \neq 0$ (ada dependensi *error* spasial pada model)

Statistik Uji:

$$LM_{\rho} = \frac{[e'(I_T \otimes W)e/\hat{\sigma}^2]^2}{T \times T_W} \quad (7)$$

$$\text{robust } LM_{\rho} = \frac{[e'(I_T \otimes W)e/\hat{\sigma}^2 - TT_W/J \times e'(I_T \otimes W)Y/\sigma^2]^2}{TT_W[1 - TT_W/J]^{-1}} \quad (8)$$

Keputusan:

Statistik uji LM berdistribusi χ^2 dengan H_0 ditolak jika $LM > \chi^2$.

D. Pengujian Signifikansi Parameter

Untuk menguji signifikansi dari koefisien spasial digunakan uji *Likelihood Ratio* (LR) [5]. Pengujian ini dilakukan dengan hipotesis sebagai berikut:

a. Fixed effects

$H_0: \mu_1 = \mu_2 = \dots = \mu_N = \alpha$

$H_1: \mu \neq 0$ (minimal ada salah satu yang berbeda)

α = mean intersep

b. Random effects

$H_0: \theta = 1(\sigma_{\mu} = 0)$

$H_1: \theta \neq 1$ (minimal ada salah satu yang berbeda)

Uji ini didasarkan pada selisih *log-likelihood understricted* dan *restricted*, bentuk umumnya sebagai berikut:

$$LR = 2[L(\hat{\vartheta}) - L(\tilde{\vartheta})] \quad (9)$$

Dengan ϑ adalah parameter yang dievaluasi pada estimasi yang tidak dibatasi (*understricted*) dan yang dibatasi (*restricted*). Uji LR secara *asymtotik* mengikuti distribusi *chi-square* derajat bebas q , $\chi^2(q)$ Dengan q adalah jumlah parameter yang dibatasi. Untuk menguji koefisien spasial *lag* model spasial data panel *fixed effect* dengan hipotesis adalah:

$H_0: \delta = 0$ (tidak ada dependensi spasial *lag*)

$H_1: \delta \neq 0$ (ada dependensi spasial *lag*)

Dengan menggunakan LR test sebagai berikut:

$$LR_{\delta} = NT[\log \tilde{\sigma}^2 - \log \hat{\sigma}^2] + 2T[\log |\mathbf{I}_N - \delta \mathbf{W}|] \quad (10)$$

Uji LR secara *asymtotik* mengikuti distribusi *chi-square* derajat bebas 1, $\chi^2(1)$. Untuk menguji koefisien spasial

error model spasial data panel *fixed effect* dengan hipotesis adalah:

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

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

Dengan menggunakan LR test sebagai berikut:

$$LR_\rho = NT[\log \tilde{\sigma}^2 - \log \hat{\sigma}^2] + 2T[\log |\mathbf{I}_N - \rho \mathbf{W}|] \tag{11}$$

Uji ini secara *asymtotik* mengikuti distribusi *chi-square* derajat bebas 1, $\chi^2(1)$ Untuk menguji signifikansi koefisien spasial *lag* dan spasial *error* secara bersama-sama (*joint test*) dengan hipotesis sebagai berikut:

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

$$H_1 : \delta = \rho \neq 0 \text{ (Minimal ada satu interaksi atau dependensi spasial)}$$

Dengan menggunakan uji LR adalah:

$$LR_j = NT[\log \tilde{\sigma}^2 - \log \hat{\sigma}^2] + 2T([\log |\mathbf{I}_N - \delta \mathbf{W}| + \log |\mathbf{I}_N - \rho \mathbf{W}|]) \tag{12}$$

Uji ini secara *asymtotik* mengikuti distribusi *chi-square* derajat bebas 2, $\chi^2(2)$

E. E. Kriteria Keباikan Model (*Goodness of Fit*)

Kriteria kebaikan model pada model spasial data panel dapat dilihat dari nilai koefisien determinasi (R^2) dan *corr*². Koefisien determinasi (R^2) adalah proporsi besarnya variasi data yang dapat diberikan atau diterangkan oleh model. Perhitungan R^2 untuk data panel menggunakan persamaan berikut ini [6].

$$R^2(\mathbf{e}, \Omega) = 1 - \frac{\mathbf{e}'\Omega\mathbf{e}}{(\mathbf{Y}-\bar{Y})'(\mathbf{Y}-\bar{Y})} \text{ atau } R^2(\tilde{\mathbf{e}}) = 1 - \frac{\tilde{\mathbf{e}}'\tilde{\mathbf{e}}}{(\mathbf{Y}-\bar{Y})'(\mathbf{Y}-\bar{Y})} \tag{13}$$

dimana:

\bar{Y} = rata-rata keseluruhan dari variabel dependen

\mathbf{e} = vektor residual dari model

$\mathbf{e}'\Omega\mathbf{e}$ dapat diganti dengan *residual sum of square* dari *transformed residual* $\tilde{\mathbf{e}}\tilde{\mathbf{e}}$.

F. Pemeriksaan Asumsi Model

1) Asumsi kekonstanan varians residual (*homoskedastisitas*) atau *asumsi identik*

Pendeteksian asumsi identik atau kekonstanan varians dengan metode grafis dilakukan dengan melihat *scatterplot* nilai prediksi (*fits*) dengan residual, dimana jika titik-titik menyebar secara acak dan membentuk pola tertentu maka dapat dikatakan terjadi kasus heteroskedastisitas. Ada beberapa cara untuk mendeteksi adanya kasus heteroskedastisitas diantaranya sebagai berikut [7].

a. Metode Informal: Sifat persoalan dan metode grafik

b. Metode Formal : Uji Korelasi Rank-Spearman, Uji Park, Uji Glejser, dan Uji Goldfeld-Quandt.

2) Asumsi independen atau tidak terdapat autokorelasi antar residual

Untuk melihat adanya autokorelasi antar residual dapat dilakukan dengan cara melihat plot dari *Autocorrelation Function* (ACF), dimana cara ini sering digunakan dalam analisis *time series*. Apabila terdapat lag yang keluar dari batas-batas signifikansi, dapat disimpulkan bahwa terjadi autokorelasi atau residual tidak independen. Secara formal uji autokorelasi dilakukan dengan menggunakan uji *Durbin Watson*. Hipotesis dari uji *Durbin Watson* sebagai berikut:

H_0 : (tidak terjadi autokorelasi antar residual)

H_1 : (terjadi autokorelasi antar residual)

Statistik uji *Durbin Watson* adalah sebagai berikut.

$$d = \frac{\sum_{i=1}^n \sum_{t=2}^t (e_{i,t} - e_{i,t-1})^2}{\sum_{i=1}^n \sum_{t=1}^t e_{i,t}^2} \tag{14}$$

3) Asumsi residual menyebar normal

Asumsi persyaratan normalitas harus terpenuhi untuk mengetahui apakah residual dari model berdistribusi normal. Cara pengujian normalitas salah satunya dapat dilakukan dengan *Kolmogorov-Smirnov normality test* dengan hipotesis sebagai berikut:

H_0 : Residual mengikuti distribusi normal

H_1 : Residual tidak mengikuti distribusi normal

Statistik uji yang digunakan adalah D dengan D adalah:

$$D = \text{Sup}_z |F_n(x) - F_0(x)| \tag{15}$$

Dasar penolakan H_0 adalah tolak H_0 jika $D > D_\alpha \cdot D_\alpha$ adalah nilai kritis untuk uji *Kolmogorov-Smirnov* satu sampel yang diperoleh dari tabel *Kolmogorov-Smirnov* satu sampel.

Selain asumsi untuk residual, pada analisis regresi juga terdapat asumsi regresi yang harus dipenuhi yaitu tidak terjadi multikolinearitas. Uji *Multikolinearitas* merupakan situasi adanya korelasi antara variabel-variabel independen, yang menggambarkan hubungan antara variabel independen tersebut lebih tinggi dari hubungan variabel independen terhadap variabel dependen.

$$VIF_j = \frac{1}{1 - R_j^2}; j = 1, 2, \dots, k \tag{16}$$

Apabila nilai VIF dari variabel independen lebih besar dari 10, maka variabel tersebut dikatakan mengalami multikolinearitas.

III. METODOLOGI PENELITIAN

A. Sumber Data

Penelitian ini menggunakan data sekunder yang diperoleh dari publikasi Badan Pusat Statistik (BPS) Provinsi Sumatera Utara. Data yang digunakan adalah data tahun 2012–2014. Ada sebanyak 33 objek penelitian yang terdiri dari 25 kabupaten dan 8 kota yang ada di Provinsi Sumatera Utara.

Selain data PDRB, juga digunakan data dari faktor-faktor yang berpengaruh terhadap pertumbuhan PDRB secara ekonomi, yaitu pendapatan asli daerah, belanja modal, tenaga kerja, rumah tangga pengguna listrik dan rata-rata lama sekolah.

B. Variabel Penelitian

Variabel penelitian yang digunakan terdiri dari variabel dependen dan variabel independen yang ditunjukkan oleh Tabel 1.

TABEL 1. VARIABEL PENELITIAN

Variabel	Keterangan	Skala Pengukuran	Satuan Variabel
Y	PDRB atas dasar harga konstan	Rasio	Milyar Rupiah
X ₁	Pendapatan Asli Daerah	Rasio	Ribu rupiah
X ₂	Belanja Modal	Rasio	Ribu rupiah
X ₃	Tenaga Kerja	Rasio	Jiwa
X ₄	Rumah Tangga Pengguna Listrik	Rasio	Persen
X ₅	Rata-rata Lama	Rasio	Tahun

Sekolah

Defenisi operasional dari masing-masing variabel dependen dan independen yang digunakan dalam penelitian ini adalah sebagai berikut [1].

1. $Y = \text{PDRB}$ atas dasar harga konstan

PDRB atas dasar harga konstan ialah nilai tambah barang dan jasa yang dihitung menggunakan harga berlaku pada satu tahun tertentu sebagai dasar dan saat ini menggunakan tahun 2000.

2. $X_1 = \text{Pendapatan Asli Daerah}$

Pendapatan asli daerah adalah penerimaan yang berasal dari sumber-sumber pendapatan daerah yang terdiri dari pajak daerah, retribusi daerah, bagian laba BUMD, penerimaan dari dinas-dinas dan penerimaan lain-lain.

3. $X_2 = \text{Belanja Modal}$

Belanja modal adalah pengeluaran yang digunakan untuk pembelian/pengadaan atau pembangunan asset tetap berwujud yang nilai manfaatnya lebih dari setahun, dan atau pemakaian jasa dalam melaksanakan program dan kegiatan pemerintah daerah.

4. $X_3 = \text{Tenaga Kerja}$

Variabel yang digunakan sebagai pendekatan (*proxy*) dari tenaga kerja pada penelitian ini adalah jumlah penduduk umur 15 tahun keatas yang bekerja.

5. $X_4 = \text{Rumah Tangga Pengguna Listrik}$

Variabel yang digunakan sebagai pendekatan (*proxy*) dari perkembangan teknologi adalah persentase jumlah rumah tangga menggunakan penerangan listrik bersumber dari PLN.

6. $X_5 = \text{Rata-rata Lama Sekolah}$

Rata-rata lama sekolah adalah jumlah tahun belajar penduduk usia 15 tahun ke atas yang telah diselesaikan dalam pendidikan formal (tidak termasuk tahun yang mengulang). Untuk menghitung rata-rata lama sekolah dibutuhkan informasi partisipasi sekolah, jenjang dan jenis pendidikan yang pernah/sedang diduduki, ijazah tertinggi yang dimiliki dan tingkat/kelas tertinggi yang pernah/sedang diduduki.

C. Langkah Analisis

Langkah analisis didalam penelitian ini yaitu dengan memperoleh model pertumbuhan ekonomi di Provinsi Sumatera Utara dengan pendekatan ekonometrika spasial panel (SAR panel dan SEM panel) dengan langkah-langkah sebagai berikut:

- Melakukan uji dependensi spasial dengan menggunakan uji *Lagrange Multiplier* (LM) dan *robust LM* untuk *lag* dan *error*, dengan ketentuan:
 - apabila uji LM *lag* signifikan, maka model yang sesuai adalah SAR panel
 - apabila uji LM *error* signifikan, maka model yang sesuai adalah SEM
- Memodelkan efek panel *pooled*, *fixed effects* dan *random effects* untuk setiap model spasial (SAR panel dan SEM panel).
- Membandingkan model *pooled*, *fixed effects* dan *random effects* untuk setiap model spasial (SAR panel dan SEM panel) dengan uji spesifikasi *Likelihood Ratio*.
- Melakukan pemilihan model terbaik dengan kriteria R^2 , $corr^2$, σ^2 dan jumlah variabel yang signifikan dalam model.
- Melakukan interpretasi model.

- Membandingkan model yang diperoleh dengan menggunakan kedua pembobot spasial (*queen contiguity* dan *customize*) dan memilih model terbaik dengan kriteria signifikan dalam model.

D. Spesifikasi Model

Pemilihan variabel yang akan digunakan untuk memodelkan pertumbuhan ekonomi Provinsi Sumatera Utara berdasarkan model pertumbuhan ekonomi Mankiw-Romer-Weil [8]. Model tersebut akan didekati dengan pendekatan *log linear* (ln) yang merupakan perluasan dari fungsi *Cobb-Douglas* dari variabel-variabel yang digunakan dalam model [9]. Model yang akan dibangun pada penelitian ini terdiri dari dua model spasial, yaitu SAR dan SEM. Spesifikasi model yang akan dibangun dapat dilihat pada Tabel 2.

TABEL 2. SPESIFIKASI MODEL

SAR Panel	
a. SAR pooled	
$\ln \hat{Y}_{it} = \delta \sum_{j=1}^{33} w_{ij} \ln Y_{jt} + \hat{\beta}_0 + \hat{\beta}_1 \ln X_{1it} + \hat{\beta}_2 \ln X_{2it} + \hat{\beta}_3 \ln X_{3it} + \hat{\beta}_4 \ln X_{4it} + \hat{\beta}_5 X_{5it}$	
b. SAR fixed effects	
$\ln \hat{Y}_{it} = \delta \sum_{j=1}^{33} w_{ij} \ln Y_{jt} + \hat{\beta}_1 \ln X_{1it} + \hat{\beta}_2 \ln X_{2it} + \hat{\beta}_3 \ln X_{3it} + \hat{\beta}_4 \ln X_{4it} + \hat{\beta}_5 X_{5it} + \hat{\mu}_i$	
c. SAR random effects	
$\ln \hat{Y}_{it} = \delta \sum_{j=1}^{33} w_{ij} \ln Y_{jt} + \hat{\beta}_1 \ln X_{1it} + \hat{\beta}_2 \ln X_{2it} + \hat{\beta}_3 \ln X_{3it} + \hat{\beta}_4 \ln X_{4it} + \hat{\beta}_5 X_{5it} + \hat{\theta}$	
SEM Panel	
a. SEM pooled	
$\ln \hat{Y}_{it} = \hat{\beta}_0 + \hat{\beta}_1 \ln X_{1it} + \hat{\beta}_2 \ln X_{2it} + \hat{\beta}_3 \ln X_{3it} + \hat{\beta}_4 \ln X_{4it} + \hat{\beta}_5 \ln X_{5it} + \hat{\phi}_{it},$ $\hat{\phi}_{it} = \hat{\rho} \sum_{j=1}^{33} w_{ij} \phi_{jt}$	
b. SEM fixed effects	
$\ln \hat{Y}_{it} = \hat{\beta}_1 \ln X_{1it} + \hat{\beta}_2 \ln X_{2it} + \hat{\beta}_3 \ln X_{3it} + \hat{\beta}_4 \ln X_{4it} + \hat{\beta}_5 \ln X_{5it} + \hat{\mu}_i + \hat{\phi}_{it},$ $\hat{\phi}_{it} = \hat{\rho} \sum_{j=1}^{33} w_{ij} \phi_{jt}$	
c. SEM random effects	
$\ln \hat{Y}_{it} = \hat{\beta}_1 \ln X_{1it} + \hat{\beta}_2 \ln X_{2it} + \hat{\beta}_3 \ln X_{3it} + \hat{\beta}_4 \ln X_{4it} + \hat{\beta}_5 \ln X_{5it} + \hat{\theta} + \hat{\phi}_{it},$ $\hat{\phi}_{it} = \hat{\rho} \sum_{j=1}^{33} w_{ij} \phi_{jt}$	

IV. ANALISIS DAN PEMBAHASAN

A. PDRB Provinsi Sumatera Utara



Gambar 1. Peta Persebaran PDRB atas Dasar Harga Konstan Provinsi Sumatera Utara tahun 2012–2014

PDRB atas dasar harga konstan kabupaten/kota di Provinsi Sumatera Utara pada tahun 2012–2014 mengalami peningkatan dari tahun ke tahun. Hal ini menandakan bahwa terjadi pertumbuhan nyata ekonomi kearah yang positif. Persebaran PDRB Provinsi Sumatera Utara pada tahun 2012 sampai tahun 2014 dapat dilihat

pada Gambar 1. PDRB tertinggi dihasilkan oleh Kota Medan dengan rata-rata PDRB sebesar Rp 111151,35 triliun. Berdasarkan data tersebut, dapat diketahui bahwa Kota Medan merupakan pusat dari kegiatan perekonomian di Provinsi Sumatera Utara. Sedangkan kabupaten/kota dengan PDRB terendah adalah Kabupaten Pakpak Bharat dengan rata-rata PDRB sebesar Rp 604,21 milyar.

B. Pemilihan Model dengan Regresi Spasial Data Panel

Berdasarkan pengujian multikolinieritas yang telah dilakukan, terdapat beberapa variabel yang menyebabkan adanya multikolinieritas. Hal ini ditandai dari nilai korelasi antar masing-masing variabel X terhadap Y yang positif, namun pada model tanda menjadi negatif. Untuk itu salah satu solusinya dengan mengeluarkan variabel yang terindikasi menyebabkan multikolinieritas yaitu variabel tenaga kerja (X_3) dan rata-rata lama sekolah (X_5), sehingga pengujian spasial panel selanjutnya menggunakan variabel pendapatan asli daerah (X_1), belanja modal (X_2) dan rumah tangga pengguna listrik (X_4).

Untuk mengetahui apakah suatu model dikatakan model memiliki efek spasial panel yaitu dengan menggunakan uji LM dan Robust LM. Hasil uji dependensi spasial dapat dilihat pada Tabel 3.

TABEL 3. HASIL UJI DEPENDENSI SPASIAL

Queen Contiguity			
Uji LM	Pooled	Spasial Fixed Effect	Spasial Random Effect
LM lag	13,3283 (0,000)	100,0775 (0,000)	0,9114 (0,340)
LM error	0,7032 (0,402)	57,8190 (0,000)	0,1664 (0,683)
Robust LM lag	16,7858 (0,000)	50,2091 (0,000)	1,0045 (0,316)
Robust LM error	4,1607 (0,041)	7,9506 (0,005)	0,2595 (0,610)
Customize			
Uji LM	Pooled	Spasial Fixed Effect	Spasial Random Effect
LM lag	0,9213 (0,337)	102,8456 (0,000)	0,1508 (0,698)
LM error	5,4387 (0,020)	39,4017 (0,000)	0,0162 (0,899)
Robust LM lag	10,1652 (0,001)	63,5684 (0,000)	0,1633 (0,686)
Robust LM error	14,6825 (0,000)	0,1245 (0,724)	0,0287 (0,865)

Secara umum gambaran hasil uji LM dengan menggunakan pembobot spasial *queen contiguity* pada Tabel 3, menunjukkan bahwa dengan $\alpha=5\%$ terjadi dependensi spasial *lag* pada *pooled regression* dan *spatial fixed effects*. Begitu juga dengan hasil uji Robust LM terjadi dependensi spasial *lag* pada model *pooled regression* maupun *spatial fixed effects*. Akan tetapi pada LM *error* model *pooled* tidak signifikan dengan $\alpha=5\%$, dan juga *lag* maupun *error* pada model *spatial random effects* baik pada LM maupun Robust LM tidak terjadi dependensi spasial. Sedangkan dengan hasil uji LM dan hasil uji Robust LM dengan menggunakan pembobot spasial *customize*, menunjukkan bahwa dengan $\alpha=5\%$ terjadi dependensi spasial *lag* dan *error* pada variabel dependen *pooled regression* dan *spatial fixed effects*. Akan tetapi pada LM *lag* model *pooled* dan Robust LM *error*

pada model *fixed effects*, dan *spatial random effects* baik pada LM maupun Robust LM tidak terjadi dependensi spasial.

C. Estimasi Parameter Regresi Spasial Panel

Berdasarkan hasil uji spasial dependensi maka estimasi parameter yang memiliki efek spasial adalah pada model SAR *pooled*. Estimasi parameter pada model SAR *pooled* terdapat pada Tabel 4.

TABEL 4. SAR POOLED PERTUMBUHAN EKONOMI PROVINSI SUMATERA UTARA

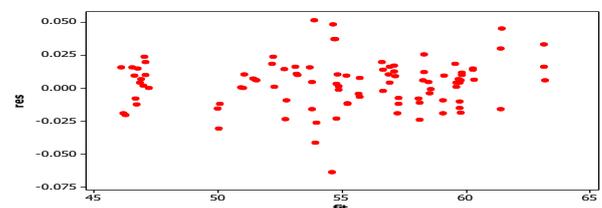
Variabel	Pooled	
	Koefisien	P-value
intercept	-15,6176	0,0000
X_1 (PAD)	0,4044	0,0000
X_2 (BM)	0,6144	0,0000
X_4 (RTPL)	0,6609	0,0407
δ	0,3036	0,0002
R^2	0,7550	
$Corr^2$	0,7056	
σ^2	0,2883	

Pada tabel 4 diperoleh hasil estimasi parameter, maka dapat disimpulkan bahwa model terbaik adalah model SAR *pooled* menggunakan pembobot *queen contiguity*. Model tersebut memiliki variabel yang signifikan lebih banyak dibandingkan model lain dan memiliki nilai R^2 tinggi, yaitu 0,7550, σ^2 yang rendah yaitu 0,2883 dengan nilai *corr*² yaitu 0,7056.

Dari model terbaik yang diperoleh, akan dilakukan pengujian asumsi terhadap residual untuk melihat apakah residual bersifat identik, independen dan berdistribusi normal.

1. Asumsi identik atau kekonstanan varians residual (homoskedastisitas)

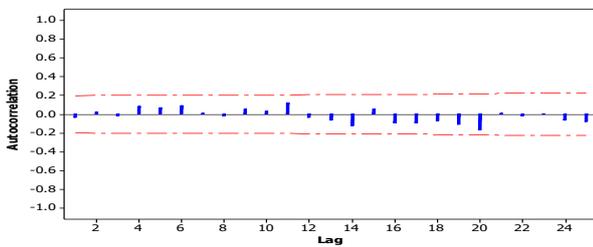
Berdasarkan *scatterplot* antara nilai residual dengan nilai prediksi (*fits*) pada gambar, terlihat bahwa titik-titik amatan menyebar secara acak dan tidak membentuk pola tertentu, yang berarti tidak terjadi heteroskedastisitas.



Gambar 2. Scatterplot antara Residual dengan Nilai Prediksi (Fits)

2. Asumsi independen atau tidak terdapat autokorelasi antar residual

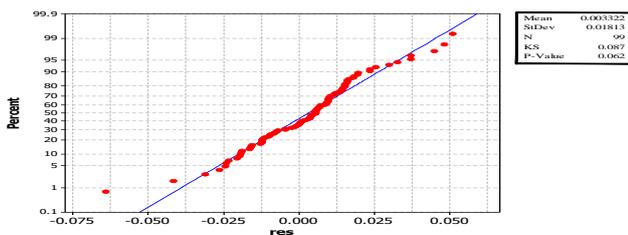
Berdasarkan plot *Autocorrelation Function* (ACF) dari residual, terlihat bahwa tidak ada lag yang keluar dari batas-batas signifikansi. Ini berarti bahwa tidak terjadi autokorelasi antar residual. Dengan uji autokorelasi menggunakan statistik uji *Durbin Watson*, diperoleh nilai statistik *Durbin Watson* sebesar 1,9992. Dengan uji statistik $d_U < d < 4 - d_U$ dan d_U sebesar 1,71399, maka diperoleh $1,71399 < 1,9992 < 2,28601$ sehingga gagal tolak H_0 . Maka keputusan adalah tidak terjadi autokorelasi antar residual, maka asumsi independen terpenuhi.



Gambar 3. Plot ACF dari residual

3. Asumsi residual menyebar normal

Berdasarkan *probability plot* dari residual pada gambar, terlihat bahwa titik-titik amatan residual menyebar di sekitar garis normal, ini berarti residual mengikuti sebaran normal. Dengan uji normalitas menggunakan uji *Kolmogorv-Smirnov* juga diperoleh hasil yang sama, dimana H_0 gagal ditolak oleh karena p -value (0,062) > $\alpha(0,05)$, maka dapat disimpulkan bahwa residual mengikuti distribusi normal.



Gambar 4. Probability Plot dari Residual

Model Pertumbuhan Ekonomi Provinsi Sumatera Utara didapatkan model terbaik yaitu model SAR *pooled* yang dipilih dapat dituliskan sebagai berikut:

$$\ln \hat{Y}_i = 0,3036 \sum_{j=1}^{33} w_{ij} \ln Y_{ji} - 15,6176 + 0,4044 \ln X_1 + 0,6144 \ln X_2 + 0,6609 \ln X_4$$

Dari model tersebut dapat diketahui bahwa meningkatnya pendapatan asli daerah (X_1) disuatu kabupaten/kota, memiliki pengaruh signifikan terhadap pertumbuhan ekonomi suatu kabupaten/kota dengan elastisitas sebesar 0,4044. Artinya, apabila pendapatan asli daerah kabupaten/kota bertambah sebesar 1%, maka akan diperoleh tambahan PDRB sebesar 0,4044%.

Meningkatnya belanja modal (X_2) disuatu kabupaten/kota, memiliki pengaruh signifikan terhadap pertumbuhan ekonomi suatu kabupaten/kota dengan elastisitas sebesar 0,6144. Artinya, apabila belanja modal di kabupaten/kota bertambah sebesar 1%, maka akan diperoleh tambahan PDRB sebesar 0,6144%.

Meningkatnya rumah tangga pengguna listrik (X_4) disuatu kabupaten/kota, memiliki pengaruh signifikan terhadap pertumbuhan ekonomi suatu kabupaten/kota tersebut dengan elastisitas sebesar 0,6609. Artinya, apabila rumah tangga pengguna listrik di kabupaten/kota bertambah sebesar 1%, akan diperoleh tambahan PDRB sebesar 0,6609%.

V. KESIMPULAN DAN SARAN

A. Kesimpulan

Model pertumbuhan ekonomi di Provinsi Sumatera Utara yang terbentuk dengan menggunakan $\alpha = 5\%$ dengan model SAR *pooled* menggunakan pembobot *queen contiguity*.

Model tersebut memiliki nilai R^2 tinggi, yaitu 0,7550 dan σ^2 rendah yaitu 0,2883 dengan nilai $corr^2$ yaitu 0,7056. Variabel yang signifikan pada model adalah pendapatan asli daerah (X_1), belanja modal (X_2) dan rumah tangga pengguna listrik (X_4). Melalui pengujian interaksi spasial serta efek spasial pada model diperoleh hasil bahwa terdapat interaksi spasial serta efek spasial pada masing-masing kabupaten/kota yang diteliti. Sedangkan pada model *fixed effects* dan *random effects* mempunyai variabel yang tidak signifikan dan bernilai negatif. Hal ini disebabkan karena ketersediaan dan terbatasnya pada data *time series* yang hanya menggunakan tiga tahun yaitu tahun 2012, 2013 dan 2014 sebagai data penelitian. Model SAR *pooled* yang dipilih dapat dituliskan sebagai berikut:

$$\ln \hat{Y}_i = 0,3036 \sum_{j=1}^{33} w_{ij} \ln Y_{ji} - 15,6176 + 0,4044 \ln X_1 + 0,6144 \ln X_2 + 0,6609 \ln X_4$$

B. Saran

1. PDRB kabupaten/kota di Provinsi Sumatera Utara selain berkaitan dengan input dari kabupaten/kota itu sendiri juga sangat berkaitan dengan input dari kabupaten/kota di sekitarnya. Maka dari itu diperlukan adanya kebijakan pada tingkat provinsi untuk meningkatkan koordinasi antar kabupaten/kota untuk mencapai pemerataan dalam pembangunan ekonomi masing-masing kabupaten/kota sehingga diharapkan dapat terjadi pertumbuhan ekonomi yang berkesinambungan.
2. Penelitian ini hanya membahas mengenai kajian estimasi parameter dari model SAR dan SEM mencakup model panel *fixed effects* dan *random effects*, sehingga untuk penelitian selanjutnya dapat dikembangkan kajian mengenai sifat-sifat statistik dari estimasi parameter.

DAFTAR PUSTAKA

- [1] Badan Pusat Statistik (BPS). (2015). Sumatera Utara Dalam Angka 2014. Diakses pada 20 Januari, 2016, dari www.sumut.bps.go.id.
- [2] Bank Indonesia. (2015). *Kajian Ekonomi dan Keuangan Regional Provinsi Sumatera Utara Triwulan IV- 2014*. Diakses pada 20 Januari, 2016, dari www.bi.go.id.
- [3] Anselin, L. (2005). *Exploring Spatial Data with GeoDa: A Workbook*, University of Illinois, Champaign Urbana.
- [4] LeSage, J.P. (1999). *Spatial Econometrics*, www.spatial-econometrics.com/html/wbook.pdf.
- [5] Debarsy, N. & Ertur, C. (2010). Testing for Spatial Autocorrelation in a Fixed Effect Panel Data Model. *Regional Science and Urban Economics*, 40, 453-470.
- [6] Elhorst, J.P. (2014). *Spatial Econometrics: From Cross-Sectional Data to Spatial Panels*, Springer, Heidelberg, New York, Dordrecht, London.
- [7] Gujarati, D.N. (2004). *Basic Econometric 4th Edition*. New York: McGraw Hill Companies Inc.
- [8] Sardadvar, S. (2011). *Economic Growth in The Region of Europe*, Springer-Verlag, Berlin Heidelberg.
- [9] Setiawan & Kusriani, D.E. (2010). *Ekonometrika*, Andi, Yogyakarta