

**EVALUASI FAKTOR YANG MEMPENGARUHI LAJU
PERTUMBUHAN EKONOMI DI KALIMANTAN
MENGUNAKAN REGRESI NONPARAMETRIK SPLINE
DENGAN PEMBOBOT GEOGRAFIS**

Jundatul Millah¹, Sifriyani^{1*}, Desi Yuniarti¹

¹Jurusan Matematika, Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam, Universitas
Mulawarman, Indonesia

Corresponding author: sifriyani@fmipa.unmul.ac.id

Abstrak. Pertumbuhan ekonomi merupakan salah satu indikator makro untuk melihat kinerja perekonomian secara riil di suatu wilayah. Laju pertumbuhan ekonomi di Kalimantan dalam 3 tahun terakhir mengalami kenaikan yaitu 1,37% pada tahun 2015, 2,01 % pada tahun 2016 dan 4,67% pada tahun 2017 tetapi angka tersebut masih berada dibawah pertumbuhan ekonomi nasional, sehingga laju pertumbuhan ekonomi di Kalimantan masih terbilang rendah. Tujuan penelitian ini yaitu untuk mengidentifikasi faktor-faktor yang mempengaruhi laju pertumbuhan ekonomi di 56 Kabupaten/Kota di Kalimantan. Metode yang digunakan adalah regresi nonparametrik *spline* dengan pembobot geografis. Pembobot geografis yang digunakan yaitu fungsi kernel Gaussian dan *Bisquare*. Hasil dari penelitian ini didapatkan model terbaik menggunakan pembobot fungsi kernel Gaussian pada orde 2 titik knot 2, dengan nilai *R-squared* sebesar 82,873% dan nilai RMSE sebesar 0,69857 serta asumsi yang telah terpenuhi sehingga dapat dikatakan baik dalam pemodelan. Hasil evaluasi diperoleh faktor-faktor yang mempengaruhi laju pertumbuhan ekonomi di Kalimantan adalah tingkat partisipasi angkatan kerja, anggaran pendapatan dan belanja daerah, jumlah industri besar dan sedang, dana alokasi umum, rata-rata lama sekolah dan produktivitas padi.

Kata Kunci: Fungsi Kernel Bisquare, Fungsi Kernel Gaussian, GWR, Laju Pertumbuhan Ekonomi, Regresi Nonparametrik, *Spline Truncated*, Titik Knot.

1 PENDAHULUAN

Pertumbuhan ekonomi (*economic growth*) merupakan masalah perekonomian dan menjadi salah satu fenomena penting yang dialami beberapa negara belakangan ini. Pertumbuhan ekonomi merupakan salah satu indikator makro untuk melihat kinerja perekonomian secara riil di suatu wilayah [12]. Pertumbuhan ekonomi Kalimantan yang terdapat pada Badan Pusat Statistik selama 3 tahun terakhir mengalami kenaikan yaitu 1,37% pada tahun 2015, 2,01% pada tahun 2016 dan 4,67% pada tahun 2017. Walaupun mengalami kenaikan, tetapi pertumbuhan ekonomi Kalimantan masih berada dibawah pertumbuhan ekonomi nasional, sehingga dinyatakan bahwa pertumbuhan ekonomi Kalimantan masih terbilang rendah [1].

Berdasarkan uraian pada latar belakang tersebut maka penelitian ini ditujukan untuk mengevaluasi faktor yang mempengaruhi laju pertumbuhan ekonomi di 56 kabupaten/kota di Kalimantan menggunakan regresi nonparametrik *spline* dengan pembobot geografis. Sehingga diharapkan dengan mengetahui faktor apa saja yang mempengaruhi pertumbuhan ekonomi di Kalimantan, pemerintah dapat menggunakan atau lebih memperhatikan faktor-faktor tersebut dalam pembangunan perekonomian di Kalimantan.

2 METODOLOGI PENELITIAN

2.1 Sumber dan Variabel Penelitian

Data penelitian ini bersumber dari *website* resmi Badan Pusat Statistik di Kalimantan Timur [2], Kalimantan Barat [3], Kalimantan Utara [4], Kalimantan Selatan [5] dan Kalimantan Tengah [6]. Variabel yang akan diteliti terdiri dari variabel respon dan variabel prediktor. Diantaranya adalah laju pertumbuhan ekonomi (Y), tingkat partisipasi angkatan kerja (x_1), anggaran pendapatan dan belanja daerah (x_2), jumlah industri besar dan sedang (x_3), dana alokasi umum (x_4), rata-rata lama sekolah (x_5) dan produktivitas padi (x_6).

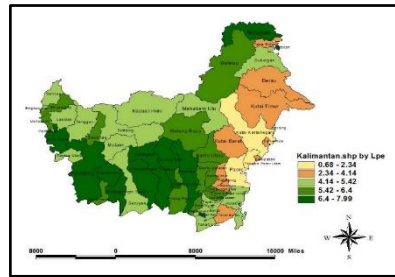
2.2 Metode Penelitian

Metode yang digunakan dalam penelitian adalah regresi nonparametrik *spline* dengan pembobot geografis. Metode ini terdiri dari 4 tahap yaitu estimasi model [8][9], uji hipotesis kesesuaian model [10], uji hipotesis simultan [11] dan uji signifikansi parameter parsial [7].

3 HASIL DAN PEMBAHASAN

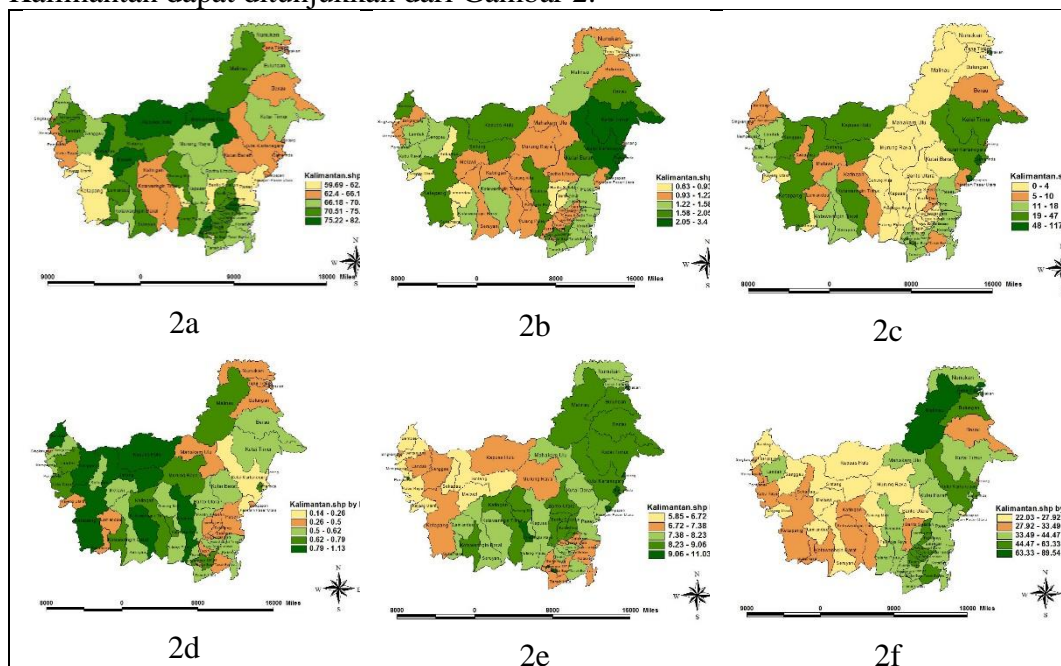
a. Eksplorasi Data

Pada penelitian ini diaplikasikan data laju pertumbuhan ekonomi dan beberapa variabel prediktor yang diduga mempengaruhi. Rata-rata laju pertumbuhan ekonomi di Kalimantan tahun 2017 adalah sebesar 5,198 persen. Laju pertumbuhan ekonomi tertinggi di Kalimantan terdapat di Kabupaten Kotawaringin Timur sebesar 7,99 persen, sedangkan laju pertumbuhan ekonomi terendah adalah Kota Bontang sebesar 0,68 persen. Penyebaran laju pertumbuhan ekonomi di Kalimantan dapat ditunjukkan dari Gambar 1.



Gambar 1: Penyebaran Laju pertumbuhan ekonomi tahun 2017 di Kalimantan

Penyebaran dan pemetaan variabel-variabel prediktor yang diduga mempengaruhi laju pertumbuhan ekonomi tahun 2017 di 56 kabupaten/kota di Kalimantan dapat ditunjukkan dari Gambar 2.



Gambar 2: Penyebaran variabel prediktor yang diduga mempengaruhi laju pertumbuhan ekonomi tahun 2017 di Kalimantan

Gambar 2a merupakan persebaran data tingkat partisipasi angkatan kerja (TPAK) dengan rata-rata 68,923 persen. TPAK tertinggi di Kalimantan terdapat di Kabupaten Sekadau sebesar 82,03 persen, sedangkan yang terendah adalah Kabupaten Kayong Utara sebesar 56,69 persen. Gambar 2b merupakan persebaran data anggaran pendapatan dan belanja daerah (APBD) dengan rata-rata 1,313 triliun rupiah. APBD tertinggi di Kalimantan terdapat di Kabupaten Kutai Kartanegara sebesar 3,403 triliun rupiah, sedangkan yang terendah adalah Kabupaten Tana Tidung sebesar 0,633 triliun rupiah. Gambar 2c merupakan persebaran data jumlah industri besar dan sedang (IBS) dengan rata-rata 15,89 unit. IBS terbanyak di Kalimantan terdapat di Kota Pontianak sebanyak 117 unit, sedangkan yang terendah adalah Kabupaten Mahakam Ulu, Kabupaten Balangan dan Kabupaten Murung Raya sebesar 0 unit. Gambar 2d merupakan persebaran data dana alokasi umum (DAU) dengan rata-rata 0,579 triliun rupiah. DAU tertinggi di

Kalimantan terdapat di Kabupaten Ketapang sebesar 1,133 triliun rupiah, sedangkan yang terendah adalah Kabupaten Kutai Kartanegara sebesar 0,142 triliun rupiah. Gambar 2e merupakan persebaran data rata-rata lama sekolah (RLS) dengan rata-rata 8,044 tahun. RLS tertinggi di Kalimantan terdapat di Kota Palangka Raya sebesar 11,03 tahun, sedangkan yang terendah adalah kabupaten Kayong Utara sebesar 5,85 tahun. Gambar 2f merupakan persebaran data produktivitas padi dengan rata-rata 37,781 kw/ha. Produktivitas padi tertinggi di Kalimantan terdapat di Kota Malinau sebesar 89,54 kw/ha, sedangkan yang terendah adalah Kota Palangka Raya 22,03 kw/ha.

b. Efek Spasial dan Pembobot Geografis

Pengujian heterogenitas spasial bertujuan untuk mengetahui apakah ada hubungan antara variabel prediktor dengan lokasi geografis. Pengujian heterogenitas spasial menggunakan metode *Breusch-Pagan*.

Tabel 1: *Breusch-Pagan Test*.

<i>Breusch-Pagan</i>	df	<i>p-value</i>	Keterangan
22,323	24	0,045	Terdapat Heteroskedastisitas Spasial

Untuk mendapatkan pembobot geografis yang terbaik, dibutuhkan nilai *bandwidth* optimum menggunakan metode *cross validation* (CV). Berikut hasil perhitungan nilai *bandwidth* dan CV yang disajikan pada Tabel 2.

Tabel 2: Nilai CV untuk fungsi pembobot.

Fungsi Pembobot	Nilai <i>Bandwidth</i>	CV
Gaussian	6,5295	114,754
Bisquare	9,7448	227,976

Dari dua fungsi pembobot tersebut didapatkan model terbaik adalah menggunakan pembobot fungsi kernel Gaussian dengan nilai CV lebih kecil dibandingkan dengan nilai CV dari fungsi kernel Bisquare.

c. Uji Hipotesis Kesesuaian Model

Uji hipotesis untuk kesesuaian model antara regresi nonparametrik spline dengan pembobot geografis dan model regresi nonparametrik spline (global) [9].

$$H_0 : \beta_{pj}(u_i, v_i) = \beta_{pj} \quad \text{dan} \quad \delta_{p,m+h}(u_i, v_i) = \delta_{p,m+h} \quad ;$$

$$p = 1, 2, \dots, 6; j = 1 \text{ dan } 2; h = 1 \text{ dan } 2; i = 1, 2, \dots, 56$$

$$H_1 : \text{Paling tidak ada satu } \beta_{pj}(u_i, v_i) \neq \beta_{pj} \text{ atau } \delta_{p,m+h}(u_i, v_i) \neq \delta_{p,m+h}$$

$$p = 1, 2, \dots, 6; j = 1 \text{ dan } 2; h = 1 \text{ dan } 2; i = 1, 2, \dots, 56$$

Berikut hasil perhitungan statistik uji ANOVA GWR spline kesesuaian pada Tabel 3.

Tabel 3: ANOVA Kesesuaian Model.

Sumber Keragaman	JK	db	KT	V	p-value
Regresi	27,328	21	1,301	14,788	0,000
Error	3,154	36	0,088	0	0
Total	30,482	57	0	0	0

Berdasarkan Tabel 3 didapat bahwa $V(14, 788) > F_{(0,05;21;36)}(1, 857)$ atau $p - value(0, 000) < \alpha(0, 05)$ maka diputuskan H_0 ditolak.

d. Metode Regresi Nonparametrik Spline dengan Pembobot Geografis

Langkah selanjutnya adalah pemilihan titik knot optimum dengan dua titik knot untuk masing-masing variabel prediktor terhadap LPE diharapkan dapat ditemukan GCV terkecil yang menghasilkan model spline terbaik. Nilai GCV terkecil untuk regresi nonparametrik multivariabel spline *truncated* dalam model GWR dengan dua titik knot yaitu:

$$\begin{aligned} K_{11} &= 60,807 & K_{21} &= 0,771 & K_{31} &= 5,85 & K_{41} &= 0,192 & K_{51} &= 6,109 & K_{61} &= 25,409 \\ K_{12} &= 61,030 & K_{22} &= 0,799 & K_{32} &= 7,02 & K_{42} &= 0,201 & K_{52} &= 6,161 & K_{62} &= 26,084 \end{aligned}$$

Berikut estimasi parameter dari model regresi nonparametrik spline dengan pembobot geografis untuk area ke 44 yaitu Kabupaten Kotawaringin Timur yang memiliki tingkat laju pertumbuhan ekonomi tertinggi dari 56 area di Kalimantan.

$$\begin{aligned} \hat{y}_{44} &= -7,196 - 110,641x_{1,44} + 0,903x_{1,44}^2 - 73,358(x_{1,44} - 60,807)_+ + 48,665(x_{1,44} - 61,030)_+ \\ &+ 538,958x_{2,44} - 374,701x_{2,44}^2 + 994,398(x_{2,44} - 0,771)_+ - 623,66(x_{2,44} - 0,799)_+ \\ &+ 0,938x_{3,44} - 0,133x_{3,44}^2 + 0,419(x_{3,44} - 5,85)_+ - 0,287(x_{3,44} - 7,02)_+ \\ &- 97,164x_{4,44} - 31,232x_{4,44}^2 - 905,997(x_{4,44} - 0,192)_+ - 1304,32(x_{4,44} - 0,202)_+ \\ &+ 1020,534x_{5,44} - 84,612x_{5,44}^2 + 220,751(x_{5,44} - 6,109)_+ - 113,734(x_{5,44} - 6,161)_+ \\ &+ 12,727x_{6,44} - 0,270x_{6,44}^2 + 1,073(x_{6,44} - 25,401)_+ - 0,797(x_{6,44} - 26,084)_+ \end{aligned}$$

e. Uji Signifikansi Parameter Simultan

Bentuk hipotesis uji simultan model regresi nonparametrik spline dengan pembobot geografis sebagai berikut [10]:

$$H_0 : \beta_{11}(u_i, v_i) = \beta_{12}(u_i, v_i) = \delta_{1,3}(u_i, v_i) = \delta_{1,4}(u_i, v_i) ; i = 1, 2, \dots, 56$$

$$H_1 : \text{Paling tidak ada satu } \beta_{pj}(u_i, v_i) \neq 0 \text{ atau } \delta_{p,m+h}(u_i, v_i) \neq 0$$

$$p = 1, 2, \dots, 6; j = 1 \text{ dan } 2; h = 1 \text{ dan } 2; i = 1, 2, \dots, 56$$

Berikut hasil perhitungan statistik uji ANOVA GWR spline simultan pada Tabel 4.

Tabel 4: ANOVA GWR Spline Simultan.

Sumber Keragaman	JK	db	KT	F hitung	<i>p-value</i>
Regresi	132,231	55	2,404	3,167	0,000
Error	27,328	36	0,759	0	0
Total	159,560	91	0	0	0

Berdasarkan Tabel 4 didapat bahwa $v(3,167) > F_{(0,05;55;36)}(1,682)$ atau $p - value(0,000) < \alpha(0,05)$ maka diputuskan H_0 ditolak.

f. Uji Signifikansi Parameter Parsial

Berikut bentuk hipotesis uji parsial parameter model dalam regresi nonparametrik spline dengan pembobot geografis [7].

$$H_0 : \beta_{pj}(u_i, v_i) = 0 \text{ dan } \delta_{p,m+h}(u_i, v_i) = 0 \quad ;$$

$$p = 1, 2, \dots, 6; j = 1 \text{ dan } 2; h = 1 \text{ dan } 2; i = 1, 2, \dots, 56$$

$$H_1 : \text{Paling tidak ada satu } \beta_{pj}(u_i, v_i) \neq 0 \text{ atau } \delta_{p,m+h}(u_i, v_i) \neq 0$$

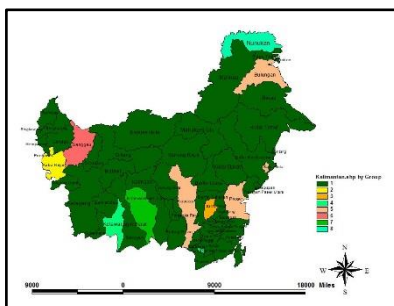
$$p = 1, 2, \dots, 6; j = 1 \text{ dan } 2; h = 1 \text{ dan } 2; i = 1, 2, \dots, 56$$

Statistic test untuk pengujian parsial akan mengikuti distribusi t dengan derajat bebas $(n - 1)$ dan taraf signifikansi pengujian ini adalah $\alpha = 0,05$. Kriteria penolakan adalah H_0 ditolak jika $|t| > t_{\left(\frac{0,05}{2}; 55\right)}$ atau $p - value < \alpha$. Dari hasil uji t diperoleh variabel prediktor yang signifikan untuk setiap area. Pengelompokan area berdasarkan variabel yang signifikan terhadap laju pertumbuhan ekonomi yaitu.

1. Kelompok pertama yang terdiri dari 45 kabupaten/kota dengan variabel yang signifikan adalah tingkat partisipasi angkatan kerja, anggaran pendapatan dan belanja daerah, jumlah industri besar dan sedang, dana alokasi umum, rata-rata lama sekolah dan produktivitas padi.
2. Kelompok kedua terdiri dari 1 kabupaten/kota dengan variabel yang signifikan adalah tingkat partisipasi angkatan kerja, anggaran pendapatan dan belanja daerah, jumlah industri besar dan sedang, dana alokasi umum dan rata-rata lama sekolah.
3. Kelompok ketiga terdiri dari 1 kabupaten/kota dengan variabel yang signifikan adalah tingkat partisipasi angkatan kerja, anggaran pendapatan dan belanja daerah, jumlah industri besar dan sedang dan dana alokasi umum.
4. Kelompok keempat terdiri dari 2 kabupaten/kota dengan variabel yang signifikan adalah tingkat partisipasi angkatan kerja, anggaran pendapatan dan belanja daerah dan dana alokasi umum.
5. Kelompok kelima terdiri dari 4 kabupaten/kota dengan variabel yang signifikan adalah anggaran pendapatan dan belanja daerah dan dana alokasi umum.
6. Kelompok keenam terdiri dari 1 kabupaten/kota dengan variabel yang signifikan adalah anggaran pendapatan dan belanja daerah.

7. Kelompok ketujuh terdiri dari 1 kabupaten/kota dengan variabel yang signifikan adalah dana alokasi umum.
8. Kelompok kedelapan terdiri dari 1 kabupaten/kota yang tidak dipengaruhi oleh variabel manapun.

Pemetaan laju pertumbuhan ekonomi dapat disajikan pada Gambar 3.



Gambar 3: Pemetaan Estimator LPE tahun 2017 di Kalimantan berdasarkan variabel signifikan

Berdasarkan Gambar 3 terdapat beberapa daerah yang berdekatan dan mempunyai karakteristik yang sama, sehingga teori yang dikemukakan W Tobler dapat diterapkan dalam pemodelan regresi nonparametrik spline dengan pembobot geografis.

4 KESIMPULAN

Berdasarkan model regresi nonparametrik spline dengan pembobot geografis yang optimal pada orde 2 titik knot 2 didapatkan nilai R-squared sebesar 82,873% dan nilai RMSE sebesar 0,69857 serta asumsi yang telah terpenuhi sehingga dapat dikatakan baik dalam pemodelan.

DAFTAR PUSTAKA

- [1] BI. *Kajian Ekonomi dan Keuangan Regional Laporan Nusantara*. Bank Indonesia, 2017.
- [2] BPS Kalimantan Timur. *Provinsi Kalimantan Timur Dalam Angka 2018*. Badan Pusat Statistik Provinsi Kalimantan Timur. 2018.
- [3] BPS Kalimantan Barat. *Provinsi Kalimantan Barat Dalam Angka 2018*. Badan Pusat Statistik Provinsi Kalimantan Barat. 2018.
- [4] BPS Kalimantan Utara. *Provinsi Kalimantan Utara Dalam Angka 2018*. Badan Pusat Statistik Provinsi Kalimantan Utara. 2018.
- [5] BPS Kalimantan Selatan. *Provinsi Kalimantan Selatan Dalam Angka 2018*. Badan Pusat Statistik Provinsi Kalimantan Selatan. 2018.
- [6] BPS Kalimantan Tengah. *Provinsi Kalimantan Tengah Dalam Angka 2018*. Badan Pusat Statistik Provinsi Kalimantan Tengah. 2018.

- [7] Fortheringham, A.S., Brundson, C., & Charlton, M. *Geographically Weighted Regression*. New York: John Wiley and Sons. 2002.
- [8] Sifriyani., Haryatmi., Budiantara, I.N., & Gunardi. “Geographically Weighted Regression with Spline Approach”. *Far East Journal of Mathematical Sciences*, Vol. 101(6), pp. 1183-1196. doi: 10.17654/MS101061183. 2017.
- [9] Sifriyani., Kartiko, S.H., Budiantara, I.N., & Gunardi. “Development of Nonparametric Geographically Weighted Regression Using Truncated Spline Approach”. *Songklanakarin J. Sci. Technol*, Vol. 40(4), pp. 909-920, 2018a.
- [10] Sifriyani., Budiantara, I.N., Kartiko, S.H., & Gunardi. “A New Method of Hypotesis Test for Truncated Spline Nonparametric Regression Influenced by Spatial Heterogenity and Application”. *Abstract and Applied Analysis*. doi: 10.1155/2018/9769150, 2018b.
- [11] Sifriyani. “Simultaneous Hypothesis Testing of Multivariable Nonparametric Spline Regression in the GWR Model”. *International Journal of Statistics and Probability*. Vol. 8(4). doi: 10.5539/ijsp.v8n4p32. 2019.
- [12] Sukirno, Sadono. *Pengantar Teori Ekonomi Makro*. Jakarta: PT Raja Grasindo Perseda. 1994.