

Pemodelan Regresi Spasial Terbaik pada Faktor-Faktor yang Mempengaruhi Jumlah Produksi Padi di Kabupaten Sidoarjo Tahun 2016

Nazieha Taibatunniswah, Sutikno, Achmad Choiruddin
Departemen Statistika, Fakultas Matematika, Komputasi, dan Sains Data
Institut Teknologi Sepuluh Nopember (ITS)
Jl. Arief Rahman Hakim, Surabaya, 60111

Abstrak— Sebagian besar penduduk Indonesia berpencaharian dalam sektor pertanian khususnya subsektor tanaman pangan sebagai sumber penghidupan. Berbagai jenis bahan pangan dihasilkan dari sektor pertanian, salah satunya yaitu beras yang berasal dari tanaman padi. Dalam penanaman padi, terdapat beberapa istilah seperti luas lahan sawah, luas panen bersih, jumlah padi yang dapat diproduksi, dan sebagainya. Luas panen bersih berkaitan erat dengan jumlah padi yang diproduksi. Apabila area panen bersih padi semakin luas, maka jumlah padi yang dapat diproduksi juga semakin besar. Kemudian jumlah padi yang diproduksi memiliki kemungkinan dipengaruhi oleh luas wilayah masing-masing kecamatan sehingga diperlukan analisis hubungan jumlah padi yang diproduksi dengan jarak setiap kecamatan dengan ibukota Kabupaten Sidoarjo. Dalam analisis ini akan dilakukan pemodelan statistika untuk mengetahui apakah dua variabel prediktor yang digunakan menjadi faktor penyebab tingginya rata-rata produksi padi di Kabupaten Sidoarjo atau tidak. Berdasarkan pengujian efek spasial, didapatkan model terbaik yaitu menggunakan metode *Spatial Error Model (SEM)* dengan kebaikan model cukup tinggi sehingga model yang terbentuk dapat menjelaskan variasi dari rata-rata produksi padi masing-masing kecamatan di Kabupaten Sidoarjo tahun 2016 sebesar 85,5%.

Kata Kunci— Produksi Padi, Spasial, SEM

I. PENDAHULUAN

Sektor pertanian, khususnya subsektor tanaman pangan, memiliki peran yang sangat penting dalam menunjang kehidupan sebagian besar penduduk Indonesia. Hasil Sensus Pertanian tahun 2013 (ST2013) menunjukkan bahwa jumlah rumah tangga usaha tanaman pangan (padi dan palawija) mencapai 17,73 juta rumah tangga atau mencakup 67,83 persen dari total jumlah rumah tangga usaha tani, yang mencapai 26,14 juta rumah tangga pada tahun 2013. Hal tersebut menunjukkan bahwa subsektor tanaman pangan menjadi sumber penghidupan utama sebagian besar petani Indonesia [1].

Luas panen bersih memiliki arti yakni area tanaman yang dipungut hasilnya setelah tanaman

tersebut cukup umur. Dalam panen berhasil ini, termasuk juga tanaman yang hasilnya sebagian saja yang dapat dipungut (paling sedikit sampai dengan 11%) disebabkan terkena serangan organisme pengganggu tumbuhan atau bencana alam.

Jumlah produksi padi merupakan hasil perkalian antara luas panen bersih dengan hasil produktivitas padi per hektar [2]. Semakin luas panen bersih suatu wilayah, semakin besar jumlah produksi padi yang dihasilkan. Hasil dari Laporan Statistik Pertanian (SP) Tanaman Pangan mengatakan bahwa pada tahun 2013-2017, pulau Jawa mampu memproduksi 38 juta ton padi dengan pertumbuhan 2% yang rata-rata mampu menghasilkan 58,5 kuintal padi per hektar [3].

Pada penelitian ini dilakukan analisis terkait pengaruh luas panen bersih dan jarak kecamatan dengan ibukota terhadap rata-rata produksi padi menggunakan metode berbasis spasial yakni kecamatan-kecamatan yang ada di Kabupaten Sidoarjo. Tujuan dari penelitian ini adalah untuk mengetahui model yang dapat menggambarkan besarnya rata-rata produksi padi di kabupaten Sidoarjo.

II. METODOLOGI PENELITIAN

A. Sumber Data

Data yang digunakan dalam penelitian ini berasal dari data sekunder, yaitu data yang diperoleh dari Katalog Badan Pusat Statistik dengan judul “Sidoarjo dalam Angka 2016”. Pengambilan data dilakukan pada :

Hari : Sabtu, 16 November 2019

Alamat web : <https://sidoarjokab.bps.go.id/>

B. Variabel Penelitian

Variabel penelitian yang digunakan dalam penelitian ini yaitu sebagai berikut.

Tabel 1. Variabel Penelitian

Variabel	Keterangan
Y	Rata-rata Produksi Padi (kw/ha)
X ₁	Luas Panen Bersih Padi (ha)
X ₂	Jarak Kecamatan dengan Ibukota (km)

C. Struktur Data

Struktur data yang akan digunakan dalam praktikum ini adalah sebagai berikut.

Tabel 2. Struktur Data

Kecamatan	Y	X ₁	...	X _m
1	Y ₁	X ₁₁	...	X _{1m}
2	Y ₂	X ₂₁	...	X _{2m}
⋮	⋮	⋮	...	⋮
n	Y _n	X _{n1}	...	X _{nm}

Keterangan :

n = banyak data

m = banyak variabel yang digunakan

D. Langkah Analisis

Langkah analisis yang digunakan pada penelitian ini adalah sebagai berikut.

1. Mengumpulkan data.
2. Melakukan analisis statistika deskriptif di setiap variabel yang digunakan.
3. Melakukan visualisasi persebaran data untuk setiap variabel.
4. Melakukan pemodelan regresi linier menggunakan *Ordinary Least Square Estimation* (OLS).
5. Melakukan uji heterogeneitas.
6. Melakukan uji dependensi.
7. Melakukan pemodelan spasial terbaik.
8. Menginterpretasikan hasil.
9. Memberikan kesimpulan dan saran.

III. PEMBAHASAN

A. Karakteristik Data

Kabupaten Sidoarjo memiliki 18 kecamatan dengan luas lahan sawah berbeda-beda yang tersebar di seluruh wilayahnya. Dengan demikian, setiap wilayah memiliki ciri khas masing-masing terkait rata-rata produksi padi yang dihasilkan. Karakteristik faktor-faktor yang diduga mempengaruhi rata-rata produksi padi disajikan sebagai berikut.

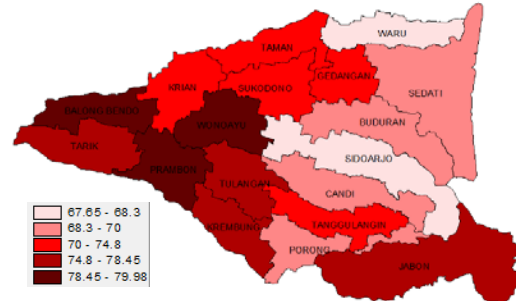
Tabel 3. Statistika Deskriptif

Variabel	Mean	St.dev	Minimum	Maksimum
Y	73,88	4,30	67,65	79,98
X ₁	1681	803	109	3343
X ₂	16,00	9,15	0,00	33,00

Informasi yang termuat dalam Tabel 1 menunjukkan bahwa besar *mean* dari rata-rata produksi padi setiap kecamatan di Kabupaten Sidoarjo tahun 2016 sebesar 73,88 kuintal/hektar dengan keragaman data sebesar 4,30. Sedangkan rata-rata luas panen bersih padi setiap kecamatan sebesar 1681 hektar dengan keragaman data sebesar 803. Hal ini menunjukkan bahwa data luas panen bersih padi lebih beragam dibandingkan dengan data rata-rata produksi padi.

B. Persebaran Data

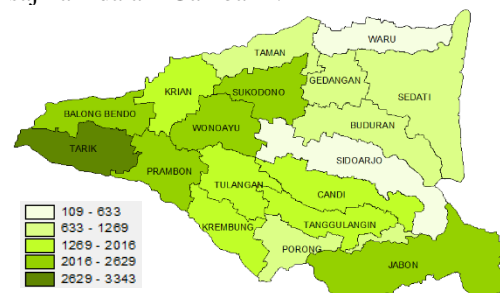
Setelah dilakukan analisis karakteristik data, dilakukan visualisasi terkait persebaran data setiap variabel yang digunakan. Berikut merupakan peta sebaran rata-rata produksi padi masing-masing kecamatan di Kabupaten Sidoarjo tahun 2016.



Gambar 2. Peta Sebaran Rata-Rata Produksi Padi di Kabupaten Sidoarjo

Gambar 1 memberikan informasi yakni rata-rata produksi padi tertinggi diraih oleh kecamatan Balong Bendo, Prambon, dan Wonoayu. Sedangkan rata-rata produksi padi terendah diduduki oleh kecamatan Waru dan Sidoarjo. Kemudian untuk 80% kecamatan lainnya memiliki nilai rata-rata produksi diantara 68,3 hingga 78,45.

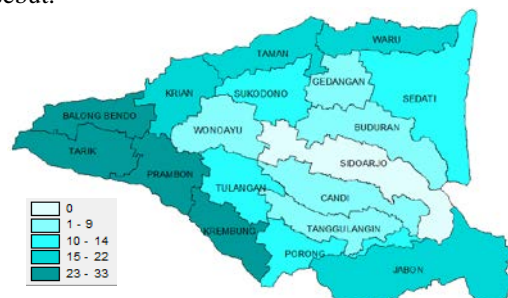
Selanjutnya dilakukan visualisasi persebaran data dari luas panen bersih padi masing-masing kecamatan di Kabupaten Sidoarjo tahun 2016 yang disajikan dalam Gambar 2.



Gambar 2. Peta Sebaran Luas Panen Bersih Padi di Kabupaten Sidoarjo

Informasi yang tersajikan dalam Gambar 2 yakni kecamatan dengan luas panen bersih padi paling luas adalah Tarik yang ditandai oleh warna hijau tua. Sedangkan luas panen bersih paling sempit adalah Waru dan Sidoarjo dengan warna hijau yang mendekati putih.

Visualisasi dilanjutkan pada variabel prediktor kedua yakni jarak antara masing-masing kecamatan dengan ibukota Kabupaten Sidoarjo yakni Sidoarjo. Gambar 3 adalah hasil visualisasi dari variabel tersebut.



Gambar 3. Peta Sebaran Jarak Setiap Kecamatan dengan Ibukota di Kabupaten Sidoarjo

Sebaran masing-masing kecamatan dengan ibukota Kabupaten Sidoarjo memiliki jarak yang berbeda-beda. Terdapat 4 kecamatan yang memiliki jarak antara 23 hingga 33 km. Sedangkan jarak 13 kecamatan lainnya berada pada *range* 1 – 22 km.

C. Pemodelan Menggunakan Metode Ordinary Least Square (OLS)

Pemodelan awal dilakukan menggunakan regresi linier untuk melihat adanya hubungan antara rata-rata produksi padi (variabel dependen) dengan jarak dan luas panen bersih padi (dua variabel independen) di kabupaten Sidoarjo. Sebelum mendapatkan model, maka perlu dilakukan uji serentak atau simultan terlebih dahulu untuk mengetahui semua variabel yang digunakan berpengaruh signifikan terhadap model yang akan didapatkan nantinya atau tidak. Berikut adalah hasil pengujian simultan yang dicantumkan dalam Tabel 4.

Tabel 4. Uji Simultan

<i>F-Value</i>	<i>P-Value</i>	<i>R-squared (adj)</i>
28,9728	7,05002	0,766950

Informasi yang terkandung dalam Tabel 4 yakni nilai *P* yang lebih kecil dari α sebesar 10%. Hal ini menunjukkan bahwa tolak H_0 sehingga dapat disimpulkan bahwa minimal terdapat satu variabel prediktor yang berpengaruh signifikan terhadap model. Oleh karena itu, langkah selanjutnya dilakukan pengujian parsial untuk melihat variabel prediktor mana yang berpengaruh signifikan terhadap model. Berikut adalah hasil pengujian parsial yang disajikan dalam Tabel 5.

Tabel 5. Uji Parameter Parsial

<i>Variable</i>	<i>Coefficient</i>	<i>T-value</i>	<i>P-Value</i>
Constant	65,24439	52,35741	0,000000
Luas Panen	0,003989617	5,650044	0,0000462
Jarak	0,120317	1,940496	0,0713542

Tabel 5 memberikan informasi bahwa nilai *P* dari kedua variabel prediktor lebih kecil dari α sebesar 10% yang mana berarti tolak H_0 . Sehingga dapat disimpulkan bahwa variabel prediktor X_1 dan X_2 memberikan pengaruh signifikan terhadap model. Oleh karena itu, model regresi linier menggunakan metode OLS yang didapatkan disajikan sebagai berikut.

$$\hat{Y} = 65,24439 + 0,003989617 X_1 + 0,120317 X_2$$

D. Uji Heterogeneitas

Setelah didapatkan model dari OLS, maka dapat dilanjutkan ke langkah selanjutnya yakni melakukan pengujian heterogeneitas menggunakan pengujian *Breusch-Pagan*. Uji ini berguna untuk mengetahui adanya keseragaman data. Tabel 6 berikut ini menampilkan hasil pengujian *Breusch-Pagan*.

Tabel 6. Uji Heterogeneitas

<i>Methods</i>	<i>P-Value</i>	<i>Keterangan</i>
----------------	----------------	-------------------

<i>Breusch-Pagan</i>	0,0349001	Signifikan
----------------------	-----------	------------

Tabel 6 menunjukkan bahwa nilai *Breusch-Pagan* lebih kecil dari taraf signifikan yang ditetapkan sebesar 10% yang mana berarti tolak H_0 . Hal ini dapat disimpulkan bahwa data jarak dan luas panen bersih terhadap rata-rata produksi terdapat keragaman antar kecamatannya atau bersifat homoskedastisitas.

E. Uji Dependensi

Uji dependensi atau bisa dikatakan pengujian efek spasial dependensi berguna untuk mengetahui adanya keterkaitan antar variabel-variabel yang digunakan berdasarkan lokasi kecamatan yang ada di kabupaten Sidoarjo. Berikut merupakan hasil perhitungan dari pengujian dependensi dengan taraf signifikansi sebesar 10%.

Tabel 7. Uji Dependensi

<i>Methods</i>	<i>P-Value</i>	<i>Keterangan</i>
<i>Moran's I (error)</i>	0,4390939	Tidak Signifikan
<i>Lagrange Multiplier (lag)</i>	0,9411569	Tidak Signifikan
<i>Robust LM (lag)</i>	0,2979518	Tidak Signifikan
<i>Lagrange Multiplier (error)</i>	0,2028079	Tidak Signifikan
<i>Robust LM (error)</i>	0,1003528	Signifikan
<i>Lagrange Multiplier (SARMA)</i>	0,2585443	Tidak Signifikan

Tabel 7 menunjukkan bahwa hanya nilai *Robust LM (error)* yang memiliki nilai lebih kecil sama dengan α sebesar 10%, sehingga didapatkan kesimpulan yaitu tolak H_0 . Hal ini berarti antar wilayah kecamatan masih memiliki keterkaitan satu sama lain. Selain itu, dapat diketahui model spasial terbaik dari nilai yang memberikan pengaruh signifikan yakni *Robust LM (error)* dengan model spasialnya yaitu *Spatial Error Model (SEM)*.

F. Pemodelan Spasial Terbaik

Pada uji dependensi didapatkan bahwa pemodelan spasial terbaik untuk luas panen bersih padi dan jarak antara kecamatan dengan ibukota terhadap rata-rata produksi padi menggunakan metode *Spatial Error Model (SEM)*. Berikut adalah tabel ANOVA dari metode SEM.

Tabel 8. Analysis of Variance (ANOVA)

<i>Variable</i>	<i>Coefficient</i>	<i>P-Value</i>	<i>R-squared</i>
λ	-0,8446815	0,0085404	
Constant	64.43597	0,0000000	
Luas Panen (X_1)	0,004456328	0,0000000	0,855031
Jarak	0,1277584	0,0004640	

Sehingga didapatkan model SEM sebagai berikut.

$$\hat{y}_i = 0,004456328x_{1i} + 0,1277584x_{2i} + u_i$$

$$u_i = \sum_{\substack{j=1 \\ j \neq i}}^{18} W_{ij} y_j + \varepsilon_i$$

Keterangan :

y_i = Rata-rata produksi padi di kecamatan ke-i

x_{1i} = Luas panen bersih padi di kecamatan ke-i

x_{2i} = Jarak antara kecamatan ke-i dengan ibukota

w_{ij} = Matriks penimbang spasial (pembobot)

u_i = Residual spasial dari kecamatan ke-i

ε_i = Residual dari kecamatan ke-i

Untuk memastikan model tersebut merupakan model terbaik, maka dapat dilihat dari nilai *R-squared* yang tersajikan dalam Tabel 8 yakni sebesar 0,855031. Nilai tersebut menunjukkan bahwa model *SEM* yang terbentuk sudah baik dan dapat menjelaskan variasi dari rata-rata produksi padi sebesar 85,5%.

IV. KESIMPULAN DAN SARAN

Kesimpulan yang didapatkan dalam penelitian ini yaitu data luas panen bersih padi lebih beragam dibandingkan dengan data rata-rata produksi padi. Hasil dari visualisasi persebaran data menunjukkan bahwa rata-rata produksi padi tertinggi diraih oleh kecamatan Balong Bendo, Prambon, dan Wonoayu. Kemudian untuk variabel luas panen bersih padi paling luas dicapai oleh kecamatan Tarik dan variabel jarak setiap kecamatan dengan ibukota paling jauh diduduki oleh kecamatan Tarik, Balong Bendo, Prambon, dan Krembung. Sedangkan kecamatan Sidoarjo sebagai ibukota dari Kabupaten Sidoarjo menduduki peringkat paling rendah di semua variabel yang digunakan. Selanjutnya analisis dilanjutkan pada pemodelan regresi linier menggunakan metode *OLS* yang

menghasilkan kesimpulan bahwa kedua variabel prediktor memberikan pengaruh signifikan terhadap model regresi linier yang terbentuk. Pengujian aspek spasial terhadap data menghasilkan tolak H_0 , baik uji *Moran's I* maupun uji *Breusch-Pagan* dan didapatkan kesimpulan bahwa pemodelan spasial yang memungkinkan adalah model terbaik adalah menggunakan metode *SEM*. Tabel ANOVA dari metode *SEM* didapatkan nilai kebaikan model yaitu *R-squared* cukup tinggi yang menyatakan bahwa model *SEM* yang terbentuk telah dapat menjelaskan variasi dari rata-rata produksi padi sebesar 85,5%.

Saran bagi pemerintah masing-masing kecamatan adalah dapat meningkatkan tata letak kota dengan memperluas area panen bersih padi sehingga dapat meningkatkan rata-rata produksi padi. Untuk penelitian selanjutnya, mempertimbangkan variabel-variabel yang akan digunakan dalam penelitian dan melakukan pengujian terlebih dahulu untuk menanggulangi adanya efek spasial yang tidak sesuai.

DAFTAR PUSTAKA

- [1] BPS. 2015. *Pedoman Pencacah Survei Luas Panen dan Luas Lahan Tanaman Pangan 2015*. Jakarta : BPS.
- [2] Indrawati, Farisma. *Pemodelan Jumlah Ketersediaan Beras untuk Jawa Timur dengan Pendekatan Fungsi Transfer*. Surabaya : ITS E-Journal.
- [3] Gumilar, Pandu. 2018. *Lima Tahun Terakhir Kontribusi Panen Padi Luar Jawa Meningkat*. Surabaya : Bisnis.com.

Lampiran 1. Data Praktikum

Kecamatan	Rata-rata Produksi (Kw/Ha)	Luas Panen Bersih (Ha)	Jarak Kecamatan dengan Ibukota (km)
Balongbendo	79.55	2107	26
Buduran	70	952	5
Candi	69.5	1552	6
Gedangan	71.8	1269	9
Jabon	77.9	2302	21
Krembung	77.45	1914	29
Krian	72.7	1460	22
Porong	69.72	1066	14
Prambon	79.98	2384	27
Sedati	68.96	1024	14
Sidoarjo	67.65	633	0
Sukodono	74.8	2509	12
Taman	72.1	1201	20
Tanggulangun	74.58	2016	9
Tarik	78.45	3343	33
Tulangan	77	1796	13
Waru	68.3	109	19
Wonoayu	79.36	2629	9

Lampiran 2. *Output MINITAB* Statistika Deskriptif

Descriptive Statistics: Luas Panen Bersi; Jarak Kec dg Ibu; Rata2 Produksi				
Variable	Mean	StDev	Minimum	Maximum
Luas Panen Bersih (Ha)	1681	803	109	3343
Jarak Kec dg Ibukota	16.00	9.15	0.00	33.00
Rata2 Produksi (Kw/Ha)	73.88	4.30	67.65	79.98

Lampiran 3. Output GeoDa Metode *Ordinary Least Square Estimation (OLS)*

Regression
SUMMARY OF OUTPUT: *ORDINARY LEAST SQUARES ESTIMATION*
 Data set : sidoarjo
 Dependent Variable : RATA2PRDKS Number of Observations: 18
 Mean dependent var : 73.8778 Number of Variables : 3
 S.D. dependent var : 4.18222 Degrees of Freedom : 15

 R-squared : 0.794367 F-statistic : 28.9728
 Adjusted R-squared : 0.766950 Prob(F-statistic) : 7.05002e-006
 Sum squared residual : 64.7409 Log likelihood : -37.0611
 Sigma-square : 4.31606 Akaike info criterion : 80.1222
 S.E. of regression : 2.07751 Schwarz criterion : 82.7933
 Sigma-square ML : 3.59671
 S.E of regression ML : 1.8965

Variable	Coefficient	Std.Error	t-Statistic	Probability
CONSTANT	65.24439	1.246135	52.35741	0.0000000
LUASPANEN	0.003989617	0.0007061213	5.650044	0.0000462
JARAK	0.120317	0.06200325	1.940496	0.0713542

REGRESSION DIAGNOSTICS

MULTICOLLINEARITY CONDITION NUMBER 5.510634

TEST ON NORMALITY OF ERRORS

TEST	DF	VALUE	PROB
Jarque-Bera	2	0.6647416	0.7172213

DIAGNOSTICS FOR HETEROSKEDASTICITY

RANDOM COEFFICIENTS

TEST	DF	VALUE	PROB
Breusch-Pagan test	2	6.710529	0.0349001
Koenker-Bassett test	2	9.222593	0.0099389

SPECIFICATION ROBUST TEST

TEST	DF	VALUE	PROB
White	5	10.41104	0.0643920

===== END OF REPORT =====

Lampiran 4. Output GeoDa Metode *Spatial Error Model (SEM)*

```

Regression
SUMMARY OF OUTPUT: SPATIAL ERROR MODEL - MAXIMUM
LIKELIHOOD ESTIMATION
Data set      : sidoarjo
Spatial Weight : jmlhprdks.gal
Dependent Variable : RATA2PRDKS  Number of Observations: 18
Mean dependent var : 73.877778  Number of Variables : 3
S.D. dependent var : 4.182221  Degrees of Freedom : 15
Lag coeff. (Lambda) : -0.844682

R-squared      : 0.855031  R-squared (BUSE) : -
Sq. Correlation : -      Log likelihood : -35.293607
Sigma-square   : 2.53565  Akaike info criterion : 76.5872
S.E of regression : 1.59237  Schwarz criterion : 79.2583

-----
Variable  Coefficient  Std.Error  z-value  Probability
-----
CONSTANT  64.43597  0.6593372  97.72839  0.0000000
LUASAPANEN 0.004456328  0.0004612347  9.661737  0.0000000
JARAK  0.1277584  0.03649439  3.500768  0.0004640
LAMBDA  -0.8446815  0.3211804  -2.629928  0.0085404
-----

REGRESSION DIAGNOSTICS
DIAGNOSTICS FOR HETEROSKEDASTICITY
RANDOM COEFFICIENTS
TEST          DF  VALUE  PROB
Breusch-Pagan test      2   7.626135  0.0220803

DIAGNOSTICS FOR SPATIAL DEPENDENCE
SPATIAL ERROR DEPENDENCE FOR WEIGHT MATRIX : jmlhprdks.gal
TEST          DF  VALUE  PROB
Likelihood Ratio Test    1   3.534947  0.0600883
===== END OF REPORT =====

```