

Analisis Faktor-Faktor yang Mempengaruhi Persentase Penduduk Miskin dan Pengeluaran Perkapita Makanan di Jawa Timur menggunakan Regresi Nonparametrik Birespon Spline

I Dewa Ayu Made Istri Wulandari dan I Nyoman Budiantara

Jurusan Statistika, Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam, Institut Teknologi Sepuluh Nopember (ITS)

Jl. Arief Rahman Hakim, Surabaya 60111

E-mail: idaistriwulandari@gmail.com, i_nyoman_b@statistika.its.ac.id

Abstrak— Kemiskinan merupakan masalah utama yang ingin dituntaskan oleh berbagai negara di seluruh dunia. Negara Indonesia yang merupakan negara berkembang memiliki fokus untuk menurunkan kemiskinan. Dalam mengukur kemiskinan suatu wilayah dapat dilakukan dengan melihat dua indikator yang berkorelasi yakni persentase penduduk miskin dan pengeluaran perkapita makanan. Penelitian ini menggunakan 4 faktor yang diduga mempengaruhi penduduk miskin dan pengeluaran perkapita makanan di Jawa Timur yang meliputi tingkat kesempatan kerja, laju pertumbuhan ekonomi, tingkat pengangguran terbuka, dan tingkat partisipasi angkatan kerja. Data yang digunakan dalam penelitian ini merupakan data tahun 2011 yang diperoleh dari Badan Pusat Statistik Jawa Timur. Metode yang digunakan untuk memodelkan penduduk miskin dan pengeluaran perkapita makanan adalah regresi nonparametrik birespon Spline. Metode ini digunakan karena Spline memiliki kelebihan yakni model akan cenderung mencari estimasinya kemanapun data tersebut akan bergerak. Model terbaik yang dihasilkan dari penelitian ini adalah model dengan titik knot optimal satu knot.

Kata Kunci—regresi, nonparametrik, Birespon Spline, penduduk miskin, pengeluaran perkapita makanan..

I. PENDAHULUAN

PEMBANGUNAN milenium yang telah disepakati oleh anggota Perserikatan Bangsa – Bangsa (PBB) dan Konferensi Tingkat Tinggi adalah *Millenium Development Goals* (MDGs). MDGs yang disepakati sejak tahun 1990 hingga 2015 memiliki tujuan untuk mempercepat pembangunan manusia dan pengentasan kemiskinan. Fokus yang tersirat dari deklarasi ini adalah meningkatkan kesejahteraan manusia dalam berbagai aspek. Salah satu aspek dari kesejahteraan manusia adalah kemiskinan penduduk.

Sebagai pulau yang memiliki tingkat kepadatan tertinggi di Indonesia, Pulau Jawa memiliki peran penting dalam perkembangan ekonomi negara. Berdasarkan data BPS pada bulan Maret tahun 2013 jumlah penduduk miskin paling banyak berkumpul di Pulau Jawa dengan total 15,3 juta orang atau 10,92% dari total penduduk Jawa. Serta dalam pada bulan Maret 2011 – Maret 2012 Provinsi Jawa Timur dinobatkan sebagai provinsi yang memiliki jumlah penduduk miskin terbanyak kedua se-Indonesia oleh Badan Pusat Statistik. Provinsi Jawa Timur yang merupakan provinsi dengan jumlah penduduk terbesar kedua setelah

Provinsi Jawa Barat memiliki ketimpangan terhadap jumlah penduduk miskin. Ketimpangan tersebut terjadi baik dipedesaan maupun di perkotaan, terutama dengan penduduk berstrata ekonomi serta memiliki tingkat pendidikan yang rendah.

Penelitian mengenai pemodelan penduduk miskin di Jawa Timur juga pernah dilakukan oleh Yuanita (2013) dengan metode *Geographically Weighted Regression* (GWR). Surya (2013) juga meneliti mengenai persentase penduduk miskin di Jawa Timur menggunakan regresi Semiparametrik Spline. Penelitian lain mengenai jumlah penduduk miskin di Jawa Timur yakni oleh Fadillah (2010) dengan metode analisis regresi linier berganda.

Dalam penelitian ini digunakan pendekatan regresi nonparametrik Spline karena bentuk kurva regresinya adalah tidak diketahui. Beberapa pendekatan regresi nonparametrik lainnya yang terkenal yakni Spline MARS, Deret Fourier, Wavelets, Kernel, dan lain – lain. Spline adalah suatu metode dalam analisis regresi yang merupakan potongan – potongan *polynomial* yang memiliki sifat tersegmen. Pendekatan Spline memiliki kelebihan antara lain adalah model cenderung mencari sendiri estimasinya kemanapun data tersebut bergerak. Korelasi antara persentase penduduk miskin dan pengeluaran perkapita makanan yang tinggi yakni sebesar 0,78 menyebabkan dua variabel tersebut dipergunakan sebagai respon pada penelitian ini. Dua respon ini dijadikan penelitian untuk melihat kemiskinan di suatu wilayah. Regresi nonparametrik Birespon Spline akan dilakukan pemodelan terhadap penduduk miskin dan pengeluaran perkapita makanan di Provinsi Jawa Timur dengan empat variabel prediktor.

Terdapat dua permasalahan dalam penelitian ini yaitu bagaimana karakteristik penduduk miskin dan pengeluaran perkapita makanan serta faktor-faktor yang diduga mempengaruhi dan bagaimanakah hubungan antara variabel – variabel yang diduga berpengaruh terhadap penduduk miskin dan pengeluaran perkapita makanan di Jawa Timur dengan menggunakan regresi nonparametrik Birespon Spline. Batasan masalah dalam penelitian ini adalah menggunakan *Generalized Cross Validation* (GCV) dalam pemilihan titik knot optimal pada spline linear 1 knot, 2 knot, 3 knot, 4 knot dan 5 knot.

II. TINJAUAN PUSTAKA

A. Regresi Nonparametrik

Regresi nonparametrik merupakan suatu metode yang digunakan untuk mengetahui pola hubungan antara variabel respon dan prediktor dimana fungsi dari kurva regresi tidak diketahui. Salah satu contoh regresi nonparametrik ialah regresi nonparametrik spline *truncated*. Model regresi nonparametrik spline *truncated* secara umum dapat ditulis dengan Persamaan (1).

$$y_i = f(t_i) + \varepsilon_i \quad ; i = 1, 2, \dots, n \quad (1)$$

dengan $f(t_i)$ merupakan fungsi Spline berorde p dengan titik knot k_1, k_2, \dots, k_r yang dapat dituliskan dengan persamaan berikut.

$$f(t_i) = \sum_{j=0}^p \gamma_j t_i^j + \sum_{l=1}^r \gamma_{p+l} (t_i - k_l)_+^p \quad (2)$$

$(t_{iq} - k_l)_+^p$ merupakan fungsi *truncated* (potongan) yang dapat dijabarkan sebagai berikut.

$$(t_i - k_l)_+^p = \begin{cases} (t_i - k_l)^p & , t_i \geq k_l \\ 0 & , t_i < k_l \end{cases} \quad (3)$$

Bila Persamaan (2) disubstitusikan ke Persamaan (1) akan menghasilkan model regresi nonparametrik spline sebagai berikut.

$$y_i = \sum_{j=0}^p \gamma_j t_i^j + \sum_{l=1}^r \gamma_{p+l} (t_i - k_l)_+^p + \varepsilon_i \quad ; i = 1, 2, \dots, n \quad (4)$$

Estimator spline terbaik diperoleh dengan menggunakan titik knot optimal. Titik knot merupakan titik perpaduan bersama dimana terdapat perubahan pola perilaku fungsi atau kurva. Titik knot optimal dapat diperoleh dengan menggunakan metode *Generalized Cross Validation* (GCV) (Wang, 1998) sebagai berikut.

$$GCV(k) = \frac{MSE(k)}{[n^{-1} \text{trace}(\mathbf{I} - \mathbf{A}(k))]^2} \quad (5)$$

dengan: $MSE(k) = n^{-1} \sum_{i=1}^n (y_i - \hat{y}_i)^2$

$$\mathbf{A}(k) = \mathbf{X}(k) (\mathbf{X}(k)' \mathbf{X}(k))^{-1} \mathbf{X}(k)'$$

B. Regresi Nonparametrik Birespon Spline Multivariabel

Dalam analisis regresi nonparametrik *Spline* jika terdapat satu variabel respon dan satu variabel prediktor, maka dinamakan regresi nonparametrik *Spline* univariabel. Jika dalam analisis regresi terdapat satu variabel respon dengan variabel prediktor lebih dari satu, maka regresi tersebut dinamakan regresi nonparametrik *Spline* multivariabel. Sedangkan regresi birespon didefinisikan sebagai salah satu model regresi yang memiliki variabel respon lebih dari satu buah dan diantara variabel-variabel tersebut terdapat korelasi atau hubungan yang kuat, baik secara logika maupun matematis (Simila dan Tikka, 2007). Jika regresi birespon memiliki bentuk kurva regresi yang tidak diketahui, maka pendekatan yang digunakan adalah nonparametrik sehingga dikatakan regresi nonparametrik birespon. Model untuk regresi nonparametrik Birespon Spline dapat dituliskan sebagai berikut.

$$y_{1i} = \sum_{j=1}^p f(x_{ji}) + \varepsilon_{1i} \quad (6)$$

$$y_{2i} = \sum_{j=1}^p g(x_{ji}) + \varepsilon_{2i}$$

Dimana fungsi f dan g adalah kurva regresi yang tidak diketahui bentuknya dan dihipotesiskan dengan fungsi *Spline* sebagai berikut (Wang, 1998).

$$f(x_{ji}) = \sum_{h=1}^p \alpha_{hj} x_{ji}^h + \sum_{l=1}^m \beta_{lj} (t_{ji} - k_{lj})_+^p \quad \text{dan} \\ g(x_{ji}) = \sum_{h=1}^p \lambda_{hj} x_{ji}^h + \sum_{l=1}^m \varphi_{lj} (t_{ji} - \lambda_{lj})_+^p \quad (7)$$

dimana α_{hj} dan β_{lj} merupakan untuk parameter variabel respon pertama sedangkan λ_{hj} dan φ_{lj} merupakan parameter variabel respon kedua.

III. METODOLOGI PENELITIAN

A. Sumber Data

Data yang digunakan dalam penelitian ini adalah data sekunder yakni data tahun 2011 yang diperoleh dari Badan Pusat Statistik (BPS) Provinsi Jawa Timur yakni pada Data Makro Sosial dan Ekonomi tahun 2007-2011 dan Survey Sosial Ekonomi Nasional Jawa Timur 2011 (SUSENAS). Unit observasi yang digunakan dalam penelitian ini adalah 38 Kabupaten/Kota atau 29 Kabupaten dan 9 Kota di provinsi Jawa Timur.

B. Variabel Penelitian

Variabel penelitian yang digunakan antara lain persentase penduduk miskin (y_1), pengeluaran perkapita makanan (y_2), tingkat kesempatan kerja (x_1), laju pertumbuhan ekonomi (x_2), tingkat pengangguran terbuka (x_3), dan tingkat partisipasi angkatan kerja (x_4).

C. Langkah Analisis

Langkah-langkah analisis data yang dilakukan dalam penelitian ini ialah sebagai berikut :

1. Mendefinisikan variabel respon dan variabel prediktor yang diduga mempengaruhi kemudian membuat analisis statistika deskriptif.
2. Membuat *scatter plot* antara variabel prediktor dengan variabel respon untuk mengetahui pola data.
3. Memodelkan Angka Harapan Hidup di Jawa Timur dengan spline linear 1 knot, 2 knot, dan 3 knot.
4. Memodelkan Penduduk Miskin dan Pengeluaran Perkapita Makanan di Jawa Timur dengan *Spline* linear 1 knot, 2 knot dan 3 knot, 4 knot, dan 5 knot.
5. Memilih titik knot optimal menggunakan metode *Generalized Cross Validation* (GCV) dimana titik knot optimal berkaitan dengan GCV terkecil.
6. Menghitung nilai MSE minimum dari model dengan titik knot optimal yang dihasilkan.
7. Memodelkan Penduduk Miskin dan Garis Kemiskinan Makanan di Jawa Timur menggunakan *Spline* dengan titik knot optimal.
8. Melakukan interpretasi model dan menarik kesimpulan.

Tabel 1.
Karakteristik Angka Harapan Hidup dan Faktor yang diduga Mempengaruhi

Variabel	Rata-rata	Variansi	Minimum	Maksimum	Selisih
y ₁	18,56	69,27	6,30	44,30	38,00
y ₂	52,05	35,88	40,49	62,89	22,40
x ₁	95,60	3,64	85,08	97,30	12,22
x ₂	6,88	0,39	6,14	9,24	3,10
x ₃	4,14	0,59	2,70	5,86	3,16
x ₄	69,12	3,48	70,91	70,91	10,91

IV. HASIL DAN PEMBAHASAN

A. Karakteristik Penduduk Miskin dan Pengeluaran Perkapita Makanan serta Faktor yang Diduga Mempengaruhi

Karakteristik penduduk miskin dan pengeluaran perkapita makanan beserta faktor-faktor yang diduga mempengaruhi di Provinsi Jawa Timur meliputi nilai rata-rata, variansi, nilai minimum, nilai maksimum, dan selisih yang ditunjukkan pada Tabel 1.

Tabel 1 menunjukkan karakteristik penduduk miskin dan pengeluaran perkapita makanan yakni nilai rata – rata, variansi, minimum, maksimum, dan selisih. Berdasarkan Tabel 1 terlihat bahwa rata – rata penduduk miskin di provinsi Jawa Timur yang tersebar pada 38 Kabupaten/Kota tiap 1000 penduduk adalah sebanyak 18 atau 19 dengan keragaman sebesar 69,27. Terlihat dari nilai minimum dan maksimum pada Tabel 1, mengindikasikan bahwa persentase penduduk miskin di Provinsi Jawa Timur tertinggi sebesar 44,30% dan terendah sebesar 6,30% dengan selisih sebesar 38%. Sementara itu, rata – rata pengeluaran perkapita makanan di provinsi Jawa Timur yang tersebar pada 38 Kabupaten/Kota berarti konsumsi rumah tangga jenis makanan yang dikeluarkan penduduk dalam waktu sebulan adalah sebesar 52,05% dengan keragaman sebesar 35,88. Pengeluaran perkapita makanan di Provinsi Jawa Timur tertinggi sebesar 62,89% dan terendah sebesar 40,49% dengan selisih sebesar 22,40%.

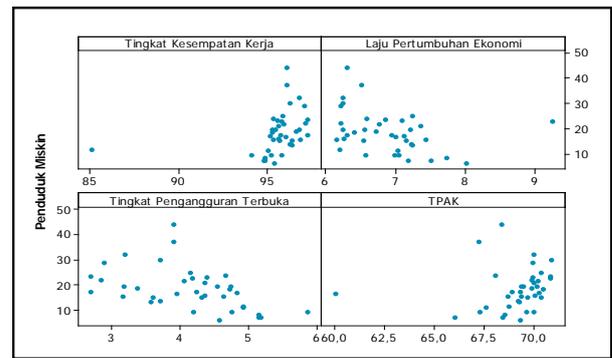
B. Scatterplot Penduduk Miskin dan Pengeluaran Perkapita Makanan dengan Faktor yang diduga Mempengaruhi

Pola hubungan yang terbentuk antara penduduk miskin dan 4 variabel prediktor divisualisasikan pada Gambar 1. Gambar 1 menunjukkan bahwa hubungan yang terbentuk antara penduduk miskin dengan variabel tidak membentuk pola tertentu. Hal ini mengindikasikan bahwa terdapat komponen nonparametrik dimana fungsi dari kurva regresi tidak diketahui.

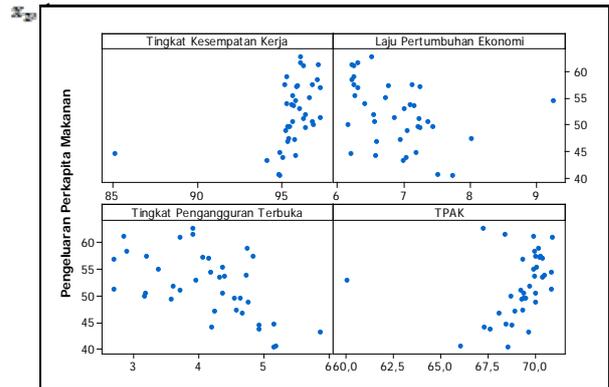
Gambar 2 menunjukkan pola hubungan yang terbentuk antara pengeluaran perkapita makanan dengan keempat variabel tersebut tidak membentuk pola tertentu. Sehingga ini juga mengindikasikan bahwa terdapat komponen nonparametrik dimana fungsi dari kurva regresi tidak diketahui.

C. Model Regresi Nonparametrik Birespon Spline

Model regresi nonparametrik birespon spline dengan empat variabel prediktor dapat dituliskan dalam persamaan berikut ini.



Gambar 1. Scatterplot antara penduduk miskin dan variabel x₁, x₂, x₃



Gambar 2. Scatterplot antara pengeluaran perkapita makanan dan variabel x₁, x₂, x₃ dan x₄

Tabel 2.

Nilai GCV Minimum dan MSE Masing-masing Titik Knot

Variabel Prediktor	GCV Minimum	MSE
1 Titik knot	0,048652	0,040296
2 Titik knot	0,171215	0,134702
3 Titik knot	0,091143	0,064261
4 Titik knot	13,212153	9,945436
5 Titik knot	0,586604	0,385051

$$y_1 = \alpha^{(1)}x_1 + \beta^{(1)}(x_1 - k_1^{(1)})_+ + \alpha^{(2)}x_1 + \beta^{(2)}(x_2 - k_1^{(2)})_+ + \dots + \alpha^{(4)}x_1 + \beta^{(4)}(x_4 - k_1^{(4)})_+$$

$$y_2 = \lambda^{(1)}x_1 + \varphi^{(1)}(x_1 - k_1^{(1)})_+ + \lambda^{(2)}x_1 + \varphi^{(2)}(x_2 - k_1^{(2)})_+ + \dots + \lambda^{(4)}x_1 + \varphi^{(4)}(x_4 - k_1^{(4)})_+$$

Setelah membuat model umum dari regresi nonparametrik birespon spline maka kemudian akan dilakukan pembuatan model dengan pendekatan regresi nonparametrik birespon spline dengan melakukan pemilihan titik knot optimal. Dalam penelitian ini dilakukan dengan menggunakan 1 titik knot, 2 titik knot, 3 titik knot, 4 titik knot dan 5 titik knot.

D. Pemilihan Titik Knot Optimal

Pemilihan titik knot optimal dilakukan dengan mencari nilai GCV terendah yang dihasilkan. GCV yang dihasilkan dengan menggunakan 1 titik knot, 2 titik knot, 3 titik knot, dan kombinasi knot ditunjukkan pada Tabel 2.

Tabel 2 menunjukkan bahwa nilai GCV minimum dihasilkan pada saat menggunakan knot 1 yakni sebesar 0,0048652 dengan MSE sebesar 0,040296.

E. Pemodelan Penduduk Miskin dan Pengeluaran Perkapita Makanan dengan Titik Knot Optimal

Nilai GCV minimum dihasilkan dengan menggunakan knot 1 yakni sebesar 0,0048652. Pemodelan penduduk miskin dan pengeluaran perkapita makanan menggunakan titik knot optimal ditunjukkan pada persamaan berikut.

Untuk variabel respon pertama (penduduk miskin) sebagai berikut.

$$\hat{y}_1 = 1,204352x_1 - 8,251871(x_1 - 87,91575)_+ - 24,62748x_2 + 106,6044(x_2 - 6,85192)_+ - 13,33751x_3 - 27,91474(x_3 - 3,42589)_+ + 0,8843728x_4 + 10,92527(x_4 - 62,53068)_+$$

Untuk variabel respon kedua (pengeluaran perkapita makanan) sebagai berikut

$$\hat{y}_2 = -1,188518x_1 - 14,25863(x_1 - 87,91575)_+ - 6,170518x_2 + 142,0741(x_2 - 6,85192)_+ - 29,89175x_3 + 18,97163(x_3 - 3,42589)_+ + 1,251463x_4 + 21,24598(x_4 - 62,53068)_+$$

F. Interpretasi Model

Model terbaik dari penduduk miskin dan pengeluaran perkapita makanan di Provinsi Jawa Timur menggunakan pendekatan regresi nonparametrik birespon spline yaitu dengan satu titik knot. Berikut ini adalah interpretasi dari model Spline terbaik respon pertama yakni penduduk miskin sebagai berikut.

1. Jika variabel x_2, x_3 , dan x_4 konstan, maka pengaruh dari Tingkat Kesempatan Kerja (x_1) terhadap penduduk miskin (y_1) adalah sebagai berikut.

$$\hat{y}_1 = 1,204352x_1 - 8,251871(x_1 - 87,91575)_+ \\ \hat{y}_1 = \begin{cases} 1,204352x_1 & ; x_1 < 87,91575 \\ -7,047339x_1 + 725,4694 & ; x_1 \geq 87,91575 \end{cases}$$

Berdasarkan model yang terbentuk diatas dapat menjelaskan bahwa pada saat persentase tingkat kesempatan kerja kurang dari 87,91575 artinya adalah jika persentase tingkat kesempatan kerja naik sebesar satu persen, maka persentase penduduk miskin di Provinsi Jawa Timur akan naik sebesar 1,204352 tahun. Sedangkan apabila persentase tingkat kesempatan kerja lebih besar atau sama dengan 89,91575 artinya adalah jika persentase tingkat kesempatan kerja meningkat sebesar satu persen, maka persentase penduduk miskin di Provinsi Jawa Timur cenderung menurun sebesar 7,047339 tahun. Wilayah yang memiliki persentase tingkat kesempatan kerja kurang dari 89,91575 adalah Kota Pasuruan.

Untuk respon kedua yakni pengeluaran perkapita makanan sebagai berikut.

Jika variabel x_2, x_3 , dan x_4 konstan, maka pengaruh dari Tingkat Kesempatan Kerja (x_1) terhadap pengeluaran perkapita makanan (y_2) adalah sebagai berikut.

$$\hat{y}_2 = -1,188518x_1 - 14,25863(x_1 - 87,91575)_+ \\ \hat{y}_2 = \begin{cases} -1,188518x_1 & ; x_1 < 87,91575 \\ -15,447148x_1 + 1253,5581 & ; x_1 \geq 87,91575 \end{cases}$$

Berdasarkan model yang terbentuk diatas dapat menjelaskan bahwa pada saat persentase tingkat kesempatan kerja kurang dari 87,91575 artinya adalah jika persentase tingkat kesempatan kerja naik sebesar satu persen, maka persentase pengeluaran perkapita makanan di Provinsi Jawa Timur akan turun sebesar 1,188518 tahun. Sedangkan apabila persentase tingkat kesempatan kerja lebih besar atau sama dengan 89,91575 artinya adalah jika persentase tingkat kesempatan kerja meningkat sebesar satu persen, maka persentase pengeluaran perkapita makanan di Provinsi Jawa Timur juga cenderung menurun sebesar 15,447148 tahun. Wilayah yang memiliki persentase tingkat kesempatan kerja kurang dari 89,91575 adalah Kota Pasuruan.

2. Jika variabel x_2, x_3 , dan x_4 konstan, maka pengaruh dari Laju Pertumbuhan Ekonomi (x_2) terhadap penduduk miskin (y_1) adalah sebagai berikut.

$$\hat{y}_1 = -24,62748x_2 + 106,6044(x_2 - 6,85192)_+$$

$$\hat{y}_1 = \begin{cases} -24,62748x_2 & ; x_2 < 6,85192 \\ 81,97692x_2 - 730,4448 & ; x_2 \geq 6,85192 \end{cases}$$

Berdasarkan model yang terbentuk diatas dapat menjelaskan bahwa pada saat persentase laju pertumbuhan ekonomi kurang dari 6,85192 artinya adalah jika persentase laju pertumbuhan ekonomi naik sebesar satu persen, maka persentase penduduk miskin di Provinsi Jawa Timur akan menurun sebesar 24,62748 tahun. Sedangkan apabila persentase laju pertumbuhan ekonomi lebih besar atau sama dengan 6,85192 artinya adalah jika persentase laju pertumbuhan ekonomi meningkat sebesar satu persen, maka persentase penduduk miskin di Provinsi Jawa Timur cenderung meningkat sebesar 81,97692 tahun. Kabupaten/Kota yang berada di Provinsi Jawa Timur yang memiliki persentase laju pertumbuhan ekonomi kurang dari 6,85192 adalah 18 Kabupaten/Kota yakni Kabupaten Ponorogo, Kabupaten Trenggalek, Kabupaten Blitar, Kabupaten Lumajang, Kabupaten Bondowoso, Kabupaten Situbondo, Kabupaten Probolinggo, Kabupaten Nganjuk, Kabupaten Madiun, Kabupaten Magetan, Kabupaten Ngawi, Kabupaten Bangkalan, Kabupaten Sampang, Kabupaten Pamekasan, Kabupaten Sumenep, Kota Blitar, Kota Probolinggo, dan Kota Pasuruan.

Untuk variabel respon kedua (pengeluaran perkapita makanan) sebagai berikut.

Jika variabel x_2, x_3 , dan x_4 konstan, maka pengaruh dari Laju Pertumbuhan Ekonomi (x_2) terhadap pengeluaran perkapita makanan (y_2) adalah sebagai berikut.

$$\hat{y}_2 = -6,170518x_2 + 142,0741(x_2 - 6,85192)_+ \\ \hat{y}_2 = \begin{cases} -6,170518x_2 & ; x_2 < 6,85192 \\ 135,904x_2 - 973,48036 & ; x_2 \geq 6,85192 \end{cases}$$

Berdasarkan model yang terbentuk diatas dapat menjelaskan bahwa pada saat persentase laju pertumbuhan ekonomi kurang dari 6,85192 artinya adalah jika persentase laju pertumbuhan ekonomi naik sebesar satu persen, maka persentase pengeluaran perkapita makanan di Provinsi Jawa Timur akan menurun sebesar 6,170518 tahun. Sedangkan apabila persentase laju pertumbuhan ekonomi lebih besar atau sama dengan 6,85192 artinya adalah jika persentase laju pertumbuhan ekonomi meningkat sebesar satu persen, maka persentase pengeluaran perkapita makanan di Provinsi Jawa Timur cenderung meningkat sebesar 135,904 tahun. Kabupaten/Kota yang berada di Provinsi Jawa Timur yang memiliki persentase laju pertumbuhan ekonomi kurang dari 6,85192 adalah 18 Kabupaten/Kota yakni Kabupaten Ponorogo, Kabupaten Trenggalek, Kabupaten Blitar, Kabupaten Lumajang, Kabupaten Bondowoso, Kabupaten Situbondo, Kabupaten Probolinggo, Kabupaten Nganjuk, Kabupaten Madiun, Kabupaten Magetan, Kabupaten Ngawi, Kabupaten Bangkalan, Kabupaten Sampang, Kabupaten Pamekasan, Kabupaten Sumenep, Kota Blitar, Kota Probolinggo, dan Kota Pasuruan.

3. Jika variabel x_1, x_2 , dan x_4 konstan, maka pengaruh dari Tingkat Pengangguran Terbuka (x_3) terhadap penduduk miskin (y_1) adalah sebagai berikut.

$$\hat{y}_1 = -13,33751x_3 - 27,91474(x_3 - 3,42589)_+ \\ \hat{y}_1 = \begin{cases} -13,33751x_3 & ; x_3 < 3,42589 \\ -41,2523x_3 + 95,6328 & ; x_3 \geq 3,42589 \end{cases}$$

Berdasarkan model yang terbentuk diatas dapat menjelaskan bahwa pada saat persentase tingkat

pengangguran terbuka kurang dari 3,42589 artinya adalah jika persentase tingkat pengangguran terbuka naik sebesar satu persen, maka persentase penduduk miskin di Provinsi Jawa Timur akan turun sebesar 13,33751 tahun. Sedangkan apabila persentase tingkat pengangguran terbuka lebih besar atau sama dengan 3,42589 artinya adalah jika persentase tingkat pengangguran terbuka meningkat sebesar satu persen, maka persentase penduduk miskin di Provinsi Jawa Timur juga cenderung menurun sebesar 41,2523 tahun. Kabupaten/Kota yang berada di Provinsi Jawa Timur yang memiliki persentase tingkat pengangguran terbuka kurang dari 3,42589 terdapat sebanyak 6 Kabupaten/Kota. Kabupaten/Kota tersebut yakni Kabupaten Pacitan, Kabupaten Trenggalek, Kabupaten Lumajang, Kabupaten Bondowoso, Kabupaten Probolinggo, dan Kabupaten Pamekasan.

Untuk variabel respon kedua (pengeluaran perkapita makanan) sebagai berikut.

Jika variabel x_1, x_2 , dan x_4 konstan, maka pengaruh dari Tingkat Pengangguran Terbuka (x_3) terhadap pengeluaran perkapita makanan (y_2) adalah sebagai berikut.

$$\hat{y}_2 = -29,69175x_3 + 18,97163(x_3 - 3,42589)_+ \\ \hat{y}_2 = \begin{cases} -29,69175x_3 & ; x_3 < 3,42589 \\ -10,7201x_3 - 64,99471 & ; x_3 \geq 3,42589 \end{cases}$$

Berdasarkan model yang terbentuk diatas dapat menjelaskan bahwa pada saat persentase tingkat pengangguran terbuka kurang dari 3,42589 artinya adalah jika persentase tingkat pengangguran terbuka naik sebesar satu persen, maka persentase pengeluaran perkapita makanan di Provinsi Jawa Timur akan turun sebesar 29,69175 tahun. Sedangkan apabila persentase tingkat pengangguran terbuka lebih besar atau sama dengan 3,42589 artinya adalah jika persentase tingkat pengangguran terbuka meningkat sebesar satu persen, maka persentase pengeluaran perkapita makanan di Provinsi Jawa Timur juga cenderung menurun sebesar 10,7201 tahun. Kabupaten/Kota yang berada di Provinsi Jawa Timur yang memiliki persentase tingkat pengangguran terbuka kurang dari 3,42589 terdapat sebanyak 6 Kabupaten/Kota. Kabupaten/Kota yang berada di Provinsi Jawa Timur yang memiliki persentase tingkat pengangguran terbuka kurang dari 3,42589 terdapat sebanyak 6 Kabupaten/Kota. Kabupaten/Kota tersebut yakni Kabupaten Pacitan, Kabupaten Trenggalek, Kabupaten Lumajang, Kabupaten Bondowoso, Kabupaten Probolinggo, dan Kabupaten Pamekasan.

4. Jika variabel x_1, x_2 dan x_3 konstan, maka pengaruh dari Tingkat Partisipasi Angkatan Kerja (x_4) terhadap penduduk miskin (y_1) adalah sebagai berikut.

$$\hat{y}_1 = 0,8843728x_4 + 10,92527(x_4 - 62,53068)_+ \\ \hat{y}_1 = \begin{cases} 0,8843728x_4 & ; x_4 < 62,53068 \\ 11,8096428x_4 - 683,16452 & ; x_4 \geq 62,53068 \end{cases}$$

Berdasarkan model yang terbentuk diatas dapat menjelaskan bahwa pada saat persentase tingkat partisipasi angkatan kerja kurang dari 62,53068 artinya adalah jika persentase tingkat partisipasi angkatan kerja naik sebesar satu persen, maka persentase penduduk miskin di Provinsi Jawa Timur akan naik sebesar 0,8843728 tahun. Sedangkan apabila persentase tingkat partisipasi angkatan kerja lebih besar atau sama dengan 62,53068 artinya adalah jika

persentase tingkat partisipasi angkatan kerja meningkat sebesar satu persen, maka persentase penduduk miskin di Provinsi Jawa Timur juga meningkat sebesar 11,8096428 tahun. Kabupaten/Kota yang berada di Provinsi Jawa Timur yang memiliki persentase tingkat partisipasi angkatan kerja kurang dari 62,53068 adalah Kabupaten Jember.

Sementara itu, untuk interpretasi dari model Spline terbaik respon kedua yakni pengeluaran perkapita makanan akan dijelaskan sebagai berikut.

Jika variabel x_1, x_2 , dan x_3 konstan, maka pengaruh dari Tingkat Partisipasi Angkatan Kerja (x_4) terhadap pengeluaran perkapita makanan (y_2) adalah sebagai berikut.

$$\hat{y}_2 = 1,251463x_4 + 21,24396(x_4 - 62,53068)_+ \\ \hat{y}_2 = \begin{cases} 1,251463x_4 & ; x_4 < 62,53068 \\ 22,4954x_4 - 1328,3992 & ; x_4 \geq 62,53068 \end{cases}$$

Berdasarkan model yang terbentuk diatas dapat menjelaskan bahwa pada saat persentase tingkat partisipasi angkatan kerja kurang dari 62,53068 artinya adalah jika persentase tingkat partisipasi angkatan kerja naik sebesar satu persen, maka persentase pengeluaran perkapita makanan di Provinsi Jawa Timur akan naik sebesar 1,251463 tahun. Sedangkan apabila persentase tingkat partisipasi angkatan kerja lebih besar atau sama dengan 62,53068 artinya adalah jika persentase tingkat partisipasi angkatan kerja meningkat sebesar satu persen, maka persentase pengeluaran perkapita makanan di Provinsi Jawa Timur juga meningkat sebesar 22,4954 tahun. Kabupaten/Kota yang berada di Provinsi Jawa Timur yang memiliki persentase tingkat partisipasi angkatan kerja kurang dari 62,53068 adalah Kabupaten Jember.

V. KESIMPULAN DAN SARAN

Berdasarkan hasil dari pembahasan, maka diperoleh kesimpulan sebagai berikut.

1. Persentase penduduk miskin tertinggi terdapat di Kabupaten Sampang yakni sebesar 44,3% pada tahun 2011, sedangkan persentase penduduk miskin terendah adalah Kota Batu yakni sebesar 6,3%. Persentase pengeluaran perkapita tertinggi terdapat di Kabupaten Bangkalan yakni sebesar 62,89% pada tahun 2011, sedangkan persentase pengeluaran perkapita makanan terendah adalah Kota Surabaya yakni sebesar 40,49%.
2. Model regresi nonparametrik birespon Spline terbaik adalah model Spline linear dengan satu titik knot. Nilai GCV yang dihasilkan adalah 0,048652 dengan nilai MSE sebesar 0,040296. Model regresi nonparametrik birespon Spline yang dihasilkan sebagai berikut. Untuk variabel respon pertama (penduduk miskin) sebagai berikut.

$$\hat{y}_1 = 1,204352x_1 - 8,251871(x_1 - 87,91575)_+ + \\ -24,62748x_2 + 106,6044(x_2 - 6,85192)_+ + \\ -13,33751x_3 - 27,91474(x_3 - 3,42589)_+ + \\ +0,8843728x_4 + 10,92527(x_4 - 62,53068)_+$$

Untuk variabel respon kedua (pengeluaran perkapita makanan) sebagai berikut

$$\hat{y}_2 = -1,188518x_1 - 14,25863(x_1 - 87,91575)_+ + \\ -6,170518x_2 + 142,0741(x_2 - 6,85192)_+ + \\ -29,69175x_3 + 18,97163(x_3 - 3,42589)_+ + \\ +1,251463x_4 + 21,24396(x_4 - 62,53068)_+$$

Saran yang diberikan untuk penelitian selanjutnya berdasarkan penelitian yang telah dilakukan adalah agar variabel - variabel yang digunakan bisa dicoba

menggunakan regresi nonparametrik birespon spline kuadratik dan kubik.

DAFTAR PUSTAKA

- Badan Pusat Statistik Jawa Timur, 2011, *PDRB Kabupaten/Kota Se-Jawa Timur 2006-2010*, Badan Pusat Statistik Provinsi Jawa Timur Surabaya.
- Badan Pusat Statistik Jawa Timur, 2011, *Data Makro Sosial Ekonomi Jawa Timur*, Badan Pusat Statistik Provinsi Jawa Timur Surabaya.
- Budiantara, I.N., 2005, Model Keluarga Spline Polinomial *Truncated* dalam Regresi Semiparametrik, *Berkala MIPA, Institut Teknologi Sepuluh Nopember, Surabaya*.
- Damayanti, Y. 2013. *Pemodelan Penduduk Miskin di Jawa Timur Menggunakan Metode Geographically Weighted Regression (GWR)*. Tugas Akhir, Jurusan Statistika, Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam, Institut Teknologi Sepuluh Nopember, Surabaya.
- Fadillah, 2010, *Analisis Regresi Jumlah Penduduk Miskin dengan Faktor – Faktor yang Mempengaruhinya di Jawa Timur*. Tugas Akhir, Jurusan Statistika, Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam, Institut Teknologi Sepuluh Nopember, Surabaya.
- Similia, T. Dan Tikka, J., 2007, Input Selection and Shrinkage in Multiresponse Linear Regression, *Preprint Submitted to Elsevier*.
- Surya, L. 2013. *Faktor – Faktor yang Mempengaruhi Persentase Penduduk Miskin di Jawa Timur Menggunakan Regresi Semiparametrik Spline*. Tugas Akhir, Jurusan Statistika, Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam, Institut Teknologi Sepuluh Nopember, Surabaya.
- Wang, Y. 1998. Spline Smoothing Models With Correlated Error. *Journal of the American Statistical Association*. Vol 93, pp.341-348.