

## Pemodelan Regresi *Spline* pada Studi Kasus Angka Kematian Bayi di Jawa Timur Tahun 2015

Maria Fatima O L <sup>(1)</sup>, Wara Pramesti <sup>(2)</sup>

<sup>1,2)</sup> Universitas PGRI Adi Buana Surabaya

Jl. Dukuh Menanggal XII Telp./Fax. (031) 822289873 Surabaya 60234

e-mail: [riatyladjar2014@gmail.com](mailto:riatyladjar2014@gmail.com) dan [estipra72@gmail.com](mailto:estipra72@gmail.com)

### ABSTRAK

Persoalan yang dihadapi Provinsi Jawa Timur dalam bidang kesehatan adalah angka kematian ibu (AKI) dan angka kematian bayi (AKB) yang mengalami penurunan secara lambat. Berkaitan dengan target Millenium Development Goals (MDGs) tahun 2015 untuk AKB adalah 23 kematian per 1.000 kelahiran hidup. AKB di Provinsi Jawa Timur menurut Badan Pusat Statistik (BPS) pada tahun 2015 yakni sebesar 24 kematian per 1.000 kelahiran hidup. Berdasarkan tingginya AKB di Jawa Timur tahun 2015 maka metode regresi *spline* diterapkan untuk mengkaji AKB dan faktor-faktor yang mempengaruhinya. Dari hasil analisis didapatkan bahwa model *spline* linear hubungan antara persentase persalinan oleh tenaga non medis terhadap angka kematian bayi di Jawa Timur tahun 2015 dengan satu titik knot berdasarkan *Generalized Cross Validation* (GCV) minimum sebesar 39,22079. Berdasarkan hasil analisis juga didapatkan model *spline* linear multivariabel terbaik adalah *spline* linear dengan satu titik knot berdasarkan *Generalized Cross Validation* (GCV) minimum sebesar 34,11737. Variabel yang berpengaruh signifikan terhadap angka kematian bayi di Jawa Timur tahun 2015 adalah : persentase perempuan yang usia perkawinan pertama kurang dari 17 tahun dan persentase wanita yang tidak pernah sekolah/tidak tamat SD.

**Kata kunci :** *Angka Kematian Bayi, Generalized Cross Validation, Regresi Spilne.*

### ABSTRACT

*The question facing the East Java province in the field of health is maternal mortality (AKI) and infant mortality (AKB) which has decreased slowly. With regard to the target of the Millennium Development Goals (MDGs) in 2015 to AKB is the 23 deaths per 1.000 live births. AKB in East Java province, according to the Central Bureau of statistics (BPS) in 2015 i.e. amounting to 24 deaths per 1.000 live births. Based on the high degree of AKB in East Java the year 2015 then regression splines method applied to analyze AKB and the factors that affected it. Analysis of the results obtained that the linear relationship between the precise model of the percentage of labor by non medical personnel against infant mortality in East Java the year 2015 with 1 point of knots based on Generalized Cross Validation (GCV) a minimum of 39.22079. Based on the results of the analysis also obtained the best model Multivariable linear splines are linear splines with 1 point of knots based on Generalized Cross Validation (GCV) a minimum of 34.11737. Variables that influence significantly taking action against infant mortality in East Java the year 2015 are: the percentage of women who are the age of the first marriage of less than 17 years and the percentage of women who never school/did not finish ELEMENTARY SCHOOL.*

**Keywords :** *General Cross Validation, Infant Mortality Rate, Spline Regression.*

### 1. PENDAHULUAN

*Spline* merupakan potongan polinomial (*piecewise polynomial*), yaitu *polynomial* yang memiliki sifat tersegmen yang kontinu. Sifat ini yang memberikan fleksibilitas lebih daripada polinomial biasa, sehingga memungkinkan untuk menyesuaikan diri secara efektif terhadap karakteristik lokal dari fungsi atau data (Euba, 1999).

Regresi *spline* adalah model regresi dengan kurva regresinya (fungsi regresinya) berupa fungsi *spline*. Metode *spline* ini sangat baik dalam memodelkan data yang polanya berubah-ubah pada sub interval tertentu. Estimasi kurva regresi nonparametrik *spline* dapat dilakukan dengan mencari model *spline* optimal yang diperoleh dengan memilih titik knot optimal. Titik knot merupakan suatu titik fokus

dalam fungsi *spline*, sehingga kurva yang dibentuk tersegmen pada titik-titik tersebut. Metode yang digunakan untuk memperoleh titik knot optimal adalah metode *Generalized Cross Validation* (GCV) (Euba, 1999).

Salah satu persoalan yang sedang dihadapi oleh Provinsi Jawa Timur dalam bidang kesehatan adalah angka kematian ibu (AKI) dan angka kematian bayi (AKB) yang mengalami penurunan secara lambat. Berkaitan dengan kesepakatan global dalam Target *Millenium Development Goals* (MDGs) tahun 2015, bahwasanya salah satu tujuan pokok dalam MDGs tersebut adalah menurunkan AKB hingga 23 kematian per 1.000 kelahiran hidup pada tahun 2015. Sedangkan berdasarkan catatan Menteri Kesehatan Republik Indonesia pada tahun 2015 AKB di Indonesia mencapai 34, artinya ada sekitar 34 kematian setiap 1.000 bayi yang lahir. Salah satu provinsi di Indonesia dengan AKB yang belum memenuhi target MDGs tahun 2015 adalah Jawa Timur. Tren AKB di Provinsi Jawa Timur menurut Badan Pusat Statistik (BPS) dari tahun 2012 hingga 2015 mengalami penurunan yang lambat yakni sebesar 25,5, 25, 24,5, 24 kematian bayi per 1.000 kelahiran hidup.

AKB merupakan salah satu tolak ukur untuk menilai sejauh mana ketercapaian kesejahteraan rakyat sebagai hasil dari pelaksanaan pembangunan bidang kesehatan (Pudiasuti, 2011). Berdasarkan pada tingginya AKB di Jawa Timur Tahun 2015, yaitu sebesar 24 kematian per 1.000 kelahiran hidup, maka dalam penelitian ini mengangkat studi kasus AKB di Jawa Timur tahun 2015. Penelitian berkaitan dengan kematian bayi di Indonesia sudah banyak dilakukan, namun yang mengkaji AKB dan faktor-faktor yang mempengaruhinya dengan metode *spline* masih terbatas. Dengan demikian, metode *spline* diterapkan pada studi kasus AKB di Jawa Timur tahun 2015. Metode *spline* mempunyai keunggulan dalam mengatasi pola data yang menunjukkan naik atau turun yang tajam dengan bantuan titik-titik knot, serta kurva yang dihasilkan relatif mulus. *Spline* mempunyai kemampuan yang sangat baik untuk digeneralisasikan pada pemodelan statistika yang kompleks dan rumit, maka berdasarkan hal-hal di atas, akan dilakukan pemodelan untuk Angka Kematian Bayi Di Jawa Timur Tahun 2015. Tujuan dari penelitian ini adalah untuk mendapatkan pemodelan regresi *spline* univariabel dan multivariabel pada studi kasus faktor-faktor yang mempengaruhi angka kematian bayi di Jawa Timur Tahun 2015.

## 2. METODE PENELITIAN

Data yang digunakan dalam penelitian ini adalah data sekunder yang diperoleh dari Badan

Pusat Statistik (BPS) Provinsi Jawa Timur. Unit penelitian yang diamati adalah masing-masing kabupaten/kota di Provinsi Jawa Timur pada tahun 2015. Provinsi Jawa Timur sendiri terdiri dari 38 kabupaten/kota.

Variabel yang digunakan dalam penelitian ini terbagi menjadi 2 (dua) yaitu variabel  $Y$  (dependen) dan variabel  $X$  (independen). Variabel dependen pada penelitian ini adalah angka kematian bayi di 38 kabupaten/kota di Provinsi Jawa Timur. Variabel independen yang digunakan adalah persentase perempuan yang usia perkawinan pertama kurang dari 17 ( $X_1$ ), persentase wanita yang tidak pernah sekolah/tidak tamat SD ( $X_2$ ), persentase persalinan menggunakan tenaga non medis ( $X_3$ ) dan persentase penduduk miskin ( $X_4$ ).

Adapun langkah-langkah analisis adalah sebagai berikut:

- Mendeskripsikan karakteristik angka kematian bayi di Jawa Timur tahun 2015.
- Membuat *scatterplot* antara angka kematian bayi di Jawa Timur dengan masing-masing variabel independen ( $X_1 - X_4$ ).
- Memodelkan angka kematian bayi di Jawa Timur dengan menggunakan *spline* linear univariabel dengan 1,2, dan 3 titik knot..
- Memilih titik knot optimal berdasarkan GCV minimum pada pemodelan *spline* linear univariabel .
- Membuat pemodelan *spline* linear multivariabel dengan 1,2, dan 3 berdasarkan titik knot optimal dari model *spline* univariabel.
- Mendapatkan model regresi *spline* multivariabel terbaik dengan titik knot optimal pada pemodelan *spline* multivariabel.
- Memodelkan angka kematian bayi dengan variabel-variabel independennya menggunakan *spline* dengan titik knot optimal.
- Melakukan pengujian signifikansi parameter dan pengujian asumsi residual dari model *spline* linear multivariabel terbaik.
- Membuat kesimpulan

## 3. HASIL DAN PEMBAHASAN

### 3.1 Karakteristik Angka Kematian Bayi di Jawa Timur Tahun 2015

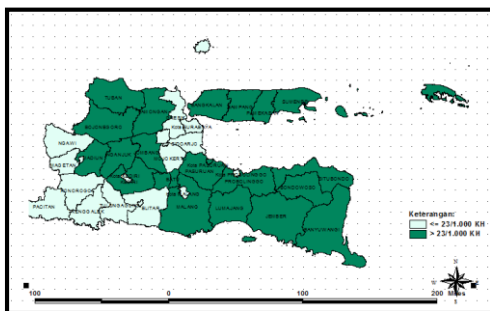
Penelitian ini menggunakan 4 variabel independen yang diduga mempengaruhi jumlah kematian bayi di Jawa Timur Tahun 2015. Statistika deskriptif dari angka kematian bayi dan 4 (empat) variabel independen tersebut disajikan pada Tabel 1. Berdasarkan Tabel tersebut dapat diketahui bahwa rata-rata AKB ( $Y$ ) di Jawa Timur Tahun 2015

adalah 28,85, artinya terdapat 28 kematian bayi setiap 1.000 kelahiran hidup, dengan standar deviasi sebesar 11,3693. Angka kematian bayi tertinggi pada tahun 2015 adalah sebesar 56,240 per 1.000 kelahiran hidup dan yang paling rendah adalah 16,050 per 1.000 kelahiran hidup.

**Tabel 1.** Statistika Deskriptif Variabel Penelitian

Variabel	Mean	Minimal	Maksimal	Standar Deviasi
Y	28,850	16,050	56,240	11,3693
X <sub>1</sub>	8,444	1,600	23,620	5,7715
X <sub>2</sub>	25,450	6,460	54,960	11,6309
X <sub>3</sub>	3,556	0,000	30,870	6,7749
X <sub>4</sub>	12,165	4,600	25,690	5,0341

Tabel 1 dapat diketahui bahwa rata-rata AKB (Y) di Jawa Timur Tahun 2015 adalah 28,85, artinya terdapat 28 kematian bayi setiap 1.000 kelahiran hidup, dengan standar deviasi sebesar 11,3693. Angka kematian bayi tertinggi pada tahun 2015 adalah sebesar 56,240 per 1.000 kelahiran hidup dan yang paling rendah adalah 16,050 per 1.000 kelahiran hidup. Dari beberapa variabel independen yang memiliki rata-rata paling besar adalah variabel persentase wanita yang tidak pernah sekolah atau tidak tamat SD (X<sub>2</sub>) sebesar 25,450% dengan nilai standar deviasi sebesar 11,6309. Persentase wanita di Jawa Timur yang tidak tamat SD tertinggi adalah sebesar 54,960% dan yang terendah adalah sebesar 6,460%. Berikut disajikan peta persebaran karakteristik AKB di Jawa Timur Tahun 2015 berdasarkan Kabupaten/Kota pada Gambar 1



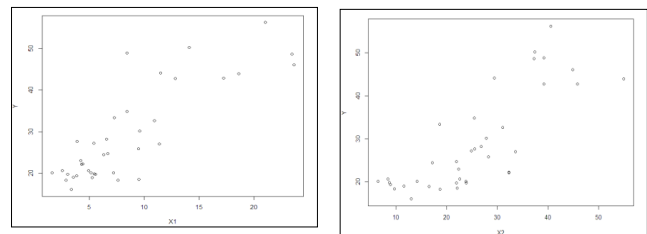
**Gambar 1** Peta Persebaran AKB di Jawa Timur Tahun 2015

Gambar 1 dapat diketahui bahwa pola penyebaran angka kematian bayi di Jawa Timur tahun 2015, warna lokasi yang semakin gelap mengindikasikan semakin tinggi angka kematian bayi di lokasi tersebut. AKB diatas 23 per 1.000 kelahiran hidup dikatakan tinggi karena nilai tersebut lebih besar dari target MDGs tahun 2015 terkait indikator penurunan AKB hingga 23 per 1.000 kelahiran hidup. Jumlah Kabupaten/Kota yang memiliki AKB

di atas 23 per 1.000 kelahiran hidup adalah 21 Kabupaten/Kota atau lebih dari 50% jumlah kabupaten/kota di Jawa Timur. AKB tertinggi di Kabupaten Probolinggo yang mencapai 56,24 per 1.000 kelahiran hidup dan Kabupaten Jember dengan AKB mencapai 50,2 per 1.000 kelahiran hidup. Sedangkan pola penyebaran angka kematian bayi dengan warna lokasi yang semakin terang mengidentifikasi semakin rendah angka kematian bayi di lokasi tersebut. Terlihat bahwa Kabupaten/Kota dengan kategori AKB terletak antara 0 hingga 23 kematian per 1.000 kelahiran hidup. Terdapat 17 Kabupaten/Kota dengan AKB yang memenuhi target MDGs. Kabupaten/Kota yang memiliki AKB terendah adalah Kabupaten Trenggalek yakni sebesar 18,28 per 1.000 kelahiran hidup dan Kota Blitar sebesar 16,05 per 1.000 kelahiran hidup.

### 3.2 Model Spline Univariabel

Pada tahap pembahasan akan disajikan model spline univariabel angka kematian bayi dengan empat variabel independen yang digunakan. Sebelum dianalisis menggunakan analisis regresi *spline*, diselidiki dahulu pola hubungan antara masing-masing variabel dependen dengan variabel independen dengan menggunakan *scatterplot*.



**Gambar 2** (a) Plot antara Variabel AKB dengan persentase perempuan yang usia perkawinan pertama kurang dari 17 tahun. (b) Plot antara variabel AKB dengan persentase Wanita yang Tidak Pernah Sekolah/Tidak Tamat SD.

Secara visual menunjukkan bahwa ada indikasi perubahan pola perilaku dari variabel persentase perempuan yang usia perkawinan pertama kurang dari 17 tahun pada sub-sub interval tertentu. Dan pada persentase wanita yang tidak sekolah data cukup menyebar dan tidak menunjukkan ada kecenderungan membentuk pola tertentu sehingga menyebabkan persebaran sebagian data tidak mengikuti pola tertentu. Jadi, sebaiknya data tersebut dianalisis dengan menggunakan regresi nonparametrik. Salah satu metode regresi nonparametrik yang biasa digunakan adalah regresi *spline*.

Untuk mencari lokasi titik knot yang optimum dengan menggunakan metode GCV. Titik knot (K) optimum yang bersesuaian dengan nilai GCV (K) minimum untuk model spline linear dengan satu, dua dan tiga titik knot pada variabel AKB dengan persentase perempuan yang usia perkawinan pertama kurang dari 17 tahun. Setelah diperoleh titik knot optimal dari model spline linear satu knot, dua knot dan tiga knot, maka perlu dipilih model terbaik. Model spline terbaik diperoleh dari nilai GCV minimum. Tabel 2 menyajikan nilai GCV dari berbagai model spline linear dan berbagai titik knot.

**Tabel 2** Nilai GCV Minimum dari 3 Model Spline Linear (X<sub>1</sub>)

Jumlah Knot (K)	Letak Titik Knot			Nilai GCV (K) Optimal
	1	2	3	
1	22,8860	-	-	39,44360
2	<b>11,1420</b>	<b>11,8760</b>	-	<b>38,81664</b>
3	10,4080	11,1420	11,8760	41,00189

Tabel 3.2 nilai titik knot optimal yang dilihat dari GCV minimum titik knot pada model spline linear dengan dua titik knot, yakni K<sub>1</sub> = 11,1420 dan K<sub>2</sub> = 11,8760. Dengan demikian, model spline terbaik untuk data AKB dengan persentase perempuan yang usia perkawinan pertama kurang dari 17 tahun adalah model spline linear dengan 2 titik knot. Dari hasil pengujian signifikansi secara serentak diperoleh p-value sebesar  $1,96 \times 10^{-10} < \alpha = 5\%$  sehingga dapat disimpulkan bahwa paling sedikit ada satu parameter model yang tidak sama dengan nol. Pengujian signifikansi secara individu dapat dilihat pada Tabel 3

**Tabel 3** Nilai t<sub>hitung</sub> dan P-value untuk Model Spline Univariabel (X<sub>1</sub>)

No	Parameter	t <sub>hitung</sub>	P-value
1	$\hat{\beta}_0$	5.485	4,02 x 10 <sup>-6</sup> *
2	$\hat{\beta}_1$	3.353	0,00197*
3	$\lambda_1(X_1 - K_1)$	2.265	0,03002*
4	$\lambda_2(X_1 - K_2)$	-2.370	0,02361*

\*Signifikan pada  $\alpha = 5\%$   
\*t<sub>tabel</sub> = 2,0322

Dengan t<sub>tabel</sub> sebesar 2,0322 dan menggunakan tingkat signifikansi 5% diperoleh hasil bahwa semua parameter dalam model signifikan. Maka, Model spline linear 2 titik knot diberikan oleh persamaan :

$$\hat{f}(x_1) = 15,361 + 1,472x_1 + 16,369(x_1 - 11,142)_+ - 17,485(x_1 - 11,876)_+$$

$$= \begin{cases} 15,361 + 1,472x_1, & x_1 < 11,142 \\ -167,0223 + 17,841x_1, & 11,142 \leq x_1 < 11,876 \\ 40,6295 + 0,356x_1, & x_1 \geq 11,876 \end{cases}$$

Tabel 3.5 menyajikan nilai GCV dari berbagai model spline linear dan 1,2, dan 3 titik knot. nilai titik knot optimal yang dilihat dari GCV minimum titik knot pada model spline linear dengan dua titik knot, yakni K<sub>1</sub> = 35,5606 dan K<sub>2</sub> = 37,1773. Dengan demikian, model spline terbaik untuk data AKB dengan persentase wanita yang tidak pernah sekolah/tidak tamat SD adalah model spline linear dengan 2 titik knot. Selanjutnya dilakukan pengujian signifikansi parameter secara simultan dan individu. Dari hasil pengujian signifikansi secara serentak diperoleh p-value sebesar  $2,497 \times 10^{-12} < \alpha = 5\%$ .

**Tabel 4** Nilai GCV Minimum dari 3 Model Spline Linear (X<sub>2</sub>)

Jumlah Knot (K)	Letak Titik Knot			Nilai GCV (K) Optimal
	1	2	3	
1	22,6270	-	-	48,34704
2	<b>35,5606</b>	<b>37,1773</b>	-	<b>29,97103</b>
3	32,3272	33,9439	35,5606	31,60085

Sedangkan pengujian signifikansi secara individu dapat dilihat pada Tabel 5. Dengan t<sub>tabel</sub> sebesar 2,0322 dan menggunakan tingkat signifikansi 5% diperoleh hasil bahwa semua parameter dalam model signifikan. Selanjutnya dilakukan uji asumsi residual identik, independen dan normalitas.

**Tabel 5** Nilai t<sub>hitung</sub> dan P-value untuk Model Spline Univariabel (X<sub>2</sub>)

No	Parameter	t <sub>hitung</sub>	P-value
1	$\hat{\beta}_0$	5,524	3,58 x 10 <sup>-6</sup> *
2	$\hat{\beta}_1$	3,560	0,00112*
3	$\lambda_1(X_2 - K_1)$	5,540	3,41 x 10 <sup>-6</sup> *
4	$\lambda_2(X_2 - K_2)$	-5,586	2,97 x 10 <sup>-6</sup> *

\*Signifikan pada  $\alpha = 5\%$   
\*t<sub>tabel</sub> = 2,0322.

Maka, model spline linear 2 titik knot diberikan oleh persamaan :

$$\hat{f}(x_2) = 14,9010 + 0,4298x_2 + 11,3766(x_2 - 35,5606)_+ - 12,1576(x_2 - 37,1773)_+$$

$$= \begin{cases} 14,901 + 0,4298x_2, & x_2 < 35,5606 \\ -389,6577 + 11,8064x_2, & 35,5606 \leq x_2 < 37,1773 \\ 62,3290 - 0,3512x_2, & x_2 \geq 37,1773 \end{cases}$$

Tabel berikut menyajikan nilai GCV dari berbagai model spline linear dan berbagai titik knot.

**Tabel 6** Nilai GCV Minimum dari 3 Model Spline Linear (X<sub>3</sub>)

Letak Titik Knot	

Jumlah Knot (K)	1	2	3	Nilai GCV (K) Optimal
1	<b>7,203</b>	-	-	<b>39,22079</b>
2	4,116	5,145	-	40,12950
3	5,145	6,174	7,203	40,62211

nilai titik knot optimal yang dilihat dari GCV minimum titik knot pada model spline linear dengan satu titik knot, yakni  $K_1 = 7,203$ . Dengan demikian, model spline terbaik untuk data AKB dengan persentase persalinan menggunakan tenaga non medis adalah model spline linear dengan 1 titik knot. Selanjutnya dilakukan pengujian signifikansi parameter secara simultan dan individu. Dari hasil pengujian signifikansi secara serentak diperoleh p-value sebesar  $7,734 \times 10^{-11} < \alpha = 5\%$  sehingga dapat disimpulkan bahwa paling sedikit ada satu parameter model yang signifikan. Pengujian signifikansi secara individu dapat dilihat pada Tabel 7.

**Tabel 7** Nilai  $t_{hitung}$  dan P-value untuk Model Spline Univariabel ( $X_3$ )

No	Parameter	$t_{hitung}$	P-value
1	$\hat{\beta}_0$	17,704	$2 \times 10^{-16}$ *
2	$\hat{\beta}_1$	8,149	$1,34 \times 10^{-9}$ *
3	$\lambda_1(X_3 - K_1)$	-5,922	$9,77 \times 10^{-7}$ *

\*Signifikan pada  $\alpha = 5\%$ .  
 $t_{tabel} = 2,0301$ .

Dengan  $t_{tabel}$  sebesar 2,0301 dan menggunakan tingkat signifikansi 5% diperoleh hasil bahwa semua parameter dalam model signifikan. Selanjutnya dilakukan uji asumsi residual identik, independen dan normalitas. Model spline ini diberikan oleh persamaan :

$$\hat{f}(x_3) = 21,6480 + 3,6904x_3 - 3,88(x_3 - 7,203)_+ = \begin{cases} 21,6480 + 3,6904x_3, & x_3 < 7,203 \\ 49,59564 - 0,1896x_3, & x_3 \geq 7,203 \end{cases}$$

Tabel 8 berikut menyajikan nilai GCV dari berbagai model spline linear dan berbagai titik knot pada data AKB dengan persentase penduduk miskin. nilai titik knot optimal yang dilihat dari GCV minimum titik knot pada model spline linear dengan dua titik knot, yakni  $K_1 = 20,066$  dan  $K_2 = 20,769$ . Dengan demikian, model spline terbaik untuk data AKB dengan persentase penduduk miskin adalah model spline linear dengan 2 titik knot. Selanjutnya dilakukan pengujian signifikansi parameter secara simultan dan individu. Dari hasil pengujian signifikansi secara serentak diperoleh p-

value sebesar  $6,853 \times 10^{-5} < \alpha = 5\%$  sehingga dapat disimpulkan bahwa paling sedikit ada satu parameter model yang tidak sama dengan nol.

**Tabel 8** Nilai GCV Minimum dari 3 Model Spline Linear ( $X_4$ )

Jumlah Knot (K)	Letak Titik Knot			nilai GCV (K) Optimal
	1	2	3	
1	16,551	-	-	86,94190
2	<b>20,066</b>	<b>20,769</b>	-	<b>83,29065</b>
3	15,848	16,551	17,254	85,05771

Sedangkan pengujian signifikansi secara individu dapat dilihat pada Tabel 9 berikut.

**Tabel 9** Nilai  $t_{hitung}$  dan P-value untuk Model Spline Univariabel ( $X_4$ )

No	Parameter	$t_{hitung}$	P-value
1	$\hat{\beta}_0$	3,235	0.00271*
2	$\hat{\beta}_1$	2,886	0.00673*
3	$\lambda_1(X_4 - K_1)$	2,098	0.04339*
4	$\lambda_2(X_4 - K_2)$	-2,118	0.04154*

\*Signifikan pada  $\alpha = 5\%$ .  
 $t_{tabel} = 2,0322$ .

Dengan  $t_{tabel}$  sebesar 2,0322 dan menggunakan tingkat signifikansi 5% diperoleh hasil bahwa semua parameter dalam model signifikan. Selanjutnya dilakukan uji asumsi residual identik, independen dan normalitas. Model spline ini diberikan oleh persamaan :

$$\hat{f}(x_4) = 14,5639 + 1,1029x_4 + 25,6323(x_4 - 20,066)_+ - 29,2368(x_4 - 20,769)_+ = \begin{cases} 14,5639 + 1,1029x_4, & x_4 < 20,066 \\ -499,7738 + 26,7352x_4, & 20,066 \leq x_4 < 20,769 \\ 107,4452 - 2,5016x_4, & x_4 \geq 20,769 \end{cases}$$

### 3.3 Model Spline Multivariabel

Dari keempat variabel independen tersebut kemudian dicobakan beberapa model spline linear dengan satu titik knot, dua titik knot dan tiga titik knot berdasarkan GCV minimum dari tiap variabel independen. Dari model-model spline linear multivariabel satu titik knot, dua titik knot dan tiga titik knot perlu dipilih model terbaik. Model spline terbaik diperoleh dari nilai GCV minimum sebesar 34,11737 untuk model spline linear multivariabel dengan satu titik knot. Selanjutnya pada Tabel disajikan titik knot optimal yang bersesuaian dengan nilai GCV minimum dengan model spline linear satu titik knot.

**Tabel 10** Nilai GCV Model Spline Linear Multi-variabel Satu Titik Knot

No	Titik Knot				GCV
	X <sub>1</sub>	X <sub>2</sub>	X <sub>3</sub>	X <sub>4</sub>	
1	10,4080	21,0103	3,0870	15,8480	45,25501
2	11,1420	22,6270	4,1160	16,5510	45,12674
3	11,8760	33,9439	5,1450	17,2540	39,04648
4	22,1520	35,5606	6,1740	20,0600	36,45121
5	<b>22,8860</b>	<b>37,1773</b>	<b>7,2030</b>	<b>20,7690</b>	<b>34,11737</b>

Tabel 10 menjelaskan bahwa nilai GCV minimum sebesar 34,11737 berada pada titik-titik knot  $K_1 = 22,886$ ,  $K_2 = 37,1773$ ,  $K_3 = 7,203$ , dan  $K_4 = 20,769$ . Selanjutnya Estimasi model spline ditunjukkan pada Tabel 11.

**Tabel 11** Estimasi Model Spline Linear Multivariabel Satu Titik Knot

Parameter	Estimasi
$\hat{\beta}_0$	11,3404
$\hat{\beta}_1$	1,1772
$\lambda_1(X_1 - K_1)$	- 6,0560
$\hat{\beta}_2$	0,0527
$\lambda_2(X_2 - K_2)$	- 1,2742
$\hat{\beta}_3$	1,5669
$\lambda_3(X_3 - K_3)$	- 1,1516
$\hat{\beta}_4$	0,3248
$\lambda_4(X_4 - K_4)$	0,4046

Berdasarkan Tabel 11 diperoleh model spline linear multivariabel dengan satu titik knot untuk keempat variabel independen sebagai berikut :

$$\hat{f}(x) = 11,3404 + 1,1772x_1 - 6,056(x_1 - 22,886)_+ + 0,0527x_2 - 1,2742(x_2 - 37,1773)_+ + 1,5669x_3 - 1,1516(x_3 - 7,203)_+ + 0,3248x_4 + 0,4046(x_4 - 20,769)_+$$

Dari model spline linear multivariabel dengan 1 titik knot diperoleh pula nilai koefisien determinasi sebesar 84,21%. Hal ini berarti dari keempat variabel independen mampu menerangkan sebesar 84,21% terhadap Angka Kematian Bayi Di Jawa Timur Tahun 2015. Sedangkan sisanya sebesar 15,79% dijelaskan oleh variabel lain yang tidak masuk ke dalam model.

**a. Uji Signifikansi Parameter**

Pengujian signifikansi parameter model regresi terdiri dari 2, yaitu uji simultan dan uji individu. Uji simultan pada dasarnya menunjukkan apakah semua

variabel independen yang dimasukkan dalam model mempunyai pengaruh secara bersama-sama terhadap variabel dependen AKB.

Hipotesis yang diuji adalah :

$$H_0 : \hat{\beta}_1 = \hat{\beta}_2 = \dots = \hat{\beta}_8 = 0.$$

$H_0$  : paling sedikit ada satu  $\hat{\beta}_j \neq 0, j=1,2,\dots,8$ .

Digunakan tingkat signifikansi 5%.

Dari hasil perhitungan uji serentak pada model spline linear multivariabel (empat variabel independen) dengan 1 titik knot diperoleh nilai  $F_{hitung}$  sebesar 19,34 dan p-value sebesar  $1,097 \times 10^{-9}$  yang lebih kecil dari  $\alpha=5\%$  yang artinya tolak  $H_0$ . Dengan demikian dapat disimpulkan bahwa paling sedikit ada satu parameter model yang tidak sama dengan nol. Selanjutnya dilakukan pengujian secara parsial dengan hipotesis sebagai berikut :

$H_0 = \hat{\beta}_j = 0, j = 1,2,\dots,8$  (Variabel  $X_j$  tidak berpengaruh terhadap model)

$H_1 = \hat{\beta}_j \neq 0, j = 1,2,\dots,8$  (Variabel  $X_j$  berpengaruh terhadap model)

Nilai  $t_{hitung}$  dan P-value untuk uji parsial disajikan dalam Tabel 12.

**Tabel 12** Nilai  $t_{hitung}$  dan P-Value Untuk Model Spline Multivariabel

Parameter	$t_{hitung}$	P-value
$\hat{\beta}_1$	2,5200	0,017500*
$\lambda_1(X_1 - K_1)$	-0,6970	0,491546
$\hat{\beta}_2$	0,2830	0,779518
$\lambda_2(X_2 - K_2)$	-2,2770	0,030335*
$\hat{\beta}_3$	1,8120	0,080330
$\lambda_3(X_3 - K_3)$	-0,7480	0,460780
$\hat{\beta}_4$	0,9860	0,332324
$\lambda_4(X_4 - K_4)$	0,1200	0,905296

\*Signifikan pada  $\alpha = 5\%$ .

\* $t_{tabel} = 2,0452$

Dengan menggunakan  $t_{tabel}$  sebesar 2,0452 dan tingkat signifikansi 5% diperoleh parameter-parameter yang signifikan adalah parameter  $\beta_1$  dan  $\lambda_2(X_2 - K_2)$ . Sedangkan pada variabel  $X_3$  dan  $X_4$  tidak terdapat parameter model yang signifikan. Jadi dapat disimpulkan dengan tingkat signifikansi 5% bahwa variabel  $X_1$  (persentase perempuan yang usia perkawinan pertama kurang dari 17 tahun) dan  $X_2$  (persentase wanita yang tidak pernah sekolah/tidak tamat SD) berpengaruh nyata terhadap Angka Kematian Bayi di Jawa Timur Tahun 2015. Sedangkan variabel  $X_3$  (persentase persalinan oleh tenaga non medis) dan  $X_4$  (persentase penduduk

miskin) tidak berpengaruh nyata terhadap Angka Kematian Bayi di Jawa Timur Tahun 2015.

Dengan demikian model spline multivariabel dengan satu titik knot untuk keempat variabel independen yang mempengaruhi AKB tahun 2015 di Jawa Timur adalah sebagai berikut :

$$\hat{f}(x) = 11,3404 + 1,1772x_1 - 6,056(x_1 - 22,886)_+ + 0,0527x_2 - 1,2742(x_2 - 37,1773)_+ + 1,5669x_3 - 1,1516(x_3 - 7,203)_+ + 0,3248x_4 + 0,4046(x_4 - 20,769)_+$$

Interpretasi dari persamaan model diatas adalah sebagai berikut : apabila persentase perempuan yang usia perkawinan pertama kurang dari 17 tahun < 22,886%, ketika variabel independen ini naik sebesar 1%, maka Angka Kematian Bayi di Jawa Timur naik sebesar 1,1772. Apabila persentase perempuan yang usia perkawinan pertama kurang dari 17 tahun lebih besar atau sama dengan 22,886%, ketika variabel independen ini naik sebesar 1%, maka Angka Kematian Bayi akan turun sebesar 4,879. Sedangkan apabila persentase wanita yang tidak pernah sekolah/tidak tamat SD < 37,1773%, ketika variabel independen ini naik sebesar 1%, maka Angka Kematian Bayi di Jawa Timur naik sebesar 0,0527. Apabila persentase wanita yang tidak pernah sekolah/tidak tamat SD lebih besar atau sama dengan 37,1773%, ketika variabel independen ini naik sebesar 1%, maka Angka Kematian Bayi akan turun sebesar 1,2215.

**b. Pengujian Asumsi Model Spline Multivariabel**

Selanjutnya dilakukan pengujian asumsi dari model spline linear multivariabel dengan 1 titik knot. Pengujian asumsi residual yang digunakan antara lain : uji normalitas, uji independen dan uji identik. Pengujian asumsi model spline linear multivariabel 3 titik knot disajikan pada Tabel 13.

**Tabel 13** Pengujian Asumsi Model Spline Linear Multivariabel

Pengujian	P-value	Keputusan	Kesimpulan
Identik	0,1747	Gagal Tolak $H_0$	Asumsi Terpenuhi
Independen	0,8500	Gagal Tolak $H_0$	Asumsi Terpenuhi
Normalitas	0,5394	Gagal Tolak $H_0$	Asumsi Terpenuhi

Berdasarkan Tabel 13 diperoleh hasil pengujian identik, independen dan normalitas. Pengujian asumsi homogen atau uji identik digunakan Uji *Breusch Pagan* dengan diperoleh *P-value* sebesar 0,1747 yang lebih besar dari  $\alpha = 5\%$ , yang berarti gagal tolak  $H_0$ . Dengan demikian, dapat

disimpulkan bahwa tidak terdapat heterokedasitas atau dengan kata lain varians residual identik. Uji independen dilakukan dengan menggunakan uji *Durbin-Watson*, dengan diperoleh p-value sebesar 0,85 yang berarti gagal tolak  $H_0$ . Dengan demikian dapat disimpulkan bahwa model spline linear multivariabel dengan 1 titik knot memenuhi asumsi independen. Pengujian normalitas digunakan uji *Kolmogorov-Smirnov* diperoleh *P-value* sebesar 0,5394 yang lebih besar dari  $\alpha = 5\%$  yang berarti gagal tolak  $H_0$ . Sehingga dapat disimpulkan bahwa residual dari model spline linear multivariabel dengan 1 titik knot berdistribusi normal.

**4. KESIMPULAN DAN SARAN**

Berdasarkan hasil analisis, berikut kesimpulan yang diperoleh dari analisis univariat dan multivariat.

1. Model spline linear univariabel sebagai berikut :
  - a. Apabila persentase perempuan yang usia perkawinan pertama kurang dari 17 tahun < 11,142%, ketika variabel independen ini naik sebesar 1%, maka Angka Kematian Bayi di Jawa Timur naik sebesar 1,472. Apabila persentase perempuan yang usia perkawinan pertama kurang dari 17 tahun lebih besar atau sama dengan 11,876%, ketika variabel independen ini naik sebesar 1%, maka Angka Kematian Bayi akan naik sebesar 0,356.
  - b. Apabila persentase wanita yang tidak pernah sekolah/tamat SD < 35,5606%, ketika variabel independen ini naik sebesar 1%, maka Angka Kematian Bayi di Jawa Timur naik sebesar 0,4298.
  - c. Apabila persentase persalinan oleh tenaga non medis < 7,203%, ketika variabel independen ini naik sebesar 1%, maka Angka Kematian Bayi di Jawa Timur naik sebesar 3,6904.
  - d. Apabila persentase penduduk miskin < 20,066%, ketika variabel independen ini naik sebesar 1%, maka Angka Kematian Bayi di Jawa Timur naik sebesar 1,1029.
2. Pemodelan regresi spline pada studi kasus faktor-faktor yang mempengaruhi Angka Kematian Bayi di Jawa Timur tahun 2015 diperoleh model spline linear multivariabel sebagai berikut :

$$\hat{f}(x) = 11,3404 + 1,1772x_1 - 6,056(x_1 - 22,886)_+ + 0,0527x_2 - 1,2742(x_2 - 37,1773)_+ + 1,5669x_3 - 1,1516(x_3 - 7,203)_+ + 0,3248x_4 + 0,4046(x_4 - 20,769)_+$$

Variabel yang berpengaruh signifikan terhadap angka kematian bayi di Jawa Timur tahun 2015 adalah : persentase perempuan yang usia

perkawinan pertama kurang dari 17 tahun dan persentase wanita yang tidak pernah sekolah/tidak tamat SD. Interpretasi dari persamaan model diatas sebagai berikut apabila persentase perempuan yang usia perkawinan pertama kurang dari 17 tahun < 22,886%, ketika variabel independen ini naik sebesar 1%, maka Angka Kematian Bayi di Jawa Timur naik sebesar 1,1772. Apabila persentase perempuan yang usia perkawinan pertama kurang dari 17 tahun lebih besar atau sama dengan 22,886%, ketika variabel independen ini naik sebesar 1%, maka Angka Kematian Bayi akan turun sebesar 4,879. Sedangkan apabila persentase wanita yang tidak pernah sekolah/tamat SD < 37,1773%, ketika variabel independen ini naik sebesar 1%, maka Angka Kematian Bayi di Jawa Timur naik sebesar 0,0527. Apabila persentase wanita yang tidak pernah sekolah/tamat SD lebih besar atau sama dengan 37,1773%, ketika variabel independen ini naik sebesar 1%, maka Angka Kematian Bayi akan turun sebesar 1,2215.

Untuk penelitian selanjutnya saran yang dapat penulis sampaikan adalah melakukan perbandingan model spline pada penelitian ini dengan model spline kuadrat dan kubik dengan orde pada setiap variabelnya ditambahkan, misalnya sampai 5 (lima) titik knot. Selain itu, apabila ingin menggunakan data penelitian ini, disarankan untuk menambah indikator lain yang belum dimasukkan dalam model. Seperti pada variabel independen, indikator yang ditambahkan adalah jumlah bayi gizi buruk, berat bayi lahir rendah, persentase bayi yang tidak diberi ASI, persentase Ibu hamil yang tidak melakukan kunjungan kehamilan dan persentase Ibu hamil yang mendapatkan tablet Fe3.

## DAFTAR PUSTAKA

- Badan Pusat Statistik Provinsi Jawa Timur. 2016. Laporan Eksekutif Kesehatan Provinsi Jawa Timur [Internet]. Tersedia pada <https://jatim.bps.go.id/publication/download.htm>. Diakses tanggal 20 Januari 2018.
- Badan Pusat Statistik. 2004. Survei Demografi dan Kesehatan Indonesia tahun 2002-2003. BPS: Jakarta.
- Eubank, R, L.. 1999. *Nonparametric Regression and Spline Smoothing*. 2<sup>nd</sup>ed. Marcel Dekker: New York.

Kementerian Kesehatan RI. 2014. Pusat Data dan Informasi [Internet]. Tersedia pada <http://www.depkes.go.id/resources/download/pusdatin/infodatin/infodatin-ibu.pdf>. Diakses tanggal 24 Januari 2018.

Mubarak, R., dan Budiantara, I N.. 2012. Analisis Regresi *Spline* Multivariabel untuk Pemodelan Kematian Penderita Demam Berdarah Dengue (DBD) di Jawa Timur, JURNAL SAINS DAN SENI ITS Vol. 1, No. 1, (Sept. 2012) ISSN: 2301-928X, Institut Teknologi Sepuluh November: Surabaya.

Pudiastuti, Ratna Dewi. 2011. *Waspada Penyakit Pada Anak*. PT. Indeks: Jakarta.