

PENERAPAN REGRESI NONPARAMETRIK SPLINE DALAM MEMODELKAN FAKTOR-FAKTOR YANG MEMPENGARUHI JUMLAH KASUS TUBERKULOSIS DI SULAWESI TENGGARA

Rini Asriyanti* Irma Yahya, Bahridin Abapihi, Gusti Ngurah Adhi Wibawa, Rasdianah,
Lilis Laome
*Program Study Statistika, Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam, Universitas Halu
Oleo*

*Email : riniasriyanti999@gmail.com

Abstract

Tuberculosis is a direct infectious disease caused by the bacteria Mycobacterium tuberculosis. This study aims to model the factors that influence the number of tuberculosis cases in Southeast Sulawesi using the Spline. By using data sourced from BPS Southeast Sulawesi and the Health Office of Southeast Sulawesi, with the unit of observation used are 17 districts/cities in Southeast Sulawesi Province, the results showed that the best model of nonparametric regression Spline is with a knot point of two with a GCV value of 0,003662, and the determination value obtained is 91,88% with all variables having a significant effect.

Keywords - GCV, Knot, Spline, Tuberculosis

Abstrak

Tuberculosis merupakan penyakit menular langsung yang disebabkan oleh kuman Mycobacterium Tuberculosis. Penelitian ini bertujuan untuk memodelkan faktor-faktor yang mempengaruhi jumlah kasus tuberkulosis di Sulawesi Tenggara menggunakan metode regresi nonparametrik Spline. Dengan menggunakan data yang bersumber dari BPS Sulawesi Tenggara dan Dinas Kesehatan Sulawesi Tenggara, dengan unit observasi yang digunakan yaitu 17 Kabupaten/Kota yang ada di Provinsi Sulawesi Tenggara, didapatkan hasil penelitian bahwa model terbaik regresi nonparametrik Spline yaitu dengan titik knot dua dengan nilai GCV 0,003662, serta nilai determinasi yang didapatkan adalah 91,88% dengan seluruh variabel berpengaruh secara signifikan.

Kata Kunci - GCV, Knot, Spline, Tuberculosis

PENDAHULUAN

Penyakit Tuberkulosis (TB) adalah penyakit menular langsung yang disebabkan oleh kuman *Mycobacterium tuberculosis*. Sebagian besar kuman TB menyerang paru, tetapi dapat juga mengenai organ lain. Sumber penularan adalah penderita TB yang dapat menular kepada orang di sekelilingnya terutama yang melakukan kontak lama. Satu penderita akan menularkan pada 10-15 orang pertahun (Depkes RI,2015).

Sampai saat ini penyakit tuberkulosis merupakan masalah yang cukup serius karena menyebabkan kematian yang tinggi pada usia produktif. Penelitian mengenai faktor faktor yang mempengaruhi jumlah kasus tuberkulosis telah dilakukan oleh beberapa peneliti. Nisa dan Budiantara (2016), tentang pemodelan faktor-faktor yang mempengaruhi jumlah kasus tuberkulosis di Jawa Timur menggunakan metode Regresi Nonparametrik Spline, hasil penelitian menunjukkan bahwa presentase variabel gizi buruk masyarakat, presentase variable tenaga kesehatan terlatih TB, dan presentase rumah tangga

METODE PENELITIAN

Data yang digunakan dalam penelitian ini merupakan data sekunder yang diperoleh dari Dinas Kesehatan Provinsi Sulawesi Tenggara tahun 2020 dan BPS Sulawesi Tenggara tahun 2020. Data tersebut terdiri atas 5 variabel prediktor dan 1 variabel respon. Data tersebut diambil dari 17 Kabupaten/Kota yang ada di Provinsi Sulawesi Tenggara.

HASIL DAN PEMBAHASAN

Penelitian ini membahas tentang karakteristik jumlah kasus TB di Sulawesi Tenggara tahun 2020 serta faktor-faktor yang di duga berpengaruh menggunakan statistik deskriptif. Selain itu, bab ini juga membahas mengenai pemodelan jumlah kasus TB menggunakan regresi nonparametrik *spline*, dimana kurva regresi nonparametrik diperoleh menggunakan fungsi *spline* linear satu, dua, dan tiga knot.

1. Karakteristik Jumlah Kasus Tuberkulosis di Sulawesi Tenggara

Sulawesi Tenggara merupakan salah satu provinsi di Indonesia. Sulawesi Tenggara dengan Ibukota Provinsi Kendari, terletak di bagian timur Indonesia dengan luas wilayah 38.140 km^2 Jumlah penderita TB di Provinsi Sulawesi Tenggara pada tahun 2020 sebesar 2656 kasus. Terdapat beberapa faktor yang diduga mempengaruhi tingginya jumlah kasus TB di Sulawesi Tenggara. Karakteristik lima faktor tersebut disajikan sebagai berikut:

Tabel 3.1 Karakteristik Jumlah Kasus Tuberkulosis dan Faktor-faktor yang Mempengaruhi

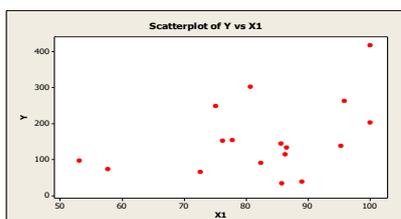
Variabel	Mean	Variansi	Minimum	Maksimum
Y	156,2353	101,8912	33	417
X1	82,35588	13,08319	53,14	100
X2	12,36588	3,012827	4,34	17,01
X3	77,86235	10,56288	58,42	92,86
X4	21,95647	20,11066	0	61,35
X5	54	17,80098	28	91

Ket: Berdasarkan Tabe 3.1 menunjukan variabel Y merupakan variabel jumlah kasus tuberkulosis di Sulawesi Tenggara dimana rata-rata jumlah kasus TB di Sulawesi Tenggara tahun 2020 sebesar 156,2353 kasus di setiap Kabupaten/Kota dengan variansi yang sangat besar artinya, di daerah tertentu jumlah kasusnya ada yang sangat banyak dan di daerah lainnya jumlah kasusnya sedikit maka dapat diduga bahwa kasus TB mewabah pada suatu Kabupaten/Kota tertentu di Sulawesi Tenggara. hal ini dapat dilihat pada nilai maksimum jumlah kasus TB di Sulawesi Tenggara yaitu kota Kendari sedangkan nilai minimum jumlah kasus TB di Sulawesi Tenggara yaitu Buton Utara.

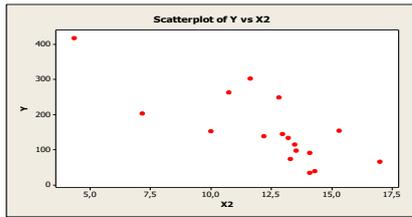
2. Analisis Faktor-Faktor yang diduga Mempengaruhi Jumlah kasus Tuberkulosis di Sulawesi Tenggara

Sebelum melakukan pemodelan regresi nonparametrik *spline* dalam hal ini memodelkan faktor-faktor yang diduga mempengaruhi jumlah kasus TB di Sulawesi Tenggara, terlebih dahulu mengetahui bagaimana hubungan antara TB dengan faktor-faktor diduga mempengaruhi. Untuk mengetahui hubungan visual antara TB dengan variabel-variabel prediktor yang diduga mempengaruhi adalah dengan menggunakan *Scatterplot*. Berikut merupakan identifikasi hubungan antara TB dengan variabel-variabel prediktor yang di duga mempengaruhi:

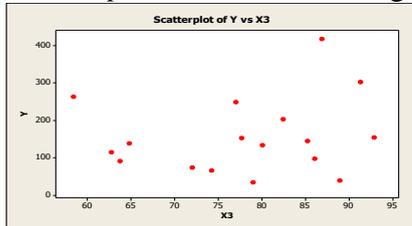
a) *Scatterplot* Tuberkulosis dengan variabel prediktor (X1)



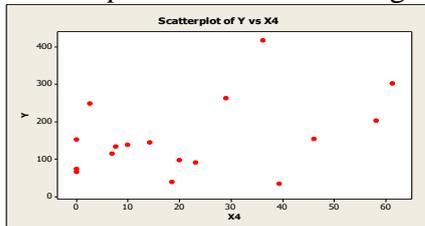
b) *Scatterplot* Tuberkulosis dengan variabel prediktor (X2)



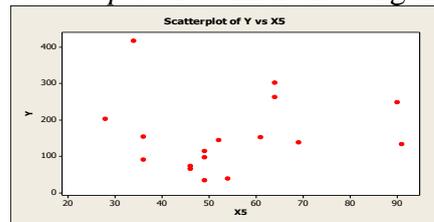
c) *Scatterplot* Tuberkulosis dengan variabel prediktor (X3)



d) *Scatterplot* Tuberkulosis dengan variabel prediktor (X4)



e) *Scatterplot* Tuberkulosis dengan variabel prediktor (X5)



Gambar 3.1 *Scatterplot* Tuberkulosis dengan Variabel Prediktor

Ket: Gambar 3.1 menyajikan *scartteeplot* yang menunjukkan pola hubungan antara jumlah kasus TB di Sulawesi Tenggara (Y) dengan variabel prediktor presentase akses sanitasi layak keluarga (X1), variabel prediktor presentase penduduk miskin (X2), variabel prediktor presentase tempat umum sehat (X3), variabel prediktor presentase pengelolaan makanan sehat (X4), variabel prediktor presentase masyarakat Ber-PHBS (X5). Berdasarkan Gambar 4.1 diketahui antara variabel respon dengan variabel prediktor tidak membentuk suatu pola tertentu. Karena tidak diketahui bentuk pola datanya, sehingga estimasi model tidak dilakukan menggunakan pendekatan regresi parametrik. Metode yang tepat untuk melakukan estimasi model terhadap variabel prediktor adalah menggunakan pendekatan regresi nonparametrik. Dan digunakan pada penelitian ini adalah metode regresi nonparametrik spline.

3. Pemilihan Model Terbaik

Setelah didapatkan nilai GCV minimum pada pemilihan titik knot optimal dengan satu titik knot, dua titik knot, dan tiga titik knot, selanjutnya dilakukan pemilihan model terbaik. Pemilihan model terbaik dilakukan dengan membandingkan nilai dari GCV yang paling minimum. Tabel 4.5 merupakan tabel yang menunjukkan Nilai GCV terkecil dari masing-masing model.

Tabel 3.2 Nilai GCV Minimum Setiap Pemilihan Titik Knot Optimal

Banyak Titik Knot Obtimal	Nilai GCV Minimum
Satu Titik Knot	4414,363
Dua Titik Knot	0,003662
Tiga Titik Knot	1,256972

Ket: Berdasarkan Tabel 3.2 diketahui bahwa pemodelan yang menghasilkan nilai GCV paling minimum merupakan pemodelan regresi nonparametrik *spline* yang terdapat pada nilai dua titik knot. Oleh karena itu, model terbaik yang akan dipilih adalah model regresi nonparametrik *spline* dengan menggunakan dua titik knot. Setelah mendapatkan nilai titik knot yang minimum, metode selanjutnya dilakukan estimasi parameter.

4. Pengujian Signifikansi Parameter

4.1 Uji Serentak

Tujuan dilakukan uji serentak adalah untuk menguji signifikansi dari seluruh parameter yang terdapat pada model secara keseluruhan (simultan). Berikut ini hasil analisis ragam model regresi nonparametrik *spline*:

Tabel 3.3 Analisis Ragam Uji Serentak

Sumber Variansi	Drajat Bebas	Jumlah Kuadrat (SS)	Rataan Kuadrat (MS)	<i>F</i> hitung	<i>p</i> -value
Regrsei	15	166109.1	11073.94	51403524	0,000
Error	1	0.0002154315	0.0002154315		
Total	16	166109.1			

Ket: Berdasarkan Tabel 4.6 diketahui bahwa nilai *p*-value sebesar 0.0001094487. Nilai ini adalah lebih kecil dari α (0,05) yang menunjukkan bahwa H_0 ditolak, artinya terdapat satu parameter yang signifikan dalam model. Untuk mengetahui parameter manakah yang signifikan terhadap model, dilakukan uji individu.

4.2 Uji Individu

Pengujian parameter secara individu dilakukan untuk mengetahui variabel yang berpengaruh secara signifikan terhadap jumlah kasus tuberkulosis di Sulawesi Tenggara.

Tabel 3.4 Hasil Uji Individu

Variabel	Parameter	Estimasi Parameter	<i>p</i> -value	Keputusan
Constant	β_0	2734.681997	5.622947e-05	Signifikan
X1	β_1	-12.444342	9.083279e-05	Signifikan
	β_2	182.418468	9.530543e-05	Signifikan
	β_3	-200.489223	9.131237e-05	Signifikan
X2	β_4	20.756027	0.0003917417	Signifikan
	β_5	-1356.071662	9.452363e-05	Signifikan
	β_6	1389.233802	8.9736e-05	Signifikan
X3	β_7	-10.090702	7.322725e-05	Signifikan
	β_8	-68.556605	0.000265913	Signifikan
	β_9	128.325213	0.0001738311	Signifikan
X4	β_{10}	1.019338	0.0002743544	Signifikan
	β_{11}	-145.315779	0.0001146072	Signifikan
	β_{12}	157.024395	0.0001160756	Signifikan
X5	β_{13}	-17.325726	0.0001144971	Signifikan
	β_{14}	-660.097132	0.0002490687	Signifikan
	β_{15}	797.027431	0.0002380956	Signifikan

Ket: Apabila nilai *p*-value kurang dari α yaitu 0,05 maka estimasi parameter signifikan. Berdasarkan Tabel 4.5 diketahui bahwa dengan tingkat kepercayaan 95%, seluruh variabel berpengaruh secara signifikan terhadap model.

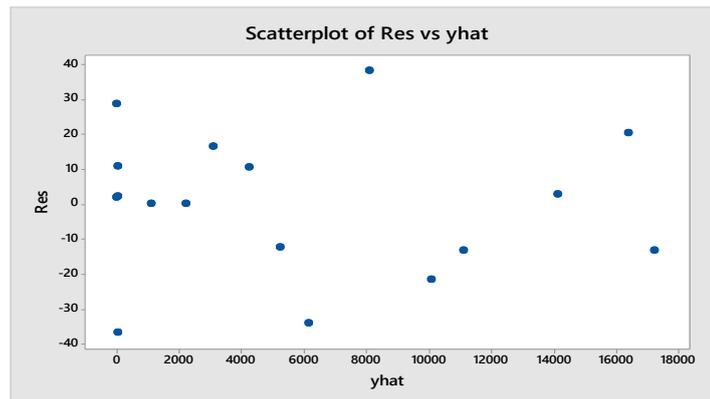
5. Pengujian Asumsi Residual

Penggunaan metode regresi nonparametrik *spline* harus memenuhi asumsi residual IIDN. Hal ini berarti bahwa residual dari model regresi nonparametrik yang telah

diperoleh harus memenuhi asumsi identik, independen, dan berdistribusi normal. Oleh karena itu, akan dilakukan tiga pengujian terhadap residual model regresi nonparametrik spline sebagai berikut:

5.1 Pemeriksaan Asumsi Identik

Residual dari hasil regresi nonparametrik spline harus memenuhi sumsi identik yang artinya tidak terjadi kasus heterokedastisitas yang residual. Dengan kata lain, variansi residual dari model harus homogen. Pemeriksaan asumsi residual identik dapat dilakukan dengan dua cara yaitu berdasarkan visual menggunakan *scatterplot* atau secara matematis menggunakan uji Glajser. Selain mendeteksi secar visual, akan dilakukan uji Glejser.



Gambar 3.2 *Scatterplot* antara Residual dengan \hat{y}

Ket: Berdasarkan Gambar 3.2 diketahui bahwa hasil *scatterplot* antara residual dengan \hat{y} tidak membentuk pola tertentu atau berpola acak. Hal ini menunjukkan bahwa tidak terjadi kasus heteroskedastisitas. Untuk lebih menyakinkan hetero atau tidak, maka dilakukan uji glejser sebagai berikut:

Tabel 3.6 Analisis Ragam Uji Glejser

Sumber Variansi	Derajat Bebas	Jumlah Kuadrat (SS)	Rataan Kuadrat (MS)	F hitung	P-value
Ragam	14	2396,909	171,2078	1,616497	0,4472211
Error	2	211,8257	105,9128		
Total	16	2608,735			

Ket: Berdasarkan Tabel 3.6 Diketahui bahwa nilai p-value 0,4472211 yang lebih besar dari pada α yaitu 0,05 sehingga gagal tolak H_0 , artinya variansi residual homogen atau tidak terjadi heterkodastisitas dalam model. Baik pengujian secar visual menggunakan *scatterplot* ataupun menggunakan uji glejser, diperoleh hasil yang sama yaitu residual model regresi nonparametrik spline memenuhi asumsi identik.

5.2 Pemeriksaan Asumsi Independen

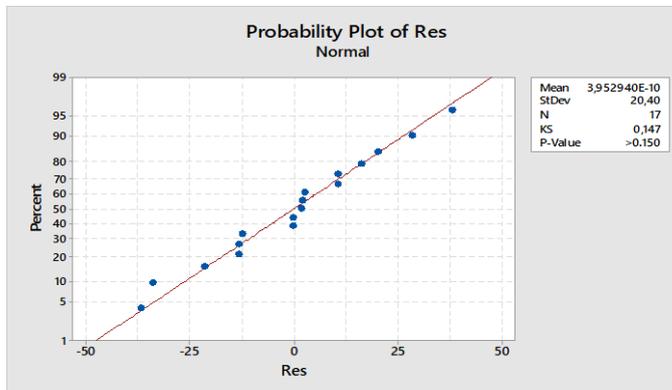
Asumsi independen merupakan asumsi dari model regresi yang mengharuskan tidak terdapat korelasi antar residual. Ada beberapa uji yang dapat dilakukan untuk mendeteksi kasus autokorelasi sala satunya adalah dengan menggunakan *Run Test*.

```
Runs above and below K = 3,952940E-10
The observed number of runs = 6
The expected number of runs = 8,76471
11 observations above K; 6 below
*N is small, so the following approximation
may be invalid.
P-value = 0,127
```

Berdasarkan nilai $p\text{-value} = 0,127 > 0,05$ maka kesimpulan yang dapat diambil adalah terima H_0 . Artinya tidak terjadi autokorelasi dalam model.

5.3 Pemeriksaan Asumsi Berdistribusi Normal

Asumsi terakhir yang harus dipenuhi adalah residual yang dihasilkan berdistribusi normal. Pengujian apakah residual berdistribusi normal atau tidak menggunakan uji *Kolmogorov-Smirnov*.



Gambar 3.3 Hasil uji *Kolmogorov-Smirnov*

Ket: Gambar 3.3 plot normalitas menunjukkan tidak ada penyimpangan terhadap distribusi normal. Hal ini diperkuat dengan menggunakan uji Kolmogorov-smirnov yang memberikan nilai $p\text{-value} 0,150 > 0,05$ sehingga terima H_0 atau residual berdistribusi normal.

6 Nilai Koefisien Determinasi R^2

$$R^2 = \frac{\sum(\hat{y} - \bar{y})^2}{\sum(y_1 - \bar{y})^2} \times 100\% \\ = 91,88014\% \approx 91,88\%$$

Ket: Berdasarkan perhitungan diatas didapatkan (R^2) sebesar 91,88%. Hal ini menunjukkan bahwa model tersebut mampu menjelaskan keragaman jumlah kasus tuberkulosis di Sulawesi Tenggara sebesar 91,88%.

7 Interpretasi Model Regresi Nonparametrik Spline

Setelah dilakukan pengujian asumsi pada residual model regresi nonparametrik spline dan diperoleh bahwa semua asumsi tersebut terpenuhi, selanjutnya akan dilakukan intepretasi model. Model regresi nonparametrik spline terbaik yang telah memenuhi asumsi IIDN ($0, \sigma^2$) untuk data jumlah kasus tuberkulosis di Sulawesi Tenggara adalah sebagai berikut :

$$y = 2734,681 - 12,444x_1 + 182,418(x_1 - 83,74) - 200,489(x_1 - 85,65)_+^1 \\ + 20,756x_2 - 1356,071(x_2 - 12,61) + 1389,233(x_2 - 13,13)_+^1 \\ - 10,090x_3 - 68,556(x_3 - 80,91) + 128,325(x_3 - 82,31)_+^1 \\ + 1,019x_4 - 145,315(x_4 - 40,06) + 157,024(x_4 - 42,56)_+^1 \\ - 17,325x_5 + 660,097(x_5 - 69,14) + 797,027(x_5 - 71,71)_+^1$$

Dari model tersebut dapat diintepretasikan sebagai berikut:

1. Apabila variabel X_2, X_3, X_4 dan X_5 dianggap konstan, maka pengaruh presentase sanitasi layak keluarga (X_1) terhadap jumlah kasus tuberkulosis di Sulawesi Tenggara adalah

$$\hat{y} = 12,444X_1 + 128,418(X_1 - 83,74) - 200,489(X_1 - 85,65)$$

Dengan

$$\hat{y} = \begin{cases} 12,444X_1 & X_1 < 83,74 \\ 128,418X_1 - 10.753,32 & 83,74 \leq X_1 < 85,65 \\ -200,489X_1 + 17.171,88 & X_1 > 85,65 \end{cases}$$

Berdasarkan model diatas dapat diinterpretasikan bahwa apabila presentase akses sanitasi layak keluarga kurang dari 83,74 % yaitu terdapat pada Kabupaten Muna, Kolaka, Bombana, Konawe Utara, Konawe kepulauan, Muna Barat, Buton Tengah, dan Buton selatan, dan ketika naik sebesar 1 persen, maka kasus tuberkulosis akan naik sebesar 12,444.

Apabila presentase akses sanitasi layak keluarga antara 83,74 dan 85,65% yaitu pada Kabupaten Kolaka Utara, dan ketika naik sebesar 1 persen, maka kasus tuberkulosis akan naik sebesar 128,418.

Apabila presentase akses sanitasi layak keluarga lebih besar dari 85,65% yaitu pada Kabupaten Buton, Konawe, Konawe Selatan, Wakatobi, Buton Utara, Kolaka Timur, Kota Kendari dan Kota Bau-Bau, dan ketika naik sebesar 1 persen, maka kasus tuberkulosis akan turun sebesar 200,489.

2. Apabila variabel X_1, X_3, X_4 dan X_5 dianggap konstan, maka pengaruh presentase penduduk miskin (X_2) terhadap jumlah kasus tuberkulosis di Sulawesi Tenggara adalah

$$\hat{y} = 20,756X_2 - 1356,071(X_2 - 12,61) + 1389,233(X_2 - 13,13)$$

Dengan

$$\hat{y} = \begin{cases} 20,756X_2 & X_2 < 12,61 \\ -1356,071X_2 + 17.100,05 & 12,61 \leq X_2 < 13,13 \\ 1389,233X_2 - 18.240,62 & X_2 > 13,13 \end{cases}$$

Berdasarkan model diatas dapat diinterpretasikan bahwa apabila presentase penduduk miskin kurang dari 12,61 % yaitu terdapat pada Kabupaten Konawe, Kolaka, Konawe Selatan, Bombana, Kendari dan Bau-Bau, dan ketika naik 1 persen, maka kasus tuberkulosis akan naik sebesar 20,756.

Apabila presentase penduduk miskin kisaran antara 12,61 dan 13,13% yaitu pada Kabupaten Muna, Kolaka Utara, dan Muna Barat, dan ketika naik sebesar 1 persen, maka kasus tuberkulosis akan turun sebesar 1356,071.

Apabila presentase penduduk miskin lebih besar dari 13,13 yaitu pada Kabupaten Buton, Wakatobi, Buton Utara, Konawe Utara, Konawe Kepulauan, Kolaka Timur, Buton Tengah, dan Buton Selatan, dan ketika naik 1 persen, maka kasus tuberkulosis akan naik sebesar 1389,233.

3. Apabila variabel X_1, X_2, X_4 dan X_5 dianggap konstan, maka pengaruh presentase tempat-tempat umum sehat (X_3) terhadap jumlah kasus tuberkulosis di Sulawesi Tenggara adalah

$$\hat{y} = 10,090X_3 - 68,558(X_3 + 80,91) + 128,325(X_3 - 82,31)$$

Dengan

$$\hat{y} = \begin{cases} 10,090X_3 & X_3 < 80,91 \\ -68,558X_3 - 5.547,78 & 80,91 \leq X_3 < 82,31 \\ 128,325X_3 - 10.562,43 & X_3 > 82,31 \end{cases}$$

Berdasarkan model diatas dapat diinterpretasikan bahwa apabila presentase penduduk miskin kurang dari 80,91% yaitu terdapat pada Kabupaten Buton, Muna, Konawe, Konawe Selatan, Bombana, Buton Selatan, Kolaka Timur, Konawe Kepulauan, Muna Barat, dan Buton Selatan, dan ketika naik 1 persen, maka kasus tuberkulosis akan naik sebesar 10,090.

Apabila presentase tempat-tempat umum sehat antara 80,91 sampai dengan 82,31% dan ketika naik sebesar 1 persen maka kasus tuberkulosis akan turun sebesar 68,558.

Apabila presentase tempat-tempat umum sehat lebih besar dari 82,31% yaitu terdapat pada Kabupaten Kolaka, Wakatobi, Kolaka Utara, Konawe Utara, Buton Tengah, Kendari dan Bau-Bau, dan ketika naik 1 persen, maka kasus tuberkulosis akan naik sebesar 128,325.

4. Apabila variabel X_1, X_2, X_3 dan X_5 dianggap konstan, maka pengaruh presentase pengelolaan tempat makanan sehat (X_4) terhadap jumlah kasus tuberkulosis di Sulawesi Tenggara adalah

$$\hat{y} = 1,019X_4 - 145,315(X_4 - 40,06) + 157,024(X_4 - 42,56)$$

Dengan

$$\hat{y} = \begin{cases} 1,019X_4 & X_4 < 40,06 \\ -145,315X_4 + 5.821,31 & 40,06 \leq X_4 < 42,56 \\ 157,024X_4 - 6.682,94 & X_4 > 42,56 \end{cases}$$

Berdasarkan model diatas dapat diinterpretasikan bahwa apabila presentase pengelolaan makanan sehat kurang dari 40,06 % yaitu terdapat pada Kabupaten Buton, Muna, Konawe, Konawe Selatan, Bombana, Wakatobi, Kolaka Timur, Buton Utara Konawe Utara, Kolaka Timur, Konawe Kepulauan, Muna Barat, Buton Selatan dan Kota kendari, dan ketika naik sebesar 1 persen, maka kasus tuberkulosis akan naik sebesar 1,019.

Apabila presentase pengelolaan makanan sehat antara 40,06 sampai dengan 42,56% dan ketika presentase pengelolaan makanan sehat naik 1 persen, maka kasus tuberkulosis akan turun sebesar 145,315.

Apabila presentase pengelolaan makanan sehat lebih besar dari 40,42,56% yaitu terdapat pada Kabupaten Kolaka, Buton Tengah dan kota Bau-Bau, dan ketika presentase pengelolaan makanan sehat naik 1 persen, maka kasus tuberkulosis akan naik sebesar 157,024.

5. Apabila variabel X_1, X_2, X_3 dan X_4 dianggap konstan, maka pengaruh presentase masyarakat berPHBS (X_5) terhadap jumlah kasus tuberkulosis di Sulawesi Tenggara adalah

$$-17,325X_5 + 660,097(X_5 - 69,14) + 797,027(X_5 - 71,17)$$

Dengan

$$\hat{y} = \begin{cases} -17,325X_5 & X_5 < 69,14 \\ 660,097X_5 - 45.639,10 & 69,14 \leq X_5 < 71,17 \\ 797,027X_5 - 56.723,41 & X_5 > 71,17 \end{cases}$$

Berdasarkan model diatas dapat diinterpretasikan bahwa apabila presentase masyarakat ber-PHBS kurang dari 69,14 % yaitu terdapat pada Kabupaten Konawe, Konawe Selatan, Bombana, wakatobi, Kolaka Utara, Buton Utara, Konawe Utara, Kolaka Timur, konawe Kepulauan, Muna Barat, Buton Tengah, Buton Selatan, Kota Kendari, dan Kota Bau-Bau, dan ketika naik sebesar 1 persen, maka kasus tuberkulosis akan turun sebesar 17,325.

Apabila presentase masyarakat berPHBS antara 69,14 sampai dengan 71,17% yaitu terdapat pada Kabupaten Kolaka, maka ketika presentase tempat pengelolaan makanan sehat naik sebesar 1 persen, maka kasus tuberkulosis akan naik sebesar 660,097.

Apabila presentase masyarakat berPHBS lebih besar dari 71,17% yaitu terdapat

pada Kabupaten Buton dan Muna, dan ketika naik 1 persen, maka kasus tuberkulosis akan naik sebesar 797,027.

KESIMPULAN

Berdasarkan hasil analisis dan pembahasan yang telah dilakukan, dapat disimpulkan beberapa hal sebagai berikut.

1. Jumlah kasus tuberkulosis di Sulawesi Tenggara pada tahun 2020 sebanyak 2656 kasus. Kota Kendari merupakan Kabupaten/Kota yang memiliki jumlah kasus tuberkulosis terbanyak yaitu sebanyak 417 kasus, Kabupaten/Kota dengan jumlah kasus tuberkulosis terbanyak kedua adalah Kabupaten Kolaka yaitu sebanyak 302 kasus, sedangkan Kabupaten/Kota dengan jumlah kasus tuberkulosis terendah yaitu Kabupaten Buton utara dengan jumlah kasus sebanyak 33 kasus.
2. Model regresi nonparametrik spline terbaik untuk pemodelan jumlah kasus tuberkulosis di Sulawesi Tenggara dengan menggunakan titik knot dua. Model ini mempunyai nilai koefisien determinasi R^2 sebesar 91,88% di mana seluruh variabel berpengaruh secara signifikan. Model regresi nonparametrik spline yang di peroleh adalah sebagai berikut:

$$y = 2734,681 - 12,444x_1 + 182,418(x_1 - 83,74) - 200,489(x_1 - 85,65)_+^1 \\ + 20,756x_2 - 1356,071(x_2 - 12,61) + 1389,233(x_2 - 13,13)_+^1 \\ - 10,090x_3 - 68,556(x_3 - 80,91) + 128,325(x_3 - 82,31)_+^1 \\ + 1,019x_4 - 145,315(x_4 - 40,06) + 157,024(x_4 - 42,56)_+^1 \\ - 17,325x_5 + 660,097(x_5 - 69,14) + 797,027(x_5 - 71,71)_+^1$$

DAFTAR PUSTAKA

- Anggreni, N. P. R., Suciptawati, N. L. P., & Srinadi, I. G. A. M. (2018). Model Regresi Nonparametrik Spline Truncated Pada Jumlah Kasus Tuberkulosis di Provinsi Bali tahun 2016. *E-jurnal Matematika*, 7(3), 211-218.
- Adawiyah, R. (2018). *Model Regresi Nonparametrik dengan Pendekatan Spline (Studi Kasus: Berat Badan Lahir Rendah di Rumah Sakit Ibu dan Anak Siti Fatimah Makassar)* (Doctoral dissertation, Universitas Negeri Makassar).
- Ardiyanti, D. S. (2020). *Analisis Epidemiologi Kejadian Tuberkulosis di Provinsi Kalimantan Barat Tahun 2015 Sampai 2019* (Doctoral dissertation, Universitas Muhammadiyah Pontianak).
- Arisandi, R., & Purhadi, P. Estimasi Parameter dan Pengujian Hipotesis Regresi Burrtiga Parameter Tipe XII.
- Azzahra, Z. (2017). Faktor-Faktor yang Mempengaruhi Kejadian Penyakit Tuberkulosis Paru di Wilayah Kerja Puskesmas Mulioarjo Kecamatan Sunggal Kabupaten Deli Serdang Tahun 2017.
- Badan Pusat Statistik Sulawesi Tenggara, 2021. *Presentase Penduduk Miskin Menurut Kabupaten/Kota 2021*. Publikasi BPS Sultra.
- Buton, J., & Ali, L. (2018). Faktor Resiko Kejadian Penyakit Tuberkulosis Paru BTA Positif di wilayah Kerja Puskesmas Wajo Bau-Bau. *MIRACLE JOURNAL OF PUBLIC HEALTH*, 1(2), 46-57.
- Dewi, R. K., & Budiantara, I. N. (2012). Faktor-faktor yang mempengaruhi angka gizi buruk di Jawa timur dengan pendekatan regresi nonparametrik spline. *Jurnal Sains dan Seni ITS*, 1(1), D177-D182

- Dinas Kesehatan Provinsi Sulawesi Tenggara, 2020. *Profil Kesehatan Provinsi Sulawesi Tenggara Tahun 2020*. Kendari: Dinas Kesehatan Provinsi Sulawesi Tenggara.
- Fathurahman, M. (2011). Estimasi parameter model regresi spline. *Jurnal eksponensial*, 2(1), 53-58.
- Husni, I. A. (2018). *Pengujian Hipotesis Parsial Untuk Parameter Model Regresi Nonparametrik Spline Truncates Multivariabel (Aplikasi: Data Kematian Ibu Provinsi Nusa Tenggara Timur)* (Doctoral dissertation, Institut Teknologi Sepuluh Nopember Surabaya).
- Khudzaifi, M. S. (2017). *Pemodelan Kasus Penyakit Diare Pada Balita Di Kota Surabaya Menggunakan Regresi Nonparametrik Spline Truncated* (Doctoral dissertation, Institut Teknologi Sepuluh Nopember).
- Rangki, L. (2020). Analisis Risiko Kejadian Tuberkulosis Paru. *Jurnal Kesehatan Al-Irsyad*, 13(1), 1-10.
- Sanusi, W., Syam, R., & Adawiyah, R. (2020). Model Regresi Nonparametrik dengan Pendekatan Spline (Studi Kasus: Berat Badan Lahir Rendah di Rumah Sakit Ibu dan Anak Siti Fatimah Makassar). *JMathCos (Journal of Mathematics, Computations, and Statistics)*, 2(1), 70-81.
- Sri, I. (2016). *Analisis Faktor-Faktor yang Memengaruhi Jumlah Kasus Tuberculosis di Surabaya Tahun 2014 Menggunakan Geographically Weighted Negative Binomial Regression* (Doctoral dissertation, Institut Teknologi Sepuluh Nopember).
- Wahyuni, L. *Analisis faktor-faktor risiko yang mempengaruhi jumlah kasus tuberkulosis (tbc) di provinsi jawa barat tahun 2018 menggunakan pendekatan geographically weighted negative binomial regression gwnbr* (Bachelor's thesis, Fakultas Sains dan Teknologi UIN Syarif Hidayatullah Jakarta).