EISSN 2962-9527

JURNAL BAKTI SOSIAL Vol. 3 No. 1. 2024

BAKTI SOSIAL

Email: arsypersadaquality@gmail.com

https://jurnal.asrypersadaquality.com/index.php/baktisosial



ANALISIS JUMLAH KELAHIRAN MENGGUNAKAN STATISTIKA NONPARAMETRIK

Fadya Safitri Rahman[1] , Fitri Khoiroh Sayidah Harahap[2] , Nabila Ulkhaira[3]

[123] Universitas Islam Negeri Sumatera Utara

Email: fadyasafitri18@gmail.com[1] fittharahap19@gmail.com[2] nabilaulkhaira20@gmail.com[3]

Abstrak: Pada tahun 2012 terjadi 40.343 jumlah kelahiran, dimana angka ini mencerminkan pertumbuhan penduduk yang sangat tinggi. Pertumbuhan penduduk yang begitu pesat dikhawatirkan akan menyebabkan ledakan pertumbuhan penduduk. Pada penelitian ini memodelkan angka kelahiran kasar (CBR) dengan 5 variabel yang diduga berpengaruh. Pemodelan dilakukan dengan metode regresi nonparametrik Spline truncated. Metode ini dipilih karena Spline merupakan metode yang fleksibel, model ini cenderung mencari sendiri estimasi data. Dalam pemodelan ini terdapat titik knot, yaitu titik yang menunjukkan perubahan data. Pemilihan titik knot optimum dilakukan dengan cara memilih nilai Generalized Cross Validation (GCV) yang paling minimum. Berdasarkan penelitian yang telah dilakukan, 5 variabel dinyatakan berpengaruh terhadap CBR yaitu persentase kepala keluarga yang berstatus pendidikan tidak sekolah/belum tamat SD, persentase kepala keluarga yang berstatus tidak bekerja, persentase kepala keluarga yang menikah pada umur 15-19 tahun, angka perkawinan kasar, dan angka migrasi masuk. Model regresi nonparametrik Spline truncated yang terbentuk memiliki koefisien determinasi sebesar 94,3%, serta nilai MSE yaitu 0,44.

Kata Kunci: CBR, Nonparametrik Spline Truncated, GCV

Abstract: *In 2012 there were 40,343 births, reflecting very high population growth. Such rapid population growth is feared to cause an explosion of population growth. This study modeled the crude birth rate (CBR) with 5 variables that are thought to be influential. Modeling was performed by the Spline truncated nonparametric regression method. This method was chosen because Spline is a flexible method, this model tends to find its own data estimates. In this modeling there are knot points, which are points that indicate changes in data. The selection of the optimum knot point is done by selecting the minimum Generalized Cross Validation (GCV) value. Based on the research that has been done, 5 variables are stated to affect CBR, namely the percentage of heads of families with education status*

who are not in school / have not graduated from elementary school, the percentage of heads of families who are not working, the percentage of heads of families who are married and inbound migration numbers. The truncated Spline nonparametric regression model formed has a coefficient of determination of 94.3%, and an MSE value of 0.44.
Keywords: *CBR, Nonparametric Spline Truncated, GCV.*

PENDAHULUAN

Pada saat ini, jumlah penduduk di Indonesia menempati urutan ketiga di dunia setelah Cina dan India. Jumlah penduduk yang begitu besar ini diakibatkan oleh pertumbuhan penduduk yang juga sangat pesat. Pertumbuhan penduduk adalah perubahan jumlah penduduk di suatu wilayah tertentu pada waktu tertentu dibandingkan waktu sebelumnya

[1]. Jumlah penduduk, komposisi umur, dan laju pertambahan atau penurunan penduduk dipengaruhi oleh fertilitas (kelahiran), mortalitas (kematian), dan migrasi (perpindahan tempat), karena ketiga variabel tersebut merupakan komponen–komponen yang berpengaruh terhadap perubahan penduduk

[2]. Pertambahan jumlah penduduk yang sangat pesat terjadi akibat jumlah kelahiran jauh lebih besar daripada kematian. Pada tahun 2011, Angka kelahiran kasar (CBR) di Indonesia justru jauh lebih tinggi dibandingkan negara Cina yang menempati jumlah penduduk terbanyak di dunia. CBR di Indonesia pada tahun 2011 adalah 19,63, sedangkan Cina hanya 11,93 [3]. Surabaya, dimana rata-rata kelahiran hidup adalah 3000 kelahiran per bulan [

3]. Jumlah penduduk yang sangat besar ini menimbulkan sebuah kekhawatiran meningkatnya berbagai permasalahan, seperti kriminalitas, tingkat pengangguran, dan penghidupan yang layak. Pengendalian jumlah penduduk sangat diperlukan agar pertambahan jumlah penduduk dapat terkontrol dan menghindari terjadinya ledakan jumlah penduduk. Dalam hal ini yang dapat dilakukan untuk mengendalikan pertambahan jumlah penduduk adalah mengendalikan jumlah kelahiran. Dengan mengetahui pola hubungan faktor-faktor yang mempengaruhi angka kelahiran maka dapat menentukan langkah apa selanjutnya yang akan di lakukan. Untuk mengetahui pola hubungan faktor-faktor yang mempengaruhi kelahiran dapat dilakukan dengan analisis regresi.

Pada regresi nonparametrik, data dibiarkan mencari sendiri pola datanya sehingga subjektifitas dari peneliti dapat diminimalisir. Dengan demikian, pendekatan regresi nonparametrik memiliki fleksibilitas yang tinggi

[5]. Salah satu kelebihan pendekatan Spline adalah model cenderung mencari sendiri estimasi data kemanapun pola data tersebut bergerak. Kelebihan ini terjadi karena dalam Spline terdapat titik-titik knot, yaitu t it ik-perpaduan bersama yang menunjukkan terjadinya perubahan pola perilaku data

[6]. Data angka kelahiran kasar atau Crude Birth Rate dalam penelitian ini akan dimodelkan dengan menggunakan regresi Nonparametrik Spline Truncated. Truncated merupakan sebuah fungsi yang dapat diartikan sebagai fungsi potongan

[7]. Metode tersebut dipilih karena berdasarkan plot pada studi awal yang telah dilakukan, diketahui bahwa plot variabel-variabel yang mempengaruhi angka kelahiran kasar di Surabaya polanya tidak diketahui bentuk polanya.

$$y_i = \sum_{j=0}^{p} \gamma_i t_i^j + \sum_{j=1}^{r} \gamma_{p+j} (t_i - K_j)_+^p + \varepsilon_i \quad (3)$$

dimana $i = 1,2,\cdots,n$.

Fungsi $(t_i - K_j)_+^p$ merupakan fungsi *truncated* (potongan) yang diberikan oleh:

$$(t_i - K_j)_+^p = \begin{cases} (t_i - K_j)^p, & t_i \geq K_j \\ 0, & t_i < K_j \end{cases} \quad (4)$$

METODOLOGI

Penelitian ini menggunakan pendekatan kuantitatif, yaitu bagian dari serangkaian investigasi sistematika terhadap fenomena dengan mengumpulkan data untuk kemudian diukur dengan teknik statistik matematika atau komputasi. Data yang digunakan dalam penelitian ini adalah data sekunder yang diambil dari Dinas Kependudukan Catatan Sipil Kota Surabaya dan Buku Profil Perkembangan Kependudukan Kota Surabaya tahun 2012. Variabel respon yang digunakan pada penelitian ini adalah angka kelahiran kasar atau Crude Birth Rate (CBR) yang dihitung berdasarkan jumlah kelahiran yang terjadi di Surabaya selama tahun 2012. Variabel-variabel yang diduga berpengaruh didapatkan dari referensi baik penelitian sebelumnya maupun teori yang berhubungan dengan kelahiran (fertilitas). Variabel yang digunakan pada penelitian ini disajikan dalam Tabel 1 sebagi berikut.

Tabel 1. Variabel Penelitian

Variabel	Keterangan
Y	Angka Kelahiran Kasar (CBR)
X1	Persentase kepala keluarga yang berstatus pendidikan tidak sekolah/belum tamat SD
X2	Persentase kepala keluarga yang berstatus tidak bekerja
X3	Persentase kepala keluarga yang menikah pada umur 15-19 tahun
X4	Angka perkawinan kasar
X5	Angka migrasi masuk

Tabel 2 Statistika Deskriptif CBR dan 5 Faktor yang Diduga Berpengaruh

Variabel	Rata-Rata	Standar Deviasi	Minimum	Maksimum

Y	12,235	1,619	9,4	15,10
X1	2,232	1,100	1,100	5,630
X2	3,682	1,275	1,180	6,470
X3	0,1426	0,072	0,070	0,350
X4	3,903	2,158	0,6	10,7
X5	37,10	13,86	21,00	78,90

Langkah Analisis

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

1. Membuat scatter plot antara angka kelahiran kasar dengan masing-masing variabel yang diduga berpengaruh untuk mengetahui bentuk pola data. Apabila terdapat komponen nonparametrik, maka digunakan pendekatan regresi nonparametrik Spline.
2. Memodelkan data dengan menggunakan spline linear dengan satu, dua, tiga knot, serta kombinasi knot.
3. Memilih titik knot optimal berdasarkan nilai GCV yang paling minimum
4. Mendapatkan model regresi Spline dengan titik knot optimal
5. Menguji signifikansi parameter regresi Spline secara serentak
6. Melakukan uji parameter regresi Spline secara parsial
7. Menguji asumsi residual IIDN dari model regresi Spline
8. Menghitung nilai koefisien determinasi R2 dan MSE
9. Menginterpretasikan model dan menarik kesimpulan.

HASIL DAN PEMBAHASAN

A. Deskriptif Karakteristik CBR

Rata-rata CBR adalah sebesar 12,235, hal ini dapat diartikan bahwa rata-rata terdapat 12 bayi lahir setiap 1000 penduduk. Standar deviasi atau keragaman dari data sebesar 1,619 yang dinilai data tidak terlalu beragam karena nilai tersebut terpaut jauh dari jangkauan data. Dimana minimum terdapat 9 kelahiran dan maksimum terdapat 15 kelahiran pada setiap 1000 penduduk.

B. Hubungan Antara CBR dengan Enam Variabel yang Diduga Berpengaruh

Hubungan antara CBR dengan enam variabel yang diduga berpengaruh diketahui bahwa nilai GCV paling kecil adalah 2.22, dengan titik knot optimum adalah.

K1= 1,47 K2= 1,61 K3= 0.09, K4= 1.42 K5= 25,73 Nilai GCV ini akan dibandingkan dengan nilai GCV dengan 2 knot dan 3 knot, kemudian dipilih yang paling minimum.

C. Pemilihan Titik Knot Optimum dengan Dua Titik Knot

	1.93	2.15	0.12	2.46	31.63	4.57
1	3.04	3.45	0.19	4.93	45.81	
	5.45	6.25	0.34	10.29	76.54	
	1.93	2.15	0.12	2.46	31.63	
2	3.04	3.45	0.19	4.93	45.81	4.57
	5.54	6.36	0.34	10.49	77.72	

	1.93	2.15	0.12	2.46	31.63	
3	3.13	3.56	0.20	5.13	47.00	1.38
	3.23	3.66	0.21	5.34	48.18	
	1.93	2.15	0.12	2.46	31.63	
4	3.13	3.56	0.20	5.13	47.00	2.63
	3.32	3.77	0.21	5.55	49.36	
	1.93	2.15	0.12	2.46	31.63	
5	3.13	3.56	0.20	5.13	47.00	2.92
	3.41	3.88	0.21	5.75	50.54	
No	x_1	x_2	x_3	x_4	x_5	GCV

Setelah mendapatkan knot optimum adalah (K1=1.0; K2=5.63), (K3=1.18; K4=6.47), (K5=0.07; K6=0.35), (K7=0.60; K8=10.70), (K9= 21.00; K10=78.90). Nilai GCV tersebut lebih kecil dari hasil pemilihan titik knot optimum dengan satu titik knot.

D. Pemilihan Titik Knot Optimum dengan Tiga Titik Knot

.

Pemilihan Titik Knot Optimum dengan Satu Titik Knot

No	x_1	x_2	x_3	x_4	x_5	GCV
1	1.19	1.29	0.08	0.81	22.18	2.50
2	1.28	1.40	0.08	1.01	23.36	2.40
3	1.38	1.50	0.09	1.22	24.54	2.34
4	1.47	1.61	0.09	1.42	25.73	2.22
	1.56	1.72	0.10	1.63	26.91	2.

T.

Pemilihan Titik Knot Optimum dengan Dua Titik Knot

No	x_1	x_2	x_3	x_4	x_5	GCV
1	1.10	1.18	0.07	0.60	21.00	3.11
	5.35	6.15	0.33	10.08	75.36	
2	1.10	1.18	0.07	0.60	21.00	2.10
	5.63	6.47	0.35	10.70	78.90	
3	1.19	1.29	0.08	0.81	22.18	2.93
	1.28	1.40	0.08	1.01	23.36	
4	1.19	1.29	0.08	0.81	22.18	2.96
	1.38	1.50	0.09	1.22	24.54	
5	1.19	1.29	0.08	0.81	22.18	3.04
	1.47	1.61	0.09	1.42	25.73	

Pemilihan Titik Knot Optimum dengan Dua Titik Knot

No	x_1	x_2	x_3	x_4	x_5	GCV
1	1.10	1.18	0.07	0.60	21.00	3.11
	5.35	6.15	0.33	10.08	75.36	
2	1.10	1.18	0.07	0.60	21.00	2.10
	5.63	6.47	0.35	10.70	78.90	
3	1.19	1.29	0.08	0.81	22.18	2.93

	1.28	1.40	0.08	1.01	23.36	
4	1.19	1.29	0.08	0.81	22.18	2.96
	1.38	1.50	0.09	1.22	24.54	
5	1.19	1.29	0.08	0.81	22.18	3.04
	1.47	1.61	0.09	1.42	25.73	

Setelah melakukan pemodelan dengan satu dan dua knot, pada kali ini akan mencoba mencari titik knot optimum dengan menggunakan tiga titik knot. Berikut adalah model regresi nonparametrik Spline truncated dengan tiga titik knot

Y = Y0 +Y1 + Y2(X1-K1) +Y3(X1-K2) + Y4(X1-K3) + Y5(X5-K15)

Titik- titik knot optimum untuk model ini adalah.

(K1=1.93;K2=3.13;K3=3.23),(K4=2.15;K5=3.56;K6=3.66),
(K7=0.12;K8=0.20;K9=0.21),(K10=2.46;K11=5.13;K12=5.34),
(K13=31.63;K14=47.00;K15=48.18)

E. Pemilihan Titik Knot Optimum dengan Kombinasi Knot Kombinasi knot adalah kombinasi antara satu titik knot, dua titik knot, dan tiga titik knot. Kombinasi ini digunakan untuk memilih titik knot optimum. Dalam pemilihan titik knot optimum pada model regresi nonparametrik Spline truncated dengan kombinas knot ini dipilih nilai GCV yang paling minimum. Nilai GCV dengan kombinasi knot adalah sebagai berikut. Berdasarkan Tabel 6 diketahui bahwa nilai GCV minimum dengan kombinasi knot adalah sebesar 1,38 dengan kombinasi 3,3,3,3,3. Kombinasi ini sama dengan pemilihan titik knot optimum dengan tiga knot. Sehingga nilai yang digunakan untuk analisis selanjutnya adalah nilai GCV dengan tiga titik knot.

F. Penaksiran Parameter Model Regresi Spline Truncated Dari hasil pemilihan titik knot optimum yang dilakukan, maka model regresi dengan menggunakan tiga titik knot adalah yang terbaik. Hasil dari estimasi parameter dengan mengunakan tiga titik knot adalah sebagai berikut.

$$\hat{y} = 29.5 - 0.59\, x_1 + 5.71(x_1 - 1.93)_+ - 134\,(x_1 - 3.13)_+ + 133\,(x_1 - 3.23)_+ - 7.57\, x_2 + 9.59\,(x_2 - 2.15)_+ + - 16.9\,(x_2 - 3.56)_+ + 14.4\,(x_2 - 3.66)_+ - 48.9\, x_3 + 140\, x_3 - 0.12)_+ - 940\,(x_3 - 0.20)_+ + 856\,(x_3 - 0.21)_+ + - 1.33\, x_4 + 1.68(x_4 - 2.46)_+ + 11.3(x_4 - 5.13)_+ + - 12.3(x_4 - 5.34)_+ - + 0.136\, x_5 - 0.273\,(x_5 - 31.63)_+ + 6.59\,(x_5 - 47.00)_+ - 6.78\,(x_5 - 48.18)_+$$

Model yang terbentuk tersebut memiliki koefisien determinasi sebesar 94,3%.

H. Pengujian Asumsi Residual

Pada analisis regresi nonparametrik Spline *truncated*, residual yang terbentuk harus memenuhi asumsi IIDN. Berikut adalah hipotesis untuk asumsi identik.

$H_0 : \sigma_{12} = \sigma_{22} = \ldots = \sigma_{n2} = \sigma_2$

H_1 : minimal ada satu $\sigma_i^2 = \sigma^2$, i=1,2,…,n

Pemilihan Titik Knot Optimum dengan Kombinasi Knot

No	Variabel	Banyak Titik Knot	Titik-Titik Knot	GCV
	x_1	3	1.93; 3.13;	
	x_2	1	3.23	
	x_3	1	1.61	
	x_4	3	0.09	1.54
	x_5	2	2.46; 5.13;	
			5.34	
1			21.0; 78.90	
	x_1	3	1.93; 3.13;	
	x_2	3	3.23	
	x_3	3	2.15; 3.56;	
	x_4	3	3.66	
	x_5	3	0.12; 0.20;	
			0.21	
			2.46; 5.13;	
			5.34	
			31.63; 47.00;	
2			48.18	**1.38**
		3	1.93; 3.13;	
		2	3.23	
	x_1	2	1.18; 0.07	
	x_2	3	6.47; 0.35	1.56
	x_3	3	2.46; 5.13;	
	x_4		5.34	
	x_5		31.63; 47.00;	
3			48.18	

Selain itu asumsi independen juga harus terpenuhi, hipotesisnya sebagai berikut.

H_0 : ρ = 0 (residual independen)

H_1 : ρ ≠ 0 (residual tidak independen)

Untuk melakukan apakah residual independen atau tidak dapat dilakukan dengan cara melihat plot ACF dari residual. Apabila terdapat minimal satu autokorelasi pada lag yang keluar dari batas signifikansi maka H_0 ditolak, yaitu residual tidak independen. Berikut adalah hasil plot ACF dari residual.

Berdasarkan plot ACF dari residual pada Gambar 3 terlihat bahwa autokorelasi pada semua lag berada di dalam batas atau bisa dikatakan tidak ada autokorelasi yang keluar dari batas. Sehingga dapat disimpulkan bahwa H_0 tidak ditolak, maka residual telah memenuhi asumsi independen. Selanjutnya asumsi yang harus dipenuhi adalah asumsi distribusi normal, hipotesisnya adalah sebagai berikut. H_0 : $F_0(x) = F(x)$ (residual berdistribusi normal)

H_1 : $F_0(x) \neq F(x)$ (residual tidak berdistribusi normal)

Untuk melakukan pengujian distribusi normal dapat dilakukan dengan Uji Kolmogorov-Smirnov. Berikut adalah hasil pengujian dengan Kolmogorov-Smornov

I. Interpretasi Model

Langkah terakir yang dilakukan adalah menginterpretasikan hasil dari model yang terbentuk untuk mengetahui seberapa besar perubahan CBR dari akibat perubahan variabel tertentu yang diduga. Misalnya untuk menginterpretasi variabel x_1, apabila variabel x_2, x_3, x_4, dan x_5 dianggap konstan, maka model tersebut dapat diinterpretasikan yaitu apabila persentase kepala keluarga berstatus pendidikan tidak sekolah/belum tamat SD berkisar antara 1.93% hingga 3.13% dan apabila persentase kepala keluarga berstatus pendidikan tidak sekolah/belum tamat SD

pada keadaan ini naik 1%, maka CBR akan cenderung naik sebesar 0.0512. Wilayah yang termasuk dalam interval ini adalah Kecamatan Tegalsari, Sawahan, Genteng, Sukolilo, Pabean Cantian, Tandes, Benowo, Wiyung, Jambangan, Mulyorejo, Bulak, Pakal, dan Sambikerep.

Selanjutnya apabila persentase kepala keluarga berstatus pendidikan tidak sekolah/belum tamat SD berkisar antara 3.13% hingga 3.23% dan apabila persentase kepala keluarga berstatus pendidikan tidak sekolah/belum tamat SD naik 1%, maka CBR akan cenderung turun sebesar 1.2888. Pada kondisi ini tidak ada wilayah yang masuk dalam interval ini. Apabila persentase kepala keluarga berstatus pendidikan tidak sekolah/belum tamat SD lebih dari 3.23% dan apabila persentase kepala keluarga berstatus pendidikan tidak sekolah/belum tamat SD naik 1%, maka CBR akan cenderung naik sebesar 0.0412. Wilayah yang masuk dalam interval ini adalah

Untuk menginterpretasi variabel x_2, apabila variabel x_1, x_3, x_4, dan x_5 dianggap konstan, maka model tersebut dapat diinterpretasikan yaitu apabila persentase kepala keluarga yang berstatus tidak bekerja kurang dari 2.15% maka pada kondisi ini apabila persentase kepala keluarga yang berstatus tidak bekerja naik 1%, maka CBR akan turun sebesar 0.0757. Wilayah yang termasuk dalam interval ini adalah. Apabila persentase kepala keluarga yang berstatus tidak bekerja berkisar antara 2.15% hingga 3.56% dan apabila persentase kepala keluarga yang berstatus tidak bekerja pada keadaan ini naik 1%, maka CBR akan naik sebesar 0.0202.

KESIMPULAN

Berdasarkan analisis dan pembahasan, maka dapat ditarik kesimpulan sebagai berikut.

1. selama tahun 2012 terdapat 40.343 kelahiran. Rata-rata terdapat 12 bayi lahir setiap 1000 penduduk. Minimum terjadi sebanyak 9 kelahiran dan maksimum terjadi 15 kelahiran pada setiap 1000 penduduk. Keragaman data ditunjukkan dari nilai standar deviasi sebesar 1,619. Kecamatan yang memiliki angka kelahiran paling kecil adalah kecamatan Genteng yaitu 9,4. Sedangkan kecamatan dengan angka kelahiran tetinggi adalah, yaitu sebesar 15,1.
2. Model regresi nonparametrik Spline *truncated* terbaik adalah dengan tiga titik knot. Model ini memiliki nilai GCV paling minimum yaitu 1,38 dengan R^2 sebesar 94,3% dan MSE yaitu 0,44. Berikut adalah model spline terbaik.

$$\hat{y} = 29.5 - 0.59\,x_1 + 5.71(x_1 - 1.93)_+ - 134\,(x_1 - 3.13)_+ + 133\,(x_1 - 3.23)_+ - 7.57\,x_2 + 9.59\,(x_2 - 2.15)_+ + - 16.9\,(x_2 - 3.56)_+ + 14.4\,(x_2 - 3.66)_+ - 48.9\,x_3 + 140\,(x_3 - 0.12)_+ - 940\,(x_3 - 0.20)_+ + 856\,(x_3 - 0.21)_+ + - 1.33\,x_4 + 1.68(x_4 - 2.46)_+ + 11.3(x_4 - 5.13)_+ + - 12.3(x_4 - 5.34)_+ + 0.136\,x_5 - 0.273\,(x_5 - 31.63)_+ + 6.59\,(x_5 - 47.00)_+ - 6.78\,(x_5 - 48.18)_+$$

3. Berdasarkan uji parameter dapat diketahui bahwa semua variabel berpengaruh signifikan terhadap CBR. Variabelvariabel tersebut adalah persentase kepala keluarga yang berstatus pendidikan tidak sekolah/belum tamat SD, persentase kepala keluarga yang berstatus tidak bekerja, persentase kepala keluarga yang menikah pada umur 1519 tahun, angka perkawinan kasar, dan angka migrasi masuk.

DAFTAR PUSTAKA

Badan Pusat Statistika. (2010). *Laporan Hasil Sensus Penduduk 2010 Data Agregat Per Provinsi.* Jakarta: Badan Pusat Statistika.

Lucas, D., & Blake. (2005). *Pengantar Kependudukan.* Yogyakarta: UGM Press.

World Bank. (2011). *Public Data*. Retrieved, from https://www.google.com/publicdata/explore?ds=d5bncppjof8f9_&met_y=sp_dyn_tfrt_in&idim=country:IDN&dl=id&hl=id&q=tingkat%20kelahiran%20di%20indonesia#!ctype=l&strail=false&bcs=d&nselm=h&met_y=sp_dyn_cbrt_in&scale_y=lin&ind_y=false&rdim=region&idim=country:

Dinas Kependudukan dan Catatan Sipil Kota Surabaya. (2012). *Buku Profil Perkembangan Kependudukan Kota Surabaya tahun 2012.* Surabaya: Dinas Kependudukan dan Catatan Sipil Kota Surabaya.

Eubank. (1988). *Spline Smoothing and Nonparametric Regression.* Marcel Dekker New York.

Budiantara, I. N. (2009). *Spline dalam Regresi Nonparametrik: Sebuah Pemodelan Statistika Masa Kini dan Masa Mendatang.* Surabaya: Jurusan Statistika, Fakultas Matemetika dan Ilmu Pengetahuan Alam, Institut Teknologi Sepuluh Nopember

.

Sugiantari, A. P., & Bidiantara, I. N. (2013). *Analisis Faktor-Faktor yang Mempengaruhi Angka Harapan Hidup di Jawa Timur Menggunakan Regresi Semiparametrik Spline.* Surabaya: Tugas Akhir, Jurusan Statistika, Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam, Institut Teknologi Sepuluh Nopember.

Eubank, R. L., & Thomas, W. (1993). Detecting Heterocedasticity in Nonparametric Regression. *Journal of the American Statistical Association*, 387-392.