



**TUGAS AKHIR – KS184822**

**PEMODELAN REGRESI NONPARAMETRIK  
*SPLINE TRUNCATED* PADA DATA ANGKA  
KEMATIAN IBU DI JAWA TIMUR**

**FADHLUL RAHIM  
NRP 062114 4000 0053**

**Dosen Pembimbing  
Prof. Dr. Drs. I Nyoman Budiantara, M.Si  
Erma Oktania Permatasari, S.Si., M.Si**

**PROGRAM STUDI SARJANA  
DEPARTEMEN STATISTIKA  
FAKULTAS MATEMATIKA, KOMPUTASI, DAN SAINS DATA  
INSTITUT TEKNOLOGI SEPULUH NOPEMBER  
SURABAYA 2019**





**TUGAS AKHIR – KS184822**

**PEMODELAN REGRESI NONPARAMETRIK  
*SPLINE TRUNCATED* PADA DATA ANGKA  
KEMATIAN IBU DI JAWA TIMUR**

**FADHLUL RAHIM  
NRP 062114 4000 0053**

**Dosen Pembimbing  
Prof. Dr. Drs. I Nyoman Budiantara, M.Si  
Erma Oktania Permatasari, S.Si., M.Si**

**PROGRAM STUDI SARJANA  
DEPARTEMEN STATISTIKA  
FAKULTAS MATEMATIKA, KOMPUTASI, DAN SAINS DATA  
INSTITUT TEKNOLOGI SEPULUH NOPEMBER  
SURABAYA 2019**





**FINAL PROJECT – KS184822**

***SPLINE TRUNCATED* NONPARAMETRIC  
REGRESSION MODELING FOR MATERNAL  
MORTALITY RATE IN EAST JAVA**

**FADHLUL RAHIM  
SN 062114 4000 0053**

**Supervisor**

**Prof. Dr. Drs. I Nyoman Budiantara, M.Si  
Erma Oktania Permatasari, S.Si., M.Si**

**UNDERGRADUATE PROGRAMME  
DEPARTMENT OF STATISTICS  
FACULTY OF MATHEMATICS, COMPUTING, AND DATA  
SCIENCE  
INSTITUT TEKNOLOGI SEPULUH NOPEMBER  
SURABAYA 2019**



**LEMBAR PENGESAHAN**

**PEMODELAN REGRESI NONPARAMETRIK  
*SPLINE TRUNCATED* PADA DATA ANGKA  
KEMATIAN IBU DI JAWA TIMUR**

**TUGAS AKHIR**

Dijukan Untuk Memenuhi Salah Satu Syarat  
Memperoleh Gelar Sarjana Statistika  
pada

Program Studi Sarjana Departemen Statistika  
Fakultas Matematika, Komputasi, dan Sains Data  
Institut Teknologi Sepuluh Nopember

Oleh :

**Fadhul Rahim**

NRP. 062114 4000 0053

Disetujui oleh Pembimbing:

Prof. Dr. Drs. I Nyoman Budiantara, M.Si

NIP. 19650603 198903 1 003

Erna Oktania Permatasari, S.Si., M.Si

NIP. 19881007 201404 2 002



Mengetahui,  
Kepada Departemen

  
Dr. Suhartono

NIP. 19710929 199512 1 001

SURABAYA, Januari 2019

*(Halaman ini sengaja dikosongkan)*

# **PEMODELAN REGRESI NONPARAMETRIK SPLINE TRUNCATED PADA DATA ANGKA KEMATIAN IBU DI JAWA TIMUR**

**Nama Mahasiswa : Fadhlul Rahim**  
**NRP : 062114 4000 0053**  
**Departemen : Statistika**  
**Dosen Pembimbing 1 : Prof. Dr. Drs. I Nyoman  
Budiantara, M.Si**  
**Dosen Pembimbing 2 : Erma Oktania Permatasari,  
S.Si., M.Si**

## **Abstrak**

*Angka Kematian Ibu (AKI) adalah jumlah kematian ibu yang dicatat selama masa kehamilan, persalinan, dan nifas yang disebabkan oleh kehamilan, persalinan, dan nifas, tetapi bukan yang disebabkan oleh kecelakaan atau terjatuh. Sejak tahun 2012 hingga tahun 2015 tercatat bahwa AKI mengalami penurunan dari 359 menjadi 305 kematian ibu per 100.000 kelahiran hidup. Walaupun terjadi penurunan, tetapi angka tersebut masih jauh dari target Sustainable Development Goals (SDGs) yaitu sebesar 70 kematian per 100.000 kelahiran hidup. Metode analisis yang digunakan untuk mengetahui faktor-faktor yang mempengaruhi AKI yaitu Regresi Nonparametrik Spline Truncated karena pola korelasi antara AKI dengan masing-masing variabel prediktor yang didapatkan tidak membentuk suatu pola tertentu. Berdasarkan model yang diperoleh, hasilnya adalah semua variabel prediktor berpengaruh signifikan terhadap AKI, yaitu persentase rumah tangga berPHBS, persentase penanganan komplikasi kebidanan, persentase kunjungan ibu hamil, persentase rumah tangga menerima bantuan tunai, serta rasio puskesmas dan rumah sakit dengan nilai koefisien determinasi sebesar 88,13%.*

***Kata kunci : Angka Kematian Ibu, Regresi Nonparametrik  
Spline Truncated, SDGs***

*(Halaman ini sengaja dikosongkan)*

***SPLINE TRUNCATED NONPARAMETRIC  
REGRESSION FOR MATERNAL MORTALITY  
RATE IN EAST JAVA***

**Name : Fadhlul Rahim**  
**Student Number : 062114 4000 0053**  
**Departemen : Statistika**  
**Supervisor 1 : Prof. Dr. Drs. I Nyoman Budiantara,  
M.Si**  
**Supervisor 2 : Erma Oktania Permatasari, S.Si.,  
M.Si**

**Abstract**

*Maternal Mortality is the number of maternal deaths recorded during pregnancy, childbirth, and childbirth caused by pregnancy and childbirth, but not caused by accidents or falls. Since 2012 until 2015 it has been noted that maternal mortality rate has decreased from 359 to 305 maternal deaths per 100,000 live births. Despite the decline, the figure is still far from the target of the Sustainable Development Goals (SDGs) of 70 deaths per 100,000 live births. The analytical method used to determine the factors that influence maternal mortality rate is Nonparametric Spline Truncated Regression because the pattern of correlation between maternal mortality rate and each predictor variable obtained does not form a particular pattern. Based on the model obtained, the results are that all predictor variables have a significant effect on maternal mortality rate, namely the percentage of households with clean and healthy behavior, percentage of obstetric complications handling, percentage of pregnant women visits, percentage of households receiving cash assistance, and ratio of health centers and hospitals with a determination coefficient is 88,13 percent.*

***Keywords : Maternal Mortality Rate, Spline Truncated Nonparametric Regression, SDGs***

*(Halaman ini sengaja dikosongkan)*

## KATA PENGANTAR

Puji dan syukur penulis panjatkan atas rahmat dan hidayah yang diberikan Allah SWT sehingga penulis dapat menyelesaikan laporan Tugas Akhir yang berjudul **“Pemodelan Regresi Nonparametrik *Spline Truncated* Pada Data Angka Kematian Ibu di Jawa Timur”** dengan lancar.

Penulis menyadari bahwa Tugas Akhir ini dapat terselesaikan tidak terlepas dari bantuan dan dukungan berbagai pihak. Oleh karena itu, penulis menyampaikan terima kasih kepada :

1. Bapak Prof. Dr. Drs. I Nyoman Budiantara, M.Si dan Ibu Erma Oktania Permatasari, S.Si., M.Si selaku dosen pembimbing Tugas Akhir yang telah memberikan saran, waktu, dukungan serta motivasi selama penyusunan Tugas Akhir.
2. Bapak Dr. Suhartono selaku Kepala Departemen Statistika ITS yang telah memberikan fasilitas dan sarana dalam penyusunan Tugas Akhir ini.
3. Ibu Dr. Vita Ratnasari, S.Si., M.Si dan Ibu Dra. Madu Ratna, M.Si selaku dosen penguji yang telah banyak memberi masukan kepada penulis.
4. Bapak Dr. Sutikno, M.Si. selaku Ketua Program Studi Sarjana yang telah memberikan fasilitas, sarana, dan prasarana serta segenap dosen maupun tenaga pendidik, yang telah mendidik penulis selama menuntut ilmu di Departemen Statistika ITS.
5. Kedua orang tua, atas segala do'a, nasehat, kasih sayang, dan dukungan yang diberikan kepada penulis demi kesuksesan dan kebahagiaan penulis.
6. Sahabat-sahabat penulis, Azizah, Dedi Setiawan, Ahmad Rais Shidiq, Dhamai Brilianggara Putranto, Zumarsiyah Mahsyari, Zainal Muttaqin, dan Aulia Muhari yang selama ini telah membantu, mendukung, dan mendengarkan keluh kesah penulis selama masa perkuliahan berlangsung.
7. Teman-teman Statistika ITS angkatan 2014 (Respect) yang selalu memberikan dukungan kepada penulis selama ini.

8. Semua pihak yang turut membantu dalam pelaksanaan Tugas Akhir yang tidak bisa penulis sebutkan satu persatu.

Besar harapan penulis untuk mendapatkan kritik dan saran yang membangun sehingga Tugas Akhir ini dapat memberikan manfaat bagi semua pihak yang rekait.

Surabaya, Januari 2019

Penulis,

## DAFTAR ISI

	Halaman
<b>HALAMAN JUDUL</b> .....	i
<b>COVER PAGE</b> .....	iii
<b>LEMBAR PENGESAHAN</b> .....	v
<b>ABSTRAK</b> .....	vii
<b>ABSTRACT</b> .....	ix
<b>KATA PENGANTAR</b> .....	xi
<b>DAFTAR ISI</b> .....	xiii
<b>DAFTAR GAMBAR</b> .....	xvii
<b>DAFTAR TABEL</b> .....	xix
<b>DAFTAR LAMPIRAN</b> .....	xxi
<b>BAB 1 PENDAHULUAN</b> .....	1
1.1 Latar Belakang .....	1
1.2 Rumusan Masalah .....	4
1.3 Tujuan .....	4
1.4 Manfaat .....	5
1.5 Batasan Masalah.....	5
<b>BAB II TINJAUAN PUSTAKA</b> .....	7
2.1 Statistika Deskriptif .....	7
2.1.1 Ukuran Pemusatan Data.....	7
2.1.2 Ukuran Penyebaran Data.....	8
2.2 Analisis Regresi.....	9
2.3 Regresi Nonparametrik .....	9
2.4 Regresi Nonparametrik <i>Spline Truncated</i> .....	10
2.5 Estimasi Parameter .....	10
2.6 Pemilihan Titik Knot Optimum.....	12
2.7 Pengujian Kelayakan Model Regresi.....	12
2.7.1 Uji Serentak.....	12
2.7.2 Uji Parsial.....	13
2.8 Koefisien Determinasi .....	14
2.9 Pengujian Asumsi Residual Model Regresi .....	14

2.9.1 Asumsi Identik.....	15
2.9.2 Asumsi Independen (Uji Autokorelasi).....	15
2.9.3 Asumsi Normalitas <i>Kolmogorov-Smirnov</i> .....	16
2.10 Angka Kematian Ibu .....	17
<b>BAB III METODOLOGI PENELITIAN.....</b>	<b>19</b>
3.1 Sumber Data.....	19
3.2 Variabel Penelitian dan Definisi Operasional .....	19
3.3 Struktur Data .....	20
3.4 Langkah Penelitian .....	21
3.5 Diagram Alir .....	22
<b>BAB IV ANALISIS DAN PEMBAHASAN.....</b>	<b>25</b>
4.1 Karakteristik Data Angka Kematian Ibu (AKI) dan Faktor-Faktor yang Diduga Mempengaruhinya .....	25
4.2 <i>Scatterplot</i> Data Angka Kematian Ibu (AKI) dengan Faktor-Faktor yang Diduga Mempengaruhinya .....	28
4.3 Pemodelan Angka Kematian Ibu (AKI) dengan Regresi Nonparametrik <i>Spline Truncated</i> .....	33
4.3.1 Regresi Nonparametrik <i>Spline</i> dengan 1 titik Knot.....	33
4.3.2 Regresi Nonparametrik <i>Spline</i> dengan 2 titik Knot.....	35
4.3.3 Regresi Nonparametrik <i>Spline</i> dengan 3 titik Knot.....	36
4.3.4 Regresi Nonparametrik <i>Spline</i> dengan Kombinasi Titik Knot .....	39
4.4 Pemilihan Model Terbaik dengan GCV.....	41
4.5 Penaksiran Parameter Model Regresi Nonparametrik <i>Spline Truncated</i> .....	42
4.6 Pengujian Signifikansi Parameter .....	42
4.6.1 Pengujian Serentak .....	43
4.6.2 Pengujian Parsial .....	43
4.7 Pengujian Asumsi Residual.....	45
4.7.1 Asumsi Identik.....	45

4.7.2 Asumsi Independen.....	46
4.7.3 Asumsi Distribusi Normal.....	47
4.8 Interpretasi Model <i>Spline</i> Terbaik .....	48
<b>BAB V KESIMPULAN DAN SARAN .....</b>	<b>61</b>
5.1 Kesimpulan .....	61
5.2 Saran .....	62
<b>DAFTAR PUSTAKA .....</b>	<b>63</b>
<b>LAMPIRAN.....</b>	<b>67</b>
<b>BIODATA PENULIS.....</b>	<b>103</b>

*(Halaman ini sengaja dikosongkan)*

## DAFTAR GAMBAR

	Halaman
<b>Gambar 3.1</b> Diagram Alir .....	22
<b>Gambar 4.1</b> AKI di Provinsi Jawa Timur Berdasarkan Kabupaten/Kota .....	26
<b>Gambar 4.2</b> <i>Scatterplot</i> AKI dan Persentase Rumah Tangga Ber-PHBS .....	28
<b>Gambar 4.3</b> <i>Scatterplot</i> AKI dan Persentase Penanganan Komplikasi Kebidanan .....	29
<b>Gambar 4.4</b> <i>Scatterplot</i> AKI dan Persentase Kunjungan Ibu Hamil .....	30
<b>Gambar 4.5</b> <i>Scatterplot</i> AKI dan Persentase Rumah Tangga Menerima Bantuan Tunai .....	31
<b>Gambar 4.6</b> <i>Scatterplot</i> AKI dan Rasio Puskesmas dan Rumah Sakit.....	32
<b>Gambar 4.7</b> Plot Normalitas Residual .....	47
<b>Gambar 4.8</b> Peta Persebaran AKI dari Persentase Rumah Tangga ber-PHBS .....	50
<b>Gambar 4.9</b> Peta Persebaran AKI dari Persentase Penanganan Komplikasi Kebidanan.....	52
<b>Gambar 4.10</b> Peta Persebaran AKI dari Persentase Kunjungan Ibu Hamil .....	55
<b>Gambar 4.11</b> Peta Persebaran AKI dari Persentase Rumah Tangga Menerima Bantuan Tunai .....	57
<b>Gambar 4.12</b> Peta Persebaran AKI dari Rasio Puskesmas dan Rumah Sakit .....	59

*(Halaman ini sengaja dikosongkan)*

## DAFTAR TABEL

	Halaman
<b>Tabel 2.1</b> Analisis Ragam (ANOVA) Uji Parameter .....	13
<b>Tabel 3.1</b> Kebutuhan Data Penelitian .....	19
<b>Tabel 3.2</b> Struktur Data .....	21
<b>Tabel 4.1</b> Karakteristik AKI dan Faktor-Faktor yang Diduga Mempengaruhinya .....	25
<b>Tabel 4.2</b> Nilai GCV Regresi Nonparametrik <i>Spline</i> dengan Satu Titik Knot .....	34
<b>Tabel 4.3</b> Nilai GCV Regresi Nonparametrik <i>Spline</i> dengan Dua Titik Knot .....	35
<b>Tabel 4.4</b> Nilai GCV Regresi Nonparametrik <i>Spline</i> dengan Tiga Titik Knot .....	37
<b>Tabel 4.5</b> Nilai GCV Regresi Nonparametrik <i>Spline</i> dengan Kombinasi Titik Knot.....	39
<b>Tabel 4.6</b> Nilai GCV Terkecil dari Pemodelan Tiap Knot .....	41
<b>Tabel 4.7</b> <i>Analysis of Varians</i> .....	43
<b>Tabel 4.8</b> Hasil Pengujian Signifikansi Parameter Secara Individu .....	44
<b>Tabel 4.9</b> Hasil Pengujian Statistik Uji <i>Glejser</i> .....	45

*(Halaman ini sengaja dikosongkan)*

## DAFTAR LAMPIRAN

	Halaman
<b>Lampiran 1.</b> Data Angka Kematian Ibu di Jawa Timur dan Faktor-Faktor yang Diduga Mempengaruhinya .....	67
<b>Lampiran 2.</b> Nilai GCV Beserta Nilai Titik-Titik Knot dengan Menggunakan Satu Titik Knot .....	68
<b>Lampiran 3.</b> Nilai GCV Beserta Nilai Titik-Titik Knot dengan Menggunakan Dua Titik Knot .....	69
<b>Lampiran 4.</b> Nilai GCV Beserta Nilai Titik-Titik Knot dengan Menggunakan Tiga Titik Knot.....	70
<b>Lampiran 5.</b> Nilai GCV dengan Menggunakan Kombinasi Titik Knot .....	71
<b>Lampiran 6.</b> Data Residual .....	72
<b>Lampiran 7.</b> <i>Output</i> Minitab Estimasi Parameter Regresi Nonparametrik <i>Spline</i> dengan Kombinasi Knot (3 3 3 1 3).....	73
<b>Lampiran 8.</b> <i>Output</i> Minitab Estimasi Parameter Regresi Nonparametrik <i>Spline</i> dengan Kombinasi Knot (3 3 3 2 3).....	75
<b>Lampiran 9.</b> <i>Output</i> Minitab Uji <i>Glejser</i> .....	78
<b>Lampiran 10.</b> Syntax Program R Regresi Nonparametrik <i>Spline</i> dengan Satu Titik Knot .....	79
<b>Lampiran 11.</b> Syntax Program R Regresi Nonparametrik <i>Spline</i> dengan Dua Titik Knot.....	82
<b>Lampiran 12.</b> Syntax Program R Regresi Nonparametrik <i>Spline</i> dengan Tiga Titik Knot.....	85
<b>Lampiran 13.</b> Syntax Program R Regresi Nonparametrik <i>Spline</i> dengan Kombinasi Titik Knot .....	88
<b>Lampiran 14.</b> Syntax Program R Estimasi Parameter dengan Metode OLS.....	88
<b>Lampiran 15.</b> Syntax Program R Uji <i>Glejser</i> .....	98
<b>Lampiran 16.</b> Surat Pernyataan Data.....	101

*(Halaman ini sengaja dikosongkan)*

# BAB I

## PENDAHULUAN

### 1.1 Latar Belakang

Salah satu indikator yang dapat merepresentasikan baik atau tidaknya kesehatan ibu salah satunya adalah dengan melihat Angka Kematian Ibu (AKI) di suatu daerah tertentu. AKI adalah jumlah kematian ibu yang dicatat selama masa kehamilan, persalinan, dan nifas yang disebabkan oleh kehamilan, persalinan, dan nifas, tetapi bukan yang disebabkan oleh kecelakaan atau terjatuh yang merupakan jumlah kematian ibu di setiap 100.000 kelahiran hidup. Menurut *World Health Organization* (WHO) terdapat beberapa istilah yang berbeda mengenai AKI. Istilah yang pertama adalah *maternal death* yang didefinisikan sebagai kematian yang terjadi saat masa kehamilan atau nifas tanpa memperhitungkan durasi dan tempat kehamilan, yang disebabkan atau diperburuk oleh kehamilan atau pengelolaan kehamilan tersebut, tetapi bukan disebabkan oleh kecelakaan atau kebetulan (WHO,2004). Sedangkan bagi Badan Pusat Statistik (BPS) mendefinisikan *maternal mortality ratio* sebagai angka kematian ibu per 100.000 kelahiran (BPS,2012).

Pada tahun 2007 terjadi penurunan AKI sebesar 228 kematian ibu yang sebelumnya mencapai 390 kematian ibu sejak tahun 1991. Berdasarkan hasil survei Demografi Kesehatan Indonesia (SDKI) pada tahun 2012 mengalami peningkatan yang cukup besar, yaitu mencapai 359 kematian. Sedangkan AKI yang diperoleh dari hasil Survei Antar Sensus (SUPAS) pada tahun 2015 mengalami penurunan, yaitu tercatat 305 kematian ibu per 100.000 kelahiran hidup (Profil kesehatan, kemenkes, 2016). Target *Millenium Development Goals* (MDGs) pada tahun 2015 untuk AKI adalah sebesar 102 kematian per 100.000 kelahiran hidup. MDGs adalah tujuan-tujuan yang telah disepakati dan disetujui oleh 191 negara anggota PBB untuk dapat dicapai yang terbentuk pada tahun 2015. Dengan menargetkan para pemimpin dunia untuk dapat memberantas kemiskinan, kelaparan, penyakit,

buta huruf, kerusakan lingkungan, serta diskriminasi terhadap wanita. Salah satu tujuannya adalah untuk meningkatkan kesehatan ibu dan mengurangi AKI (WHO, 2015). Setelah MDGS berakhir pada tahun 2015, terbentuk rencana tujuan pembangunan berkelanjutan yang dinamakan SDGs (Sustainable Development Goals) sebagai perubahan ke arah pembangunan yang lebih baik. Apabila pada MDGs target AKI sebesar 102, SDGs memiliki target untuk mengurangi AKI mencapai 70 kematian setiap 100.000 kelahiran hidup (Ermalena, 2017).

Menurut laporan WHO, kematian ibu umumnya terjadi akibat komplikasi saat masa kehamilan dan nifas. Adapun jenis-jenis komplikasi yang menyebabkan 75% dari total kasus kematian ibu adalah mengalami pendarahan, infeksi, tekanan darah tinggi pada masa kehamilan, komplikasi persalinan, dan aborsi dengan cara yang tidak benar dan tidak aman (WHO, 2014). Berdasarkan data dari Pusat Kesehatan dan Informasi Kementerian Kesehatan Indonesia penyebab utama kasus kematian ibu sejak tahun 2010 sampai dengan 2013 adalah 30,3% karena mengalami pendarahan, dan 27,1% karena mengalami hipertensi. Apabila para ibu mendapatkan perawatan medis dan fasilitas kesehatan yang baik dan tepat, maka hal ini tidak akan terjadi (Kemenkes, 2015). Sedangkan faktor-faktor lain yang dapat menyebabkan kematian ibu menurut Mochtar (1998) adalah usia ibu saat kehamilan, paritas, pelayanan kesehatan, *antenatal care*, penolong tenaga kerja kesehatan, sarana dan prasarana, serta sosial, ekonomi, dan budaya.

Melalui Kementerian Kesehatan Indonesia, pemerintah meluncurkan sebuah program yang bernama *Safe Motherhood Initiative* sejak 1990 sebagai bentuk suatu upaya untuk menurunkan AKI. Program tersebut dapat memastikan semua wanita mendapatkan perawatan yang dibutuhkan sehingga selamat dan sehat selama masa kehamilan, persalinan, maupun nifas. Kemudian upaya tersebut dilanjutkan dengan program Gerakan Sayang Ibu oleh Presiden Republik Indonesia pada tahun 1996. Salah satu program utama yang ditujukan untuk mengatasi AKI

yaitu penempatan bidan di tingkat desa secara besar-besaran yang bertujuan untuk mendekatkan akses pelayanan kesehatan ibu dan bayi yang baru lahir ke masyarakat. Namun, berdasarkan Profil Kesehatan Indonesia, pada tahun 2015 AKI masih jauh lebih besar dibandingkan dengan target MDGs, sehingga perlu dilakukan penelitian lebih lanjut mengenai AKI dengan tujuan untuk mengurangi AKI hingga mencapai target yang telah ditentukan pada SDGs.

Terdapat beberapa penelitian yang membicarakan mengenai AKI, diantaranya adalah Mutfi (2018) yang hasil penelitiannya menunjukkan bahwa persentase rumah tangga ber-PHBS dan persentase penanganan komplikasi kebidanan berpengaruh signifikan terhadap jumlah kematian ibu di kabupaten/kota Jawa Timur. Qomariyah (2013) yang penelitiannya menunjukkan bahwa kunjungan ibu hamil K1, persentase ibu nifas yang mendapat pelayanan kesehatan, persentase Puskesmas yang melakukan kegiatan pelayanan antenatal terintegrasi, dan persentase Puskesmas memiliki pedoman pencegahan dan penanganan malaria pada ibu hamil berpengaruh signifikan terhadap jumlah kematian ibu. Penelitian yang dilakukan oleh Dedi, dkk (2017) menunjukkan bahwa persentase ibu hamil yang melaksanakan program K4, persentase ibu hamil beresiko tinggi komplikasi yang ditangani, persentase ibu hamil yang mendapatkan tablet Fe3, dan persentase pertolongan persalinan oleh tenaga kesehatan terlatih berpengaruh signifikan terhadap AKI. Penelitian yang lain mengenai jumlah angka kematian ibu adalah penelitian yang dilakukan oleh Wulandari (2015) yang menunjukkan bahwa rasio paramedis terhadap jumlah penduduk berpengaruh signifikan terhadap jumlah kematian ibu. Sedangkan penelitian yang dilakukan oleh Maudi dan Purhadi (2017) menunjukkan bahwa persentase persalinan oleh tenaga kesehatan dan persentase rumah tangga ber-PHBS berpengaruh signifikan terhadap jumlah kematian ibu.

Pada penelitian ini bertujuan untuk mengetahui hubungan antara AKI setiap kabupaten/kota di Jawa Timur pada tahun 2016

dengan faktor-faktor yang diduga mempengaruhinya diantaranya adalah persentase rumah tangga ber-PHBS, persentase penanganan komplikasi kebidanan, persentase kunjungan ibu hamil, persentase rumah tangga menerima bantuan tunai, dan rasio puskesmas dan rumah sakit. Menggunakan data Jawa Timur karena Provinsi Jawa Timur adalah salah satu dari sembilan provinsi yang memiliki AKI terbesar di Indonesia berdasarkan SDKI tahun 2013 (Kemenkes Jatim, 2016). Salah satu metode yang berfungsi untuk mengetahui model hubungan antara variabel respon dan variabel prediktor adalah metode regresi. Metode regresi yang digunakan adalah regresi nonparametrik *Spline Truncated*, karena mampu mengestimasi data yang tidak memiliki pola tertentu dan memiliki kecenderungan dalam mencari estimasi data dari pola yang tidak terbentuk secara acak. Pada penelitian ini, pola yang didapatkan dari korelasi antara data Angka Kematian Ibu dengan masing-masing variabel prediktornya tidak membentuk pola tertentu, sehingga metode yang akan digunakan sesuai. Diharapkan dengan penelitian ini mampu memberikan rekomendasi kebijakan kepada pemerintah dalam rangka menekan AKI di Provinsi Jawa Timur.

## **1.2 Rumusan Masalah**

Berdasarkan latar belakang yang telah diuraikan, permasalahan yang akan dibahas dalam penelitian ini adalah sebagai berikut.

1. Bagaimana karakteristik AKI dan faktor-faktor yang diduga mempengaruhinya di setiap kabupaten/kota di Jawa Timur?
2. Bagaimana pemodelan AKI di kabupaten./kota Jawa Timur dengan menggunakan metode Regresi Nonparametrik *Spline Truncated*?

## **1.3 Tujuan**

Berdasarkan rumusan masalah yang telah ditentukan, tujuan yang ingin dicapai dalam penelitian ini adalah sebagai berikut.

1. Menganalisis karakteristik AKI dan faktor-faktor yang diduga mempengaruhinya di kabupaten/kota Jawa Timur.

2. Memodelkan AKI di kabupaten/kota Jawa Timur dengan menggunakan metode Regresi Nonparametrik *Spline Truncated*.

#### **1.4 Manfaat**

Berdasarkan rumusan masalah dan tujuan penelitian ini, manfaat yang diharapkan dari penelitian ini adalah sebagai berikut.

1. Memberikan informasi serta pengetahuan baru mengenai penerapan metode Regresi Nonparametrik *Spline Truncated* untuk mengetahui pemodelan faktor-faktor penyebab AKI di kabupaten/kota Jawa Timur.
2. Memberikan rekomendasi kepada Kementrian Kesehatan dalam rangka menentukan kebijakan yang tepat guna mengurangi AKI di kabupaten/kota Jawa Timur.

#### **1.5 Batasan Masalah**

Berdasarkan perumusan masalah yang diperoleh, maka batasan masalah pada penelitian ini yaitu data yang digunakan merupakan data AKI pada tahun 2016 di Provinsi Jawa Timur. Titik knot yang digunakan adalah 1 titik knot, 2 titik knot, 3 titik knot, dan kombinasinya.

*(Halaman ini sengaja dikosongkan)*

## BAB II TINJAUAN PUSTAKA

### 2.1 Statistika Deskriptif

Statistika deskriptif adalah salah satu metode statistika yang berkaitan dengan pengumpulan dan penyajian suatu gugus data sehingga memberikan informasi yang berguna. Statistika deskriptif hanya memberikan informasi mengenai data yang dipunyai dan sama sekali tidak menarik inferensia atau kesimpulan apapun. Dengan Statistika deskriptif, kumpulan data yang diperoleh akan tersaji dengan ringkas dan rapi serta dapat memberikan informasi inti dari kumpulan data yang ada. Informasi yang dapat diperoleh dari statistika deskriptif ini antara lain ukuran pemusatan data dan ukuran penyebaran data (Walpole, 1993). Selain itu juga statistika deskriptif bisa disajikan dalam bentuk tabel, diagram batang, histogram, *scatter plot* sehingga informasi yang disampaikan akan lebih mudah dipahami oleh pembaca.

#### 2.1.1 Ukuran Pemusatan Data

Menganalisis data kuantitatif dimulai dengan menjelaskan karakteristik data. Penjelasan tersebut didapatkan dari pendefinisian ukuran-ukuran numerik yang dihitung dari pusat data tersebut. Ukuran pemusatan data dapat berupa *mean* (rata-rata) dan median.

a. *Mean* (Rata-rata)

*Mean* adalah jumlah nilai pada data dibagi dengan banyaknya data tersebut. Rumus yang digunakan untuk menghitung *mean* data tidak berkelompok adalah sebagai berikut.

$$\bar{x} = \frac{\sum_{i=1}^n x_i}{n} \quad (2.1)$$

Keterangan:

$\bar{x}$  : Rata-rata

$x_i$  : Data ke-i

$n$  : Banyaknya data

b. Median

Pada data tunggal, pencarian nilai median dilakukan dengan cara mengurutkan data dari nilai terkecil ke nilai terbesar. Kemudian nilai tengah data yang telah diurutkan itu merupakan nilai median. Berikut adalah persamaan median saat data genap dan ganjil yang ditunjukkan pada Persamaan (2.2) dan (2.3).

$$Median = x_{\left(\frac{n+1}{2}\right)} \quad (\text{apabila } n \text{ ganjil}) \quad (2.2)$$

$$Median = \frac{\left( x_{\frac{n}{2}} + x_{\frac{n}{2}+1} \right)}{2} \quad (\text{apabila } n \text{ genap}) \quad (2.3)$$

Keterangan:

$n$  : Banyaknya data

### 2.1.2 Ukuran Penyebaran Data

Ukuran penyebaran data digunakan untuk menentukan seberapa besar nilai-nilai data berbeda atau bervariasi dengan nilai pusatnya. Ukuran penyebaran data antara lain jangkauan (*range*) dan variasi (Walpole, 1993).

a. Jangkauan (*Range*)

Jangkauan (*range*) adalah selisih nilai terbesar suatu data dengan nilai terkecilnya.

$$R = x_{maks} - x_{min} \quad (2.4)$$

Keterangan:

$R$  : *Range*

$x_{maks}$  : Nilai  $X$  maksimum

$x_{min}$  : Nilai  $X$  minimum

b. Variasi

Variasi (varians) adalah suatu ukuran penyebaran data yang dapat menggambarkan bagaimana berpencahnya suatu data kuantitatif.

$$s^2 = \frac{\sum_{i=1}^n (x_i - \bar{x})^2}{n-1} \quad (2.5)$$

Keterangan:

$s^2$  : Variasi sampel

## 2.2 Analisis Regresi

Analisis regresi adalah salah satu analisis Statistika yang bertujuan untuk menunjukkan hubungan matematis antara variabel respon dengan variabel prediktor (Gujarati, 2004). Untuk menunjukkan apakah pola hubungan membentuk pola linier, kuadratik, kubik maupun tidak berbentuk pola atau acak dapat menggunakan *scatterplot* dengan melihat bentuk polanya. Terdapat tiga pendekatan dalam pencarian pola hubungan pada analisis regresi, yaitu pendekatan regresi parametrik jika pada *scatterplot* membentuk suatu pola, pendekatan regresi nonparametrik jika pada *scatterplot* tidak membentuk suatu pola apapun, serta pendekatan regresi semiparametrik jika pada *scatterplot* ada variabel yang membentuk suatu pola dan ada yang tidak membentuk suatu pola apapun. Analisis regresi juga dapat digunakan untuk *forecasting* atau peramalan.

## 2.3 Regresi Nonparametrik

Regresi nonparametrik adalah salah satu metode yang digunakan untuk mengetahui pola hubungan antara variabel respon dan prediktor dimana fungsi dari kurva regresi tidak diketahui. Model regresi nonparametrik (Eubank, 1988) secara umum dapat ditunjukkan pada Persamaan (2.6) seperti berikut.

$$y_i = f(x_i) + \varepsilon_i, \quad i = 1, 2, \dots, n \quad (2.6)$$

Pendekatan nonparametrik digunakan untuk mengestimasi kurva regresi karena model tidak ditentukan terlebih dahulu seperti

pada regresi parametrik. Dalam pandangan regresi nonparametrik data diharapkan mencari sendiri kurva regresi tanpa dipengaruhi oleh faktor subyektifitas peneliti.

#### 2.4 Regresi Nonparametrik *Spline Truncated*

Salah satu model regresi nonparametrik yang digunakan adalah *Spline*. *Spline* merupakan polinomial tersegmen yang memiliki sifat fleksibilitas. *Spline* sangat tergantung pada titik knots. Titik knots merupakan titik perpaduan bersama dimana terjadi pola perubahan perilaku dari suatu fungsi pada selang yang berbeda (Hardle,1990). Secara umum fungsi  $G$  dalam ruang *Spline* berorde  $m$  dengan titik knots  $k_1, k_2, \dots, k_j$  adalah sembarang fungsi yang dapat dinyatakan pada Persamaan (2.7) seperti berikut.

$$G(x_i) = \sum_{j=0}^m \beta_j x_i^j + \sum_{k=1}^j \beta_{k+m} (x_i - K_k)_+^m \quad (2.7)$$

dengan,

$$(x_i - K_k)_+^m = \begin{cases} (x_i - K_k)^m, & x_i \geq K_k \\ 0 & , x_i < K_k \end{cases} \quad (2.8)$$

$\beta$  merupakan parameter-parameter model dengan  $m$  merupakan orde *Spline* (Budiantara,2001).

#### 2.5 Estimasi Parameter

Salah satu metode yang dapat digunakan untuk mengestimasi parameter model regresi nonparametrik spline adalah *Ordinary Least Square* (OLS). Metode OLS mengestimasi parameter model regresi dengan meminimumkan jumlah kuadrat residual. Berikut merupakan bentuk penyajian matriks dari model regresi nonparametrik spline linear dengan  $r$  knot dan univariabel prediktor yang ditunjukkan pada persamaan (2.9)

$$\underline{\mathbf{y}} = \underline{\mathbf{X}}\underline{\boldsymbol{\beta}} + \underline{\boldsymbol{\varepsilon}} \quad (2.9)$$

dimana

$$\tilde{\mathbf{y}} = \begin{bmatrix} y_1 \\ y_2 \\ \vdots \\ y_n \end{bmatrix}, \mathbf{X} = \begin{pmatrix} 1 & x_1 & (x_1 - k_1)_+^1 & \cdots & (x_1 - k_r)_+^1 \\ 1 & x_2 & (x_2 - k_1)_+^1 & \cdots & (x_2 - k_r)_+^1 \\ \vdots & \vdots & \vdots & \ddots & \vdots \\ 1 & x_n & (x_n - k_1)_+^1 & \cdots & (x_n - k_r)_+^1 \end{pmatrix}, \tilde{\boldsymbol{\beta}} = \begin{pmatrix} \beta_1 \\ \beta_2 \\ \vdots \\ \beta_r \end{pmatrix}, \boldsymbol{\varepsilon} = \begin{pmatrix} \varepsilon_1 \\ \varepsilon_2 \\ \vdots \\ \varepsilon_n \end{pmatrix}$$

Berdasarkan persamaan (2.9), persamaan residual dapat ditulis seperti persamaan (2.10) berikut.

$$\boldsymbol{\varepsilon} = \tilde{\mathbf{y}} - \mathbf{X}\tilde{\boldsymbol{\beta}} \quad (2.10)$$

Jumlah kuadrat residual dalam bentuk matriks dapat ditulis seperti persamaan (2.11) sebagai berikut.

$$\begin{aligned} \sum_{i=1}^n \varepsilon_i^2 &= \boldsymbol{\varepsilon}'\boldsymbol{\varepsilon} \\ &= (\tilde{\mathbf{y}} - \mathbf{X}\tilde{\boldsymbol{\beta}})'(\tilde{\mathbf{y}} - \mathbf{X}\tilde{\boldsymbol{\beta}}) \\ &= \tilde{\mathbf{y}}'\tilde{\mathbf{y}} - \tilde{\mathbf{y}}'\mathbf{X}\tilde{\boldsymbol{\beta}} - \tilde{\boldsymbol{\beta}}'\mathbf{X}'\tilde{\mathbf{y}} + \tilde{\boldsymbol{\beta}}'\mathbf{X}'\mathbf{X}\tilde{\boldsymbol{\beta}} \\ &= \tilde{\mathbf{y}}'\tilde{\mathbf{y}} - 2\tilde{\boldsymbol{\beta}}'\mathbf{X}'\tilde{\mathbf{y}} + \tilde{\boldsymbol{\beta}}'\mathbf{X}'\mathbf{X}\tilde{\boldsymbol{\beta}} \end{aligned} \quad (2.11)$$

Agar nilai  $\boldsymbol{\varepsilon}'\boldsymbol{\varepsilon}$  yang didapatkan minimum, maka turunan pertama terhadap  $\tilde{\boldsymbol{\beta}}$  harus sama dengan nol.

$$\frac{\partial(\boldsymbol{\varepsilon}'\boldsymbol{\varepsilon})}{\partial\tilde{\boldsymbol{\beta}}} = 0 \quad (2.12)$$

Dari turunan pertama dari persamaan (2.12) mendapatkan nilai  $\tilde{\boldsymbol{\beta}}$  yang ditunjukkan pada persamaan (2.13) berikut.

$$\begin{aligned} -2\mathbf{X}'\tilde{\mathbf{y}} + 2\mathbf{X}'\mathbf{X}\hat{\tilde{\boldsymbol{\beta}}} &= 0 \\ \mathbf{X}'\mathbf{X}\hat{\tilde{\boldsymbol{\beta}}} &= \mathbf{X}'\tilde{\mathbf{y}} \\ (\mathbf{X}'\mathbf{X})^{-1}(\mathbf{X}'\mathbf{X})\hat{\tilde{\boldsymbol{\beta}}} &= (\mathbf{X}'\mathbf{X})^{-1}\mathbf{X}'\tilde{\mathbf{y}} \\ \hat{\tilde{\boldsymbol{\beta}}} &= (\mathbf{X}'\mathbf{X})^{-1}\mathbf{X}'\tilde{\mathbf{y}} \end{aligned} \quad (2.13)$$

## 2.6 Pemilihan Titik Knot Optimum

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) (Hardle, 1990). Metode GCV mempunyai sifat optimal asimtotik yang artinya dapat digunakan untuk sampel besar. Sifat optimal asimtotik ini tidak dimiliki oleh metode lain, misalnya *Cross Validation* (CV) (Wahba, 1990). Selain itu juga mempunyai sifat invarian terhadap transformasi yang artinya data dapat ditransformasi jika asumsi residual tidak terpenuhi. Model regresi spline terbaik diperoleh dari titik knot optimal dengan melihat nilai GCV terkecil. Metode GCV dapat dituliskan seperti persamaan (2.14) berikut (Eubank, 1988).

$$GCV(k) = \frac{MSE(k)}{[n^{-1}trace(\mathbf{I} - \mathbf{A})]^2} \quad (2.14)$$

dimana  $\mathbf{I}$  adalah matriks identitas,  $n$  merupakan banyak pengamatan,  $k = (k_1, k_2, \dots, k_r)$  merupakan titik-titik knot, dan

$$MSE(k) = n^{-1} \sum_{i=1}^n (y_i - \hat{f}(x_i))^2 \quad (2.15)$$

## 2.7 Pengujian Kelayakan Model Regresi

Pengujian parameter dilakukan untuk mengetahui apakah suatu variabel memberikan pengaruh secara signifikan terhadap model. Pengujian parameter dapat dilakukan secara serentak dan individu (parsial) dengan penjelasan pada 2.7.1 dan 2.7.2 sebagai berikut.

### 2.7.1 Uji Serentak

Uji serentak adalah uji signifikansi model secara keseluruhan atau untuk mengetahui apakah semua variabel prediktor yang dimasukkan ke dalam model memberikan pengaruh

secara bersama-sama. Uji serentak dapat dilakukan menggunakan tabel Anova seperti terlihat pada Tabel 2.1 sebagai berikut.

**Tabel 2.1** Analisis Ragam (ANOVA) Uji Parameter

Sumber Variasi	Df	Sum of Square (SS)	Mean Square (MS)	F <sub>hitung</sub>
Regresi	$p+r$	$\sum_{i=1}^n (\hat{y}_i - \bar{y})^2$	$\frac{SS_{regresi}}{df_{regresi}}$	$\frac{MS_{regresi}}{MS_{residual}}$
Error	$n-(p+r)-1$	$\sum_{i=1}^n (y_i - \hat{y}_i)^2$	$\frac{SS_{error}}{df_{error}}$	
Total	$n-1$	$\sum_{i=1}^n (y_i - \bar{y})^2$		

Hipotesis yang digunakan untuk pengujian secara serentak adalah sebagai berikut.

$$H_0 : \beta_1 = \dots = \beta_{p+r} = 0$$

$$H_1 : \text{minimal terdapat satu } \beta_j \neq 0, j = 1, 2, \dots, p+r$$

Dimana  $p$  adalah jumlah variabel prediktor dan  $r$  adalah jumlah titik knot statistik uji yang digunakan dapat dilihat pada persamaan (2.16) sebagai berikut.

$$F_{hitung} = \frac{MS_{regresi}}{MS_{residual}} \quad (2.16)$$

Daerah penolakan, tolak  $H_0$  jika  $F_{hitung} > F_{\alpha; (p+r, n-(p+r)-1)}$  (Draper & Smith, 1992).

### 2.7.2 Uji Parsial

Uji parsial adalah uji signifikansi masing-masing variabel prediktor secara individual. Hipotesis yang digunakan dalam uji individu adalah sebagai berikut.

$$H_0 : \beta_j = 0$$

$$H_1 : \beta_j \neq 0, j = 1, 2, \dots, p+r$$

Statistik uji yang digunakan ditunjukkan pada persamaan (2.17) sebagai berikut.

$$t_{hitung} = \frac{\hat{\beta}_j}{SE(\hat{\beta}_j)} \quad (2.17)$$

dimana  $SE(\hat{\beta}_j)$  adalah standar error dari  $(\hat{\beta}_j)$ . Daerah penolakan yaitu tolak  $H_0$  jika  $|t_{hitung}| > t_{\frac{\alpha}{2}; (n-(p+r)-1)}$  atau tolak  $H_0$  jika  $p_{value} < \alpha$  yang berarti bahwa parameter berpengaruh secara signifikan terhadap model (Draper & Smith, 1992).

## 2.8 Koefisien Determinasi

Koefisien determinasi merupakan kuantitas yang dapat menjelaskan sumbangan variabel prediktor terhadap variabel respon. Semakin tinggi nilai  $R^2$  yang dihasilkan suatu model, maka semakin baik pula variabel-variabel prediktor dalam model tersebut dalam menjelaskan variabilitas variabel respon (Draper & Smith, 1992). Rumus untuk menghitung  $R^2$  yang ditampilkan dalam persamaan (2.18) seperti berikut.

$$R^2 = \frac{SS_{Regressi}}{SS_{total}} = \frac{\sum_{i=1}^n (\hat{y}_i - \bar{y})^2}{\sum_{i=1}^n (y_i - \bar{y})^2} \quad (2.18)$$

Selain itu, pemilihan model juga akan memperhatikan jumlah parameter yang digunakan dalam model tersebut. Hal ini dijelaskan oleh prinsip parsimoni, dimana suatu model regresi yang baik adalah model regresi dengan jumlah parameter yang sesedikit mungkin tetapi mempunyai  $R^2$  yang cukup tinggi.

## 2.9 Pengujian Asumsi Residual Model Regresi

Pengujian asumsi residual (*goodness of fit*) model regresi paling populer karena mudah digunakan. Residual yang dihasilkan harus memenuhi asumsi. Terdapat tiga asumsi yang harus dipenuhi yaitu identik, independen, dan berdistribusi normal.

### 2.9.1 Asumsi Identik

Asumsi identik (homoskedastisitas) berarti bahwa varians pada residual sama atau identik. Kebalikannya adalah kasus heteroskedastisitas, yaitu jika kondisi varians *residual* tidak identik (Gujarati, 2003).

$$\text{var}(y_i) = \text{var}(\varepsilon_i) = \sigma^2 ; i = 1, 2, \dots, n \quad (2.19)$$

Uji identik dapat menggunakan uji Glejser. Hipotesis yang digunakan adalah sebagai berikut.

$$H_0 : \sigma_1^2 = \sigma_2^2 = \dots = \sigma_n^2 = \sigma^2$$

$$H_1 : \text{Minimal ada satu } \sigma_i^2 \neq \sigma^2 ; i = 1, 2, \dots, n$$

Statistik uji yang digunakan adalah seperti Persamaan (2.20) berikut.

$$F_{hitung} = \frac{\sum_{i=1}^n (|\varepsilon_i| - |\bar{\varepsilon}|)^2}{\sum_{i=1}^n (|\varepsilon_i| - |\hat{\varepsilon}_i|)^2} \quad (2.20)$$

$$n - v - 1$$

dimana nilai  $v$  adalah banyaknya parameter model Glejser dan untuk model regresi nonparametrik *Spline Truncated* seperti persamaan (2.7) dan nilai  $v = p + r$ .

Jika  $F_{hitung} > F_{\alpha; (v, n-v-1)}$  atau  $p\text{-value} < \alpha$  maka keputusannya tolak  $H_0$  yang berarti bahwa terindikasi terdapat kasus heteroskedastisitas dan sebaliknya, jika  $F_{hitung} < F_{\alpha; (v, n-v-1)}$  atau  $p\text{-value} > \alpha$  maka keputusannya adalah gagal tolak  $H_0$  yang berarti bahwa terindikasi tidak terdapat kasus heteroskedastisitas.

### 2.9.2 Asumsi Independen (Uji Autokorelasi)

Asumsi independen merupakan asumsi dari model regresi yang mengharuskan tidak terdapat korelasi antar residual. Uji yang digunakan untuk mendeteksi kasus autokorelasi adalah uji *Durbin-*

*Watson* (Draper & Smith, 1992). Hipotesis yang digunakan adalah sebagai berikut.

$H_0 : \rho = 0$  (tidak terjadi autokorelasi)

$H_1 : \rho \neq 0$  (terjadi autokorelasi)

Statistik uji yang digunakan ditunjukkan pada persamaan (2.21) sebagai berikut.

$$d = \frac{\sum_{i=1}^n (e_i - e_{i-1})^2}{\sum_{i=1}^n e_i^2} \quad (2.21)$$

Langkah selanjutnya adalah membandingkan hasil statistik uji dengan tabel Dubin Watson (DW). Tabel DW terdiri atas batas bawah ( $d_L$ ) dan batas atas ( $d_U$ ). Berikut beberapa keputusan setelah membandingkan dengan tabel DW.

$d < d_L$  : tolak  $H_0$

$d > 4 - d_L$  : tolak  $H_0$

$d_U < d < 4 - d_L$ : terima  $H_0$

$d_L \leq d \leq d_U$  dan  $4 - d_U \leq d \leq 4 - d_L$  : Pengujian tidak meyakinkan

### 2.9.3 Uji Normalitas *Kolmogorov-Smirnov*

Uji *Kolmogorov-Smirnov* bertujuan untuk mengetahui apakah suatu data telah mengikuti suatu distribusi tertentu.

Hipotesis yang digunakan :

$H_0 : F_n(\varepsilon) = F_0(\varepsilon)$

$H_0 : F_n(\varepsilon) \neq F_0(\varepsilon)$

atau

$H_0$  : residual berdistribusi normal

$H_1$  : residual tidak berdistribusi normal

Statistik uji :

$$D = \text{Sup}_{\varepsilon} |F_n(\varepsilon) - F_0(\varepsilon)| \quad (2.22)$$

Tolak  $H_0$  apabila  $D > D_\alpha$ .

$D_\alpha$  adalah nilai kritis untuk uji *Kolmogorov Smirnov* satu sampel, diperoleh dari tabel *Kolmogorov Smirnov* satu sampel,  $F_n(\varepsilon)$  adalah nilai peluang kumulatif (fungsi distribusi kumulatif) berdasarkan data sampel,  $F_0(\varepsilon)$  adalah nilai peluang kumulatif (fungsi distribusi kumulatif) dibawah  $H_0$ .

## 2.10 Angka Kematian Ibu

AKI adalah jumlah kematian ibu yang dicatat selama masa kehamilan, persalinan, dan nifas yang disebabkan oleh kehamilan, persalinan, dan nifas atau pengelolaannya, tetapi bukan yang disebabkan oleh kecelakaan atau terjatuh yang merupakan jumlah kematian ibu di setiap 100.000 kelahiran. Menurut *World Health Organization* (WHO) terdapat beberapa istilah yang berbeda mengenai AKI. Istilah yang pertama adalah *maternal death* yang didefinisikan sebagai kematian yang terjadi saat masa kehamilan atau nifas tanpa memperhitungkan durasi dan tempat kehamilan, yang disebabkan atau diperburuk oleh kehamilan atau pengelolaan kehamilan tersebut, tetapi bukan disebabkan oleh kecelakaan atau kebetulan (WHO,2004). Sedangkan bagi Badan Pusat Statistik (BPS) mendefinisikan *maternal mortality ratio* sebagai angka kematian ibu per 100.000 kelahiran hidup (BPS,2012). Faktor-faktor yang dapat menyebabkan kematian ibu menurut Mochtar (1998) adalah usia ibu saat kehamilan, paritas, pelayanan kesehatan, *antenatal care*, penolong, sarana dan prasarana, serta sosial, ekonomi, dan budaya. Berikut adalah rumus untuk mendapatkan Angka Kematian Ibu yang ditampilkan pada persamaan (2.23).

$$AKI = \frac{\text{Jumlah Kematian Ibu}}{\text{Jumlah Kelahiran Hidup}} \times 100000 \quad (2.23)$$

*(Halaman ini sengaja dikosongkan)*

## **BAB III**

### **METODOLOGI PENELITIAN**

#### **3.1 Sumber Data**

Data yang digunakan dalam penelitian ini adalah data sekunder yang diperoleh dari Profil Kesehatan Provinsi Jawa Timur tahun 2016 yang dipublikasikan oleh Dinas Kesehatan Jawa Timur serta terdapat data sekunder yang diperoleh dari Badan Pusat Statistik. Unit penelitian yang digunakan yaitu kabupaten/kota di Jawa Timur dengan jumlah pengamatan sebanyak 38 yang terdiri dari 9 kota dan 29 kabupaten pada tahun 2016.

#### **3.2 Variabel Penelitian dan Definisi Operasional**

Variabel yang digunakan dalam penelitian ini ditampilkan pada Tabel 3.1 berikut.

**Tabel 3.1** Kebutuhan Data Penelitian

<b>Variabel</b>	<b>Nama Variabel</b>
$y$	Angka Kematian Ibu
$x_1$	Persentase rumah tangga ber-PHBS
$x_2$	Persentase penanganan komplikasi kebidanan
$x_3$	Persentase kunjungan ibu hamil
$x_4$	Persentase rumah tangga menerima bantuan tunai
$x_5$	Rasio puskesmas dan rumah sakit

Berikut adalah definisi operasional dari masing-masing variabel yang digunakan dalam penelitian ini.

1. Angka kematian ibu yaitu jumlah kematian ibu selama masa kehamilan, persalinan, dan nifas atau pengelolaannya, tetapi bukan yang disebabkan karena kecelakaan ataupun terjatuh setiap 100.000 kelahiran hidup.
2. Persentase rumah tangga ber-PHBS yaitu persentase rumah tangga yang melaksanakan 10 indikator PHBS (Perilaku Hidup Bersih dan Sehat). Indikator PHBS yang dimaksud antara lain
  - a) Persalinan ditolong oleh tenaga kesehatan

- b) Memberi ASI eksklusif
  - c) Menimbang bayi dan balita
  - d) Menggunakan air bersih
  - e) Mencuci tangan dengan air bersih dan sabun
  - f) Menggunakan jamban sehat
  - g) Memberantas jentik di rumah
  - h) Makan buah dan sayur setiap hari melakukan aktivitas fisik setiap hari
  - i) Tidak merokok di dalam rumah
3. Persentase penanganan komplikasi kebidanan yaitu persentase penanganan komplikasi kebidanan pada perkiraan ibu hamil yang mengalami komplikasi kebidanan. Penanganan komplikasi kebidanan adalah pelayanan kepada ibu dengan komplikasi kebidanan untuk mendapat penanganan definitif sesuai standar oleh tenaga kesehatan kompeten pada tingkat pelayanan dasar dan rujukan.
  4. Persentase kunjungan ibu hamil (K4) yaitu persentase ibu hamil yang mendapatkan pelayanan antenatal minimal empat kali (satu kali pada trimester pertama, satu kali pada trimester kedua, dan dua kali pada trimester ketiga umur kehamilan).
  5. Persentase rumah tangga yang menerima bantuan tunai yaitu persentase rumah tangga di Jawa Timur berdasarkan kabupaten/kota yang menerima bantuan tunai terkait pengurangan subsidi BBM dalam 6 bulan terakhir dimana termasuk dari Program Keluarga Harapan (PKH) yang diberikan kepada rumah tangga sangat miskin.
  6. Rasio puskesmas dan rumah sakit yaitu rasio puskesmas dan rumah sakit setiap 100.000 penduduk wanita.

### **3.3 Struktur Data**

Struktur data yang digunakan dalam penelitian ini ditunjukkan pada Tabel 3.2. Struktur data yang digunakan sesuai dengan jumlah variabel yang digunakan, yaitu satu variabel respon dan lima variabel prediktor. Sedangkan jumlah kabupaten/kota di Jawa Timur sebanyak 38 kabupaten/kota.

**Tabel 3.2** Struktur Data Penelitian

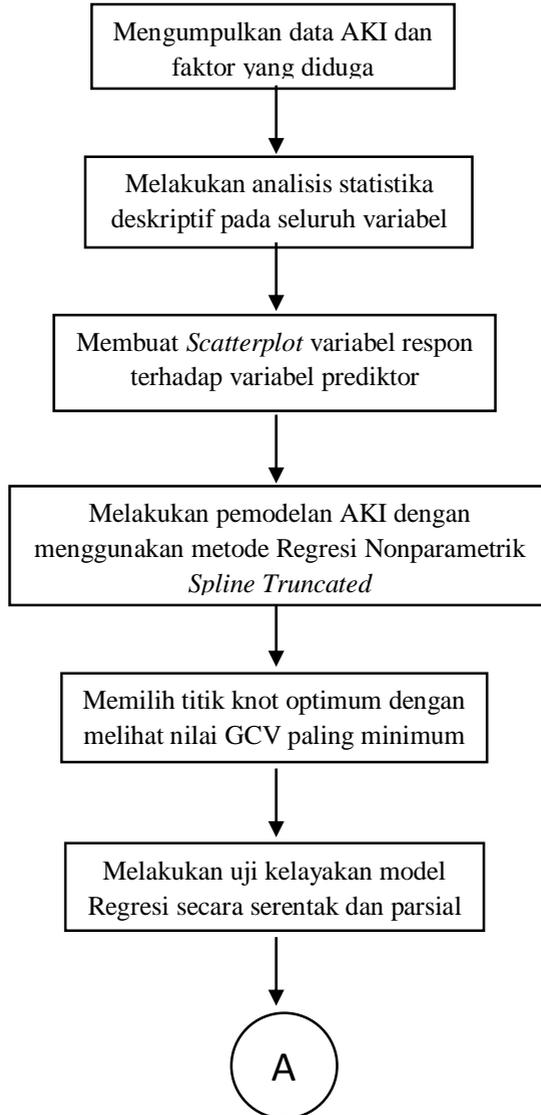
<b>Kab/Kota</b>	<b>y</b>	<b>x<sub>1</sub></b>	<b>x<sub>2</sub></b>	<b>x<sub>3</sub></b>	<b>x<sub>4</sub></b>	<b>x<sub>5</sub></b>
1	$y_1$	$x_{1,1}$	$x_{2,1}$	$x_{3,1}$	$x_{4,1}$	$x_{5,1}$
2	$y_2$	$x_{1,2}$	$x_{2,2}$	$x_{3,2}$	$x_{4,2}$	$x_{5,2}$
3	$y_3$	$x_{1,3}$	$x_{2,3}$	$x_{3,3}$	$x_{4,3}$	$x_{5,3}$
⋮	⋮	⋮	⋮	⋮	⋮	⋮
38	$y_{38}$	$x_{1,38}$	$x_{2,38}$	$x_{3,38}$	$x_{4,38}$	$x_{5,38}$

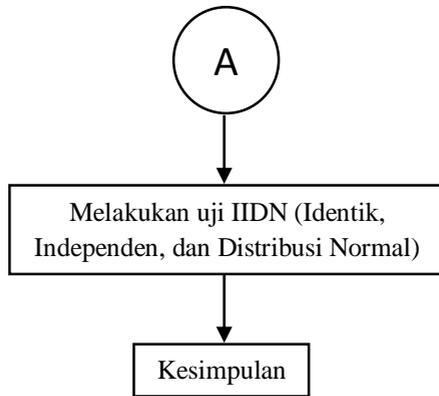
### 3.4 Langkah Penelitian

Metode yang digunakan pada penelitian ini adalah Regresi Nonparametrik *Spline Truncated*. Berikut adalah langkah-langkah analisis yang digunakan dalam melakukan penelitian ini sesuai dengan tujuan penelitian.

1. Menganalisis karakteristik AKI di kabupaten/kota Jawa Timur.
  - i. Mendeskripsikan AKI setiap kabupaten/kota di Jawa Timur dan faktor-faktor yang diduga mempengaruhinya.
  - ii. Membuat *scatter plot* antara variabel respon dengan masing-masing variabel prediktor untuk mengetahui pola hubungan yang terjadi.
2. Memodelkan AKI di kabupaten/kota Jawa Timur dengan menggunakan metode Regresi Nonparametrik *Spline Truncated*.
  - i. Memilih titik knot optimal berdasarkan nilai GCV yang paling minimum.
  - ii. Mendapatkan model regresi spline terbaik dengan titik knot optimal.
  - iii. Melakukan uji signifikansi parameter secara serentak dan parsial.
  - iv. Melakukan uji asumsi residual identik, independen, dan berdistribusi normal (IIDN) dari model regresi spline.
  - v. Membuat interpretasi model dan menarik kesimpulan.

### 3.5 Diagram Alir





**Gambar 3.1** Diagram Alir

*(Halaman ini sengaja dikosongkan)*

## BAB IV ANALISIS DAN PEMBAHASAN

Pada bab analisis dan pembahasan akan dilakukan eksplorasi data terlebih dahulu mengenai data Angka Kematian Ibu (AKI) dan masing-masing faktor yang mempengaruhinya untuk mengetahui karakteristik dari data tersebut. Karakteristik dari data yang ingin diketahui meliputi statistika deskriptif dan variabel yang akan digunakan. Untuk mengetahui hubungan antara variabel AKI dengan masing-masing faktor yang diduga mempengaruhinya akan menggunakan *scatterplot* secara visual serta memodelkannya dengan regresi nonparametrik *spline* menggunakan fungsi *spline* linear satu knot, dua knot, tiga knot, dan kombinasi knot.

### 4.1 Karakteristik Data Angka Kematian Ibu (AKI) dan Faktor-Faktor yang Diduga Mempengaruhinya

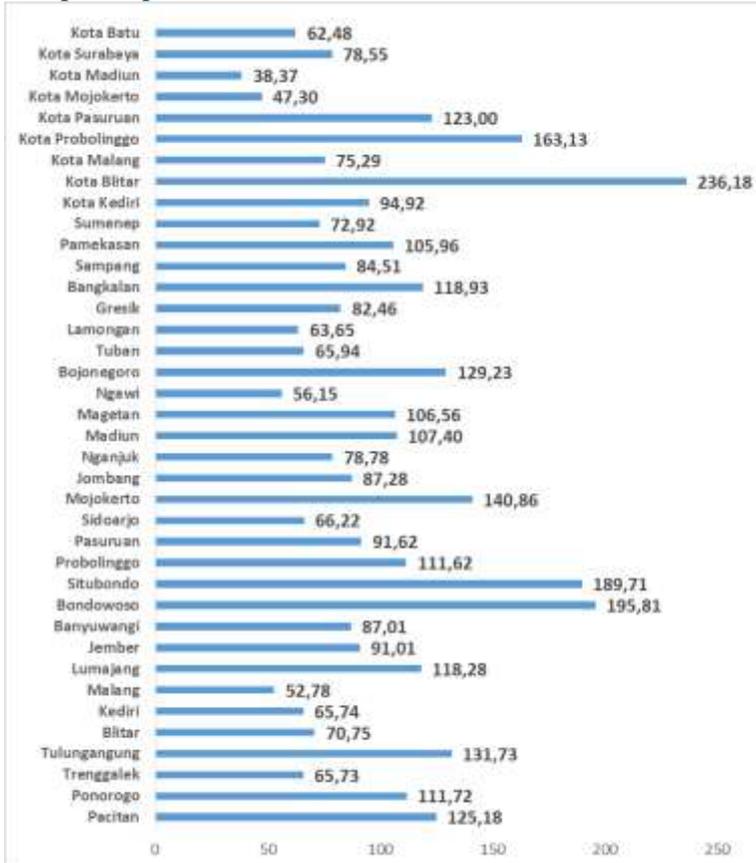
Data AKI di Provinsi Jawa Timur tahun 2016 dan faktor-faktor yang diduga mempengaruhinya akan dideskripsikan menggunakan *mean*, varians, nilai minimum dan nilai maksimum. Berikut adalah karakteristik data AKI dan faktor-faktor yang diduga mempengaruhinya yang ditampilkan dalam Tabel 4.1.

**Tabel 4.1** Karakteristik AKI dan Faktor-Faktor yang Diduga Mempengaruhinya

Variabel	Mean	Varians	Minimum	Maksimum
Y	99,86	1.832,97	38,37	236,18
X <sub>1</sub>	49,64	218,41	19,40	75,10
X <sub>2</sub>	96,04	238,11	62,10	129,50
X <sub>3</sub>	88,91	24,89	78,90	98,50
X <sub>4</sub>	2,34	6,12	0,00	11,78
X <sub>5</sub>	7,81	9,21	4,53	18,69

Berdasarkan Tabel 4.1 variabel Y merupakan variabel AKI di Jawa Timur tahun 2016 dimana rata-rata AKI di Provinsi Jawa Timur tahun 2016 sebesar 99,86 kematian ibu setiap 100.000 kelahiran hidup di setiap kabupaten/kota dengan nilai varians yang besar, artinya di kabupaten/kota tertentu angka kematian ibunya ada yang besar dan di kabupaten/kota lainnya angka kematian ibunya ada yang kecil. Hal ini dapat dilihat dari nilai minimum dan

maksimum AKI di Jawa Timur, yaitu AKI yang paling kecil adalah Kota Madiun, sedangkan AKI yang besar adalah Kota Blitar yang ditampilkan pada Gambar 4.1.



**Gambar 4.1** AKI di Provinsi Jawa Timur Berdasarkan Kabupaten/Kota

Angka Kematian Ibu tertinggi terletak di Kota Blitar sebesar 236 kematian ibu setiap 100.000 kelahiran hidup, sedangkan AKI terendah terletak di Kota Madiun sebesar 38 kematian ibu tiap 100.000 kelahiran hidup. Terdapat 16 kabupaten/kota yang memiliki AKI di atas rata-rata, sedangkan 22 kabupaten/kota lainnya memiliki AKI di bawah rata-rata.

Variabel  $x_1$  merupakan variabel persentase rumah tangga di Provinsi Jawa Timur yang telah menerapkan PHBS. Rata-rata persentase rumah tangga yang telah menerapkan PHBS sebesar 49,64 persen. Nilai variasi yang besar menunjukkan bahwa penerapan PHBS khususnya di Jawa Timur belum sepenuhnya dilakukan secara merata di setiap kabupaten/kota. Kabupaten/kota di Jawa Timur yang paling banyak menerapkan PHBS adalah ibukota dari Jawa Timur yaitu Kota Surabaya, sedangkan yang paling sedikit adalah Kabupaten Bondowoso.

Variabel  $x_2$  merupakan persentase penanganan komplikasi kebidanan pada perkiraan ibu hamil yang mengalami komplikasi kebidanan. Rata-rata persentase penanganan komplikasi kebidanan sebesar 49,64 persen, yang artinya terdapat lebih dari setengah kabupaten/kota yang penanganan komplikasi kebidanan terhadap ibu hamil sedikit. Nilai variasi yang besar menunjukkan bahwa terdapat kabupaten/kota yang penanganan komplikasi kebidanan terhadap ibu hamil masih sedikit. Kabupaten Bondowoso merupakan kabupaten dengan persentase penanganan komplikasi kebidanan terendah, sedangkan yang tertinggi adalah Kabupaten Bangkalan.

Variabel  $x_3$  merupakan persentase kunjungan ibu hamil yang mendapatkan pelayanan antenatal minimal empat kali. Rata-rata persentase kunjungan ibu hamil sebesar 88,911 persen dengan variasi yang tidak terlalu besar, yang artinya sebagian besar ibu hamil telah mendapatkan pelayanan antenatal minimal empat kali. Persentase kunjungan ibu hamil tertinggi terletak di Kota Surabaya, dan yang terendah di Kabupaten Bangkalan.

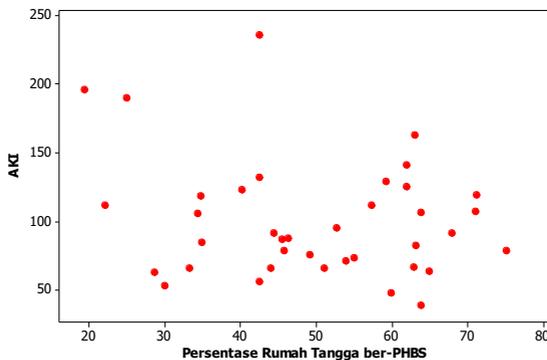
Variabel  $x_4$  merupakan persentase rumah tangga di kabupaten/ kota Jawa Timur yang menerima bantuan tunai terkait pengurangan subsidi BBM dalam 6 bulan terakhir. Selain itu juga bantuan tunai yang dimaksud termasuk dari Program Keluarga Harapan (PKH) yang diberikan kepada rumah tangga sangat miskin. Rata-rata persentase rumah tangga yang menerima bantuan tunai sebesar 2,342 persen dengan variasi yang kecil, artinya sebagian besar rumah tangga di kabupaten/kota di Jawa

Timur masih sedikit yang menerima bantuan tunai. Terdapat kabupaten/kota di Jawa Timur yang tidak mendapatkan bantuan tunai, yaitu Kabupaten Trenggalek, Kabupaten Gresik, Kota Kediri, dan Kota Mojokerto. Sedangkan Kabupaten Lamongan merupakan kabupaten/kota di Jawa Timur yang rumah tangganya paling banyak mendapatkan bantuan tunai.

Variabel  $x_5$  merupakan rasio puskesmas dan rumah sakit setiap 100.000 penduduk wanita. Rata-rata rasio puskesmas dan rumah sakit di Provinsi Jawa Timur sebesar 7,812 dengan nilai variasi kecil, yang artinya rasio puskesmas dan rumah sakit di Jawa Timur sudah tersebar merata. Rasio puskesmas dan rumah sakit yang paling besar terletak di Kota Mojokerto, sedangkan yang paling kecil terletak di Kabupaten Sampang.

#### 4.2 Scatterplot Data Angka Kematian Ibu (AKI) dengan Faktor-Faktor yang Diduga Mempengaruhinya

Pola hubungan antara dua variabel secara visual dapat dilihat menggunakan *scatterplot*. *Scatterplot* antara variabel AKI dengan masing-masing faktor yang diduga mempengaruhinya dapat digunakan sebagai penentu variabel prediktor apa saja yang termasuk ke dalam komponen parametrik dan nonparametrik. Berikut adalah *scatterplot* antara AKI dengan Persentase Rumah Tangga ber-PHBS yang ditampilkan pada Gambar 4.2.

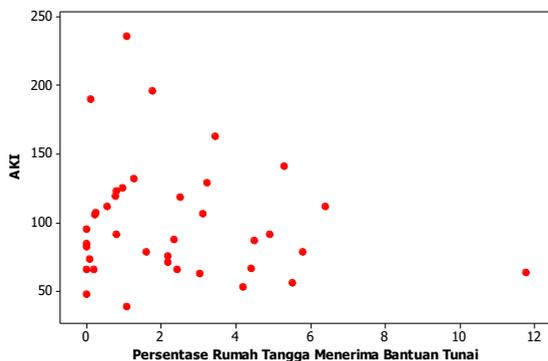


**Gambar 4.2** Scatterplot AKI dan Persentase Rumah Tangga ber-PHBS





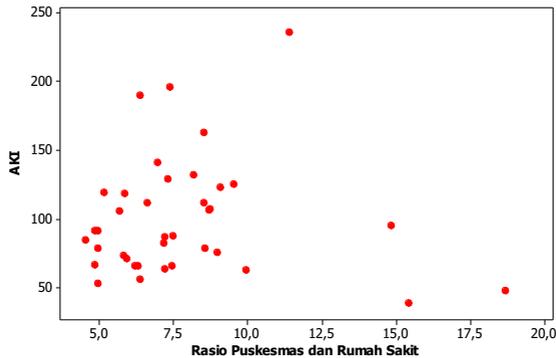
bahwa plot antara AKI dan persentase kunjungan ibu hamil tidak mengikuti pola tertentu. Sehingga, variabel Persentase Kunjungan Ibu Hamil termasuk ke dalam komponen nonparametrik. Kesimpulan ini kurang sesuai dengan dugaan sebelumnya, karena pada *scatterplot* apabila persentase kunjungan ibu hamil semakin tinggi maka belum dapat dipastikan AKI akan semakin rendah. Berikut adalah *scatterplot* antara AKI dengan Persentase Rumah Tangga Menerima Bantuan Tunai yang ditampilkan pada Gambar 4.5.



**Gambar 4.5** *Scatterplot* AKI dan Persentase Rumah Tangga Menerima Bantuan Tunai

Rumah tangga yang menerima bantuan tunai yaitu rumah tangga yang menerima bantuan tunai terkait pengurangan subsidi BBM dalam enam bulan terakhir dimana termasuk dari Program Keluarga Harapan (PKH) yang diberikan kepada rumah tangga sangat miskin. Program tersebut bertujuan untuk memberikan akses pelayanan kesehatan terhadap keluarga yang miskin, terutama terhadap ibu hamil dan anak-anak. Sehingga persentase rumah tangga menerima bantuan tunai merupakan salah satu faktor yang dapat mengurangi atau meningkatkan angka kematian ibu. Secara universal, apabila semakin banyak rumah tangga yang menerima bantuan tunai maka angka kematian ibu akan semakin rendah. Gambar 4.5 menunjukkan bahwa plot antara AKI dan persentase rumah tangga menerima bantuan tunai tidak mengikuti

pola tertentu. Sehingga, variabel Persentase Rumah Tangga Menerima Bantuan Tunai termasuk ke dalam komponen nonparametrik. Kesimpulan ini kurang sesuai dengan dugaan sebelumnya, karena pada *scatterplot* apabila persentase rumah tangga menerima bantuan tunai semakin tinggi maka belum dapat dipastikan AKI akan semakin rendah. Berikut adalah *scatterplot* antara AKI dengan Rasio Puskesmas dan Rumah Sakit yang ditampilkan pada Gambar 4.6.



**Gambar 4.6** *Scatterplot* AKI dan Rasio Puskesmas dan Rumah Sakit

Rasio puskesmas dan rumah sakit yaitu rasio puskesmas dan rumah sakit setiap 100.000 penduduk wanita. Puskesmas dan rumah sakit merupakan sarana yang sangat penting untuk mendapatkan pelayanan kesehatan, semakin padatnya penduduk di suatu daerah maka puskesmas dan rumah sakit juga semakin banyak. apabila jumlah layanan kesehatan tidak sebanding dengan kepadatan penduduk dikhawatirkan akan banyak kematian terjadi. Sehingga rasio puskesmas dan rumah sakit merupakan salah satu faktor yang dapat mengurangi atau meningkatkan angka kematian ibu. Secara universal, apabila semakin besar rasio puskesmas dan rumah sakit maka angka kematian ibu akan semakin rendah. Gambar 4.6 menunjukkan bahwa plot antara AKI dan rasio puskesmas dan rumah sakit tidak mengikuti pola tertentu. Sehingga, variabel Rasio Puskesmas dan Rumah Sakit termasuk ke dalam komponen nonparametrik. Kesimpulan ini kurang sesuai

dengan dugaan sebelumnya, karena pada *scatterplot* apabila rasio puskesmas dan rumah sakit semakin tinggi maka belum dapat dipastikan AKI akan semakin rendah.

### 4.3 Pemodelan Angka Kematian Ibu (AKI) dengan Regresi Nonparametrik *Spline Truncated*

Analisis data secara deskriptif untuk mengetahui karakteristik data AKI dan masing-masing faktor yang diduga mempengaruhinya dan penentuan komponen parametrik dan nonparametrik untuk masing-masing variabel prediktor telah dilakukan. Langkah selanjutnya adalah melakukan estimasi model regresi nonparametrik *spline truncated* hingga 3 knot knot dan kombinasi knot. Berdasarkan hasil eksplorasi data mengenai komponen parametrik dan nonparametrik maka model regresi Angka Kematian Ibu di Provinsi Jawa Timur dengan menggunakan nonparametrik *spline truncated* adalah sebagai berikut.

$$\begin{aligned}
 y_i &= \beta_0 + f(x_{i1}) + f(x_{i2}) + f(x_{i3}) + f(x_{i4}) + f(x_{i5}) + \varepsilon_i \\
 &= \beta_0 + \sum_{j=1}^p \beta_j x_{i1}^j + \sum_{k=1}^r \beta_{p+k} (x_{i1} - K_{1k})_+^p + \sum_{j=1}^p \beta_j x_{i2}^j + \\
 &\quad \sum_{k=1}^r \beta_{p+k} (x_{i2} - K_{2k})_+^p + \sum_{j=1}^p \beta_j x_{i3}^j + \sum_{k=1}^r \beta_{p+k} (x_{i3} - K_{3k})_+^p + \\
 &\quad \sum_{j=1}^p \beta_j x_{i4}^j + \sum_{k=1}^r \beta_{p+k} (x_{i4} - K_{4k})_+^p + \sum_{j=1}^p \beta_j x_{i5}^j + \sum_{k=1}^r \beta_{p+k} (x_{i5} - K_{5k})_+^p + \varepsilon_i
 \end{aligned}$$

Banyaknya knot yang digunakan pada penelitian ini adalah 1 titik knot, 2 titik knot, 3 titik knot, dan kombinasinya.

#### 4.3.1 Regresi Nonparametrik *Spline* dengan 1 Titik Knot

Model regresi nonparametrik *spline* dengan satu titik knot dimana semua komponennya adalah komponen nonparametrik secara umum adalah sebagai berikut.

$$y_i = \beta_0 + \beta_1 x_{i1} + \beta_2 (x_{i1} - K_{11})_+ + \beta_3 x_{i2} + \beta_4 (x_{i2} - K_{21})_+ + \\ \beta_5 x_{i3} + \beta_6 (x_{i3} - K_{31})_+ + \beta_7 x_{i4} + \beta_8 (x_{i4} - K_{41})_+ + \\ \beta_9 x_{i5} + \beta_{10} (x_{i5} - K_{51})_+ + \varepsilon_i$$

Estimasi parameter pada regresi nonparametrik *spline* dengan satu titik knot untuk masing-masing nilai GCV didapatkan iterasi sebanyak 48 kali. Berikut adalah hasil iterasi satu titik knot dengan memilih 10 hasil iterasi dengan nilai GCV yang paling optimum yang ditunjukkan pada Tabel 4.2.

**Tabel 4.2** Nilai GCV Regresi Nonparametrik *Spline* dengan Satu Titik Knot

No	Knot					GCV
	X <sub>1</sub>	X <sub>2</sub>	X <sub>3</sub>	X <sub>4</sub>	X <sub>5</sub>	
23	45,54	93,74	88,10	5,52	11,18	1.718,63
24	46,68	95,11	88,50	5,77	11,47	1.681,83
25	47,82	96,49	88,90	6,01	11,75	1.661,47
<b>26</b>	<b>48,96</b>	<b>97,86</b>	<b>89,30</b>	<b>6,25</b>	<b>12,04</b>	<b>1.642,07</b>
27	50,09	99,24	89,70	6,49	12,33	1.650,13
28	51,23	100,61	90,10	6,73	12,62	1.657,27
29	52,37	101,99	90,50	6,97	12,91	1.659,99
30	53,50	103,37	90,90	7,21	13,20	1.671,09
31	54,64	104,74	91,30	7,45	13,49	1.689,69
32	55,78	106,12	91,70	7,69	13,78	1.719,43

Dengan menggunakan titik-titik knot dengan nilai GCV yang paling optimum pada Tabel 4.2, model regresi nonparametrik *spline* dengan menggunakan satu titik knot adalah sebagai berikut.

$$\hat{y} = \hat{\beta}_0 + \hat{\beta}_1 x_{i1} + \hat{\beta}_2 (x_{i1} - 48,96)_+ + \hat{\beta}_3 x_{i2} + \hat{\beta}_4 (x_{i2} - 97,86)_+ + \\ \hat{\beta}_5 x_{i3} + \hat{\beta}_6 (x_{i3} - 89,3)_+ + \hat{\beta}_7 x_{i4} + \hat{\beta}_8 (x_{i4} - 6,25)_+ + \hat{\beta}_9 x_{i5} + \\ \hat{\beta}_{10} (x_{i5} - 12,04)_+$$

Pada Tabel 4.2 dapat dilihat bahwa nilai GCV terkecil dengan satu titik knot yang diperoleh adalah 1.642,07. Besarnya titik knot untuk variabel persentase rumah tangga ber-PHBS (X<sub>1</sub>) adalah 48,96, variabel persentase penanganan komplikasi kebidanan (X<sub>2</sub>) adalah 97,86, variabel kunjungan ibu hamil (X<sub>3</sub>) adalah 89,30, variabel rumah tangga menerima bantuan tunai (X<sub>4</sub>)

adalah 6,25, serta variabel rasio puskesmas dan rumah sakit ( $X_5$ ) adalah 12,04.

#### 4.3.2 Regresi Nonparametrik *Spline* dengan 2 Titik Knot

Pemodelan dengan dua titik knot bertujuan untuk mendapatkan perbandingan model yang lebih baik dari pemodelan dengan satu titik knot. Berikut adalah model regresi *spline* dengan dua titik knot.

$$y_i = \beta_0 + \beta_1 x_{i1} + \beta_2 (x_{i1} - K_{11})_+ + \beta_3 (x_{i1} - K_{12})_+ + \beta_4 x_{i2} + \beta_5 (x_{i2} - K_{21})_+ + \beta_6 (x_{i2} - K_{22})_+ + \beta_7 x_{i3} + \beta_8 (x_{i3} - K_{31})_+ + \beta_9 (x_{i3} - K_{32})_+ + \beta_{10} x_{i4} + \beta_{11} (x_{i4} - K_{41})_+ + \beta_{12} (x_{i4} - K_{42})_+ + \beta_{13} x_{i5} + \beta_{14} (x_{i5} - K_{51})_+ + \beta_{15} (x_{i5} - K_{52})_+ + \varepsilon_i$$

Estimasi parameter pada regresi nonparametrik *spline* dengan dua titik knot untuk masing-masing nilai GCV didapatkan iterasi sebanyak 1225 kali. Berikut adalah hasil iterasi dua titik knot dengan memilih 10 hasil iterasi terdekat nilai GCV yang paling optimum yang ditunjukkan pada Tabel 4.3.

**Tabel 4.3** Nilai GCV Regresi Nonparametrik *Spline* dengan Dua Titik Knot

No	Knot					GCV
	$X_1$	$X_2$	$X_3$	$X_4$	$X_5$	
25	19,40	62,10	78,90	0,00	4,53	1.661,47
	47,82	96,49	88,90	6,01	11,75	
26	19,40	62,10	78,90	0,00	4,53	1.641,07
	48,96	97,86	89,30	6,25	12,04	
27	19,40	62,10	78,90	0,00	4,53	1.650,13
	50,09	99,24	89,70	6,49	12,33	
28	19,40	62,10	78,90	0,00	4,53	1.657,27
	51,23	100,61	90,10	6,73	12,62	
29	19,40	62,10	78,90	0,00	4,53	1.659,99
	52,37	101,99	90,50	6,97	12,91	
949	47,82	96,49	88,90	6,01	11,75	1.661,47
	75,10	129,50	98,50	11,78	18,69	
972	<b>48,96</b>	<b>97,86</b>	<b>89,30</b>	<b>6,25</b>	<b>12,04</b>	<b>1.641,07</b>
	<b>75,10</b>	<b>129,50</b>	<b>98,50</b>	<b>11,78</b>	<b>18,69</b>	

**Tabel 4.3** Nilai GCV Regresi Nonparametrik *Spline* dengan Dua Titik Knot (Lanjutan)

No	Knot					GCV
	X <sub>1</sub>	X <sub>2</sub>	X <sub>3</sub>	X <sub>4</sub>	X <sub>5</sub>	
994	50,09	99,24	89,70	6,49	12,33	1.650,13
	75,10	129,50	98,50	11,78	18,69	
1015	51,23	100,61	90,10	6,73	12,62	1.657,27
	75,10	129,50	98,50	11,78	18,69	
1035	52,37	101,99	90,50	6,97	12,91	1.659,99
	75,10	129,50	98,50	11,78	18,69	

Terdapat dua GCV yang paling minimum dengan nilai yang sama, yaitu pada data ke-26 dan data ke-972. Karena terdapat titik knot yang bernilai sama dengan nol, sehingga titik knot dengan nilai GCV yang optimum adalah titik knot pada data ke-972. Dengan menggunakan titik-titik knot dengan nilai GCV yang paling optimum pada Tabel 4.3, model regresi nonparametrik *spline* dengan menggunakan dua titik knot adalah sebagai berikut.

$$\hat{y} = \hat{\beta}_0 + \hat{\beta}_1 x_{i1} + \hat{\beta}_2 (x_{i1} - 48,96)_+ + \hat{\beta}_3 (x_{i1} - 75,1)_+ + \hat{\beta}_4 x_{i2} + \hat{\beta}_5 (x_{i2} - 97,86)_+ + \hat{\beta}_6 (x_{i2} - 129,5)_+ + \hat{\beta}_7 x_{i3} + \hat{\beta}_8 (x_{i3} - 89,3)_+ + \hat{\beta}_9 (x_{i3} - 98,5)_+ + \hat{\beta}_{10} x_{i4} + \hat{\beta}_{11} (x_{i4} - 6,25)_+ + \hat{\beta}_{12} (x_{i4} - 11,78)_+ + \hat{\beta}_{13} x_{i5} + \hat{\beta}_{14} (x_{i5} - 12,04)_+ + \hat{\beta}_{15} (x_{i5} - 18,69)_+$$

Pada Tabel 4.3 dapat dilihat bahwa nilai GCV terkecil dengan dua titik knot yang diperoleh adalah 1.641,07. Besarnya titik knot untuk variabel persentase rumah tangga ber-PHBS (X<sub>1</sub>) adalah k<sub>1</sub> sebesar 48,96 dan k<sub>2</sub> sebesar 75,10. Nilai titik knot untuk variabel persentase penanganan komplikasi kebidanan (X<sub>2</sub>) adalah k<sub>1</sub> sebesar 97,86 dan k<sub>2</sub> sebesar 129,50. Nilai titik knot untuk variabel kunjungan ibu hamil (X<sub>3</sub>) adalah k<sub>1</sub>=89,30 dan k<sub>2</sub>=98,50. Nilai titik knot untuk variabel rumah tangga menerima bantuan tunai (X<sub>4</sub>) adalah k<sub>1</sub>=6,25 dan k<sub>2</sub>=11,78. Sedangkan Nilai titik knot untuk variabel rasio puskesmas dan rumah sakit (X<sub>5</sub>) adalah k<sub>1</sub>=12,04 dan k<sub>2</sub>=18,69.

### 4.3.3 Regresi Nonparametrik *Spline* dengan 3 Titik Knot

Setelah melakukan pemodelan dengan satu dan dua titik knot, berikutnya adalah melakukan pemodelan dengan tiga titik knot. Berikut adalah model regresi *spline* dengan tiga titik knot.

$$y_i = \beta_0 + \beta_1 x_{i1} + \beta_2 (x_{i1} - K_{11})_+ + \beta_3 (x_{i1} - K_{12})_+ + \beta_4 (x_{i1} - K_{13})_+ + \\ \beta_5 x_{i2} + \beta_6 (x_{i2} - K_{21})_+ + \beta_7 (x_{i2} - K_{22})_+ + \beta_8 (x_{i2} - K_{23})_+ + \\ \beta_9 x_{i3} + \beta_{10} (x_{i3} - K_{31})_+ + \beta_{11} (x_{i3} - K_{32})_+ + \beta_{12} (x_{i3} - K_{33})_+ + \\ \beta_{13} x_{i4} + \beta_{14} (x_{i4} - K_{41})_+ + \beta_{15} (x_{i4} - K_{42})_+ + \beta_{16} (x_{i4} - K_{43})_+ + \\ \beta_{17} x_{i5} + \beta_{18} (x_{i5} - K_{51})_+ + \beta_{19} (x_{i5} - K_{52})_+ + \beta_{20} (x_{i5} - K_{53})_+ + \varepsilon_i$$

Estimasi parameter pada regresi nonparametrik *spline* dengan tiga titik knot untuk masing-masing nilai GCV didapatkan iterasi sebanyak 17.296 kali. Berikut adalah hasil iterasi satu titik knot dengan memilih 10 hasil iterasi dengan nilai GCV yang paling optimum yang ditunjukkan pada Tabel 4.4.

**Tabel 4.4** Nilai GCV Regresi Nonparametrik *Spline* dengan Tiga Titik Knot

No	Knot					GCV
	X <sub>1</sub>	X <sub>2</sub>	X <sub>3</sub>	X <sub>4</sub>	X <sub>5</sub>	
8160	30,77	75,86	82,90	2,40	7,42	1.267,83
	31,90	77,23	83,30	2,64	7,71	
	35,31	81,36	84,50	3,37	8,58	
8196	30,77	75,86	82,90	2,40	7,42	1.149,74
	33,04	78,61	83,70	2,88	8,00	
	35,31	81,36	84,50	3,37	8,58	
8231	30,77	75,86	82,90	2,40	7,42	1.148,07
	34,18	79,98	84,10	3,13	8,29	
	35,31	81,36	84,50	3,37	8,58	
8862	31,90	77,23	83,30	2,64	7,71	1.142,07
	33,04	78,61	83,70	2,88	7,00	
	35,31	81,36	84,50	3,37	8,58	
8863	31,90	77,23	83,30	2,64	7,71	1.345,12
	33,04	78,61	83,70	2,88	8,00	
	36,45	82,73	84,90	3,61	8,86	
8897	31,90	77,23	83,30	2,64	7,71	1.099,24
	34,18	79,98	84,10	3,13	8,29	
	35,31	81,36	84,50	3,37	8,58	

**Tabel 4.4** Nilai GCV Regresi Nonparametrik *Spline* dengan Tiga Titik Knot (Lanjutan)

No	Knot					GCV
	X <sub>1</sub>	X <sub>2</sub>	X <sub>3</sub>	X <sub>4</sub>	X <sub>5</sub>	
8898	31,90	77,23	83,30	2,64	7,71	1.284,01
	34,18	79,98	84,10	3,13	8,29	
	36,45	82,73	84,90	3,61	8,86	
<b>9527</b>	<b>33,04</b>	<b>78,61</b>	<b>83,70</b>	<b>2,88</b>	<b>8,00</b>	<b>1.013,23</b>
	<b>34,18</b>	<b>79,98</b>	<b>84,10</b>	<b>3,13</b>	<b>8,29</b>	
	<b>35,31</b>	<b>81,36</b>	<b>84,50</b>	<b>3,37</b>	<b>8,58</b>	
9528	33,04	78,61	83,70	2,88	8,00	1.115,46
	34,18	79,98	84,10	3,13	8,29	
	36,45	82,73	84,90	3,61	8,86	
9529	33,04	78,61	83,70	2,88	8,00	1148,60
	34,18	79,98	84,10	3,13	8,29	
	37,59	84,11	85,30	3,85	9,15	

Dengan menggunakan titik-titik knot dengan nilai GCV yang paling optimum pada Tabel 4.4, model regresi nonparametrik *spline* dengan menggunakan tiga titik knot adalah sebagai berikut.

$$\begin{aligned}
 \hat{y} = & \hat{\beta}_0 + \hat{\beta}_1 x_{i1} + \hat{\beta}_2 (x_{i1} - 33,04)_+ + \hat{\beta}_3 (x_{i1} - 34,18)_+ + \\
 & \hat{\beta}_4 (x_{i1} - 35,31)_+ + \hat{\beta}_5 x_{i2} + \hat{\beta}_6 (x_{i2} - 78,61)_+ + \hat{\beta}_7 (x_{i2} - 79,98)_+ + \\
 & \hat{\beta}_8 (x_{i2} - 81,36)_+ + \hat{\beta}_9 x_{i3} + \hat{\beta}_{10} (x_{i3} - 83,7)_+ + \hat{\beta}_{11} (x_{i3} - 84,1)_+ + \\
 & \hat{\beta}_{12} (x_{i3} - 84,5)_+ + \hat{\beta}_{13} x_{i4} + \hat{\beta}_{14} (x_{i4} - 2,88)_+ + \hat{\beta}_{15} (x_{i4} - 3,13)_+ + \\
 & \hat{\beta}_{16} (x_{i4} - 3,37)_+ + \hat{\beta}_{17} x_{i5} + \hat{\beta}_{18} (x_{i5} - 8)_+ + \hat{\beta}_{19} (x_{i5} - 8,29)_+ + \\
 & \hat{\beta}_{20} (x_{i5} - 8,58)_+
 \end{aligned}$$

Pada Tabel 4.4 dapat dilihat bahwa nilai GCV terkecil dengan tiga titik knot yang diperoleh adalah 1.013,23. Besarnya titik knot untuk variabel persentase rumah tangga ber-PHBS (X<sub>1</sub>) adalah  $k_1=33,04$ ,  $k_2=34,18$ , dan  $k_3=35,31$ . Nilai titik knot untuk variabel persentase penanganan komplikasi kebidanan (X<sub>2</sub>) adalah  $k_1=78,61$ ,  $k_2=79,98$ , dan  $k_3=81,36$ . Nilai titik knot untuk variabel kunjungan ibu hamil (X<sub>3</sub>) adalah  $k_1=83,70$ ,  $k_2=84,10$ , dan  $k_3=84,50$ . Nilai titik knot untuk variabel rumah tangga menerima

bantuan tunai ( $X_4$ ) adalah  $k_1=2,88$ ,  $k_2=3,13$ , dan  $k_3=3,37$ . Sedangkan Nilai titik knot untuk variabel rasio puskesmas dan rumah sakit ( $X_5$ ) adalah  $k_1=8,00$ ,  $k_2=8,29$ , dan  $k_3=8,58$ .

#### 4.3.4 Regresi Nonparametrik *Spline* dengan Kombinasi knot

Setelah melakukan estimasi titik knot yang paling optimum dengan menggunakan satu, dua, dan tiga titik knot selanjutnya akan dilakukan estimasi dengan kombinasi knot. Tujuannya adalah untuk mengetahui apakah nilai GCV dari kombinasi titik knot lebih optimum dibandingkan dengan nilai GCV satu, dua, dan tiga titik knot. Hasil titik knot yang paling optimum berdasarkan nilai GCV yang paling minimum sebelumnya dari akan dimodelkan dengan cara mengkombinasikan masing-masing knot tersebut. Estimasi parameter pada regresi nonparametrik *spline* dengan kombinasi titik knot untuk masing-masing nilai GCV didapatkan iterasi sebanyak 243 kali. Berikut adalah hasil iterasi kombinasi titik knot dengan memilih 10 hasil iterasi dengan nilai GCV yang paling optimum yang ditunjukkan pada Tabel 4.5.

**Tabel 4.5** Nilai GCV Regresi Nonparametrik *Spline* dengan Kombinasi Titik Knot

Knot					GCV
$X_1$	$X_2$	$X_3$	$X_4$	$X_5$	
33,04	78,61			8,00	1.005,70
34,18	79,98	90,90	7,21	8,29	
37,59	84,11			9,15	
33,04	78,61			8,00	1.005,70
34,18	79,98	90,10	0,00	8,29	
36,45	82,73		6,49	8,86	
30,77	75,86			7,42	1.005,70
34,18	79,98	90,10	6,01	8,29	
35,31	81,36	98,50		8,58	
31,90	77,23			7,71	1.005,70
33,04	78,61	89,70	6,49	8,00	
35,31	81,36	98,50	11,78	8,29	
30,77	75,86	82,90			1.025,56
31,90	77,23	83,30	7,45	13,49	
35,31	81,36	84,50			

**Tabel 4.5** Nilai GCV Regresi Nonparametrik *Spline* dengan Kombinasi Titik Knot (Lanjutan)

Knot					GCV
X <sub>1</sub>	X <sub>2</sub>	X <sub>3</sub>	X <sub>4</sub>	X <sub>5</sub>	
31,90	77,23	83,30		11,75	1.025,56
34,18	79,98	84,10	5,53	18,69	
36,45	82,73	84,90			
31,90	77,23	83,30		7,71	847,40
34,18	79,98	84,10	6,49	8,29	
35,31	81,36	84,50		8,58	
31,90	77,23	83,30	0,00	13,78	1.025,56
33,04	78,61	83,70	6,01		
36,45	82,73	84,90			
<b>33,04</b>	<b>78,61</b>	<b>83,70</b>	<b>6,25</b>	<b>8,00</b>	<b>847,40</b>
<b>34,18</b>	<b>79,98</b>	<b>84,10</b>	<b>11,78</b>	<b>8,29</b>	
<b>35,31</b>	<b>81,36</b>	<b>84,50</b>		<b>8,58</b>	

Terdapat dua GCV yang paling minimum dengan nilai yang sama, sehingga dilakukan estimasi parameter untuk melihat nilai *R-Square* tertinggi yang hasilnya dapat dilihat pada Lampiran 7 dan Lampiran 8, dimana nilai GCV yang paling optimum dengan nilai *R-Square* tertinggi adalah GCV pada kombinasi titik knot 3,3,3,2,3. Dengan menggunakan titik-titik knot dengan nilai GCV yang paling optimum pada Tabel 4.4, berikut adalah model regresi nonparametrik *spline* dengan menggunakan kombinasi titik knot, yaitu untuk variabel  $x_1$ ,  $x_2$ ,  $x_3$ , dan  $x_5$  adalah tiga titik knot, sedangkan  $x_4$  adalah dua titik knot.

$$\begin{aligned}
 y_i = & \beta_0 + \beta_1 x_{i1} + \beta_2 (x_{i1} - 33,04)_+ + \beta_3 (x_{i1} - 34,18)_+ + \\
 & \beta_4 (x_{i1} - 35,31)_+ + \beta_5 x_{i2} + \beta_6 (x_{i2} - 78,61)_+ + \beta_7 (x_{i2} - 79,98)_+ + \\
 & \beta_8 (x_{i2} - 81,36)_+ + \beta_9 x_{i3} + \beta_{10} (x_{i3} - 83,7)_+ + \beta_{11} (x_{i3} - 84,1)_+ + \\
 & \beta_{12} (x_{i3} - 84,5)_+ + \beta_{13} x_{i4} + \beta_{14} (x_{i4} - 6,25)_+ + \beta_{15} (x_{i4} - 11,78)_+ + \\
 & \beta_{16} x_{i5} + \beta_{17} (x_{i5} - 8)_+ + \beta_{18} (x_{i5} - 8,29)_+ + \beta_{19} (x_{i5} - 8,58)_+ + \varepsilon_i
 \end{aligned}$$

Berdasarkan nilai GCV pada kombinasi titik knot pada Tabel 4.4 dapat disimpulkan bahwa tiga titik knot untuk variabel persentase rumah tangga ber-PHBS, persentase penanganan

komplikasi kebidanan, kunjungan ibu hamil, dan variabel rasio puskesmas dan rumah sakit, serta dua titik knot untuk variabel rumah tangga menerima bantuan tunai merupakan banyaknya kombinasi knot yang memiliki nilai GCV paling optimum, yaitu sebesar 847,40. Besarnya titik knot untuk variabel persentase rumah tangga ber-PHBS ( $X_1$ ) adalah  $k_1$  sebesar 33,04,  $k_2$  sebesar 34,18, dan  $k_3$  sebesar 35,31. Nilai titik knot untuk variabel persentase penanganan komplikasi kebidanan ( $X_2$ ) adalah  $k_1$  sebesar 78,61,  $k_2$  sebesar 79,98, dan  $k_3$  sebesar 81,36. Nilai titik knot untuk variabel kunjungan ibu hamil ( $X_3$ ) adalah  $k_1$  sebesar 83,70,  $k_2$  sebesar 84,10, dan  $k_3$  sebesar 84,50. Nilai titik knot untuk variabel rumah tangga menerima bantuan tunai ( $X_4$ ) adalah  $k_1$  sebesar 6,25 dan  $k_2$  sebesar 11,78. Sedangkan Nilai titik knot untuk variabel rasio puskesmas dan rumah sakit ( $X_5$ ) adalah  $k_1$  sebesar 8,00,  $k_2$  sebesar 8,29, dan  $k_3$  sebesar 8,58.

#### 4.4 Pemilihan Model Terbaik dengan GCV

Setelah mendapatkan nilai knot dengan nilai GCV yang paling optimum untuk masing-masing variabel prediktor selanjutnya adalah membandingkan nilai GCV dari masing-masing model regresi nonparametrik *spline* untuk menentukan knot terbaik. Berikut adalah nilai GCV terkecil dari masing-masing hasil titik knot yang ditampilkan pada Tabel 4.6.

**Tabel 4.6** Nilai GCV Terkecil dari Pemodelan Tiap Knot

<b>Jumlah Knot</b>	<b>GCV</b>
1 Titik Knot	1641,07
2 Titik Knot	1641,07
3 Titik Knot	1013,23
<b>Kombinasi Knot (3 3 3 2 3)</b>	<b>847,40</b>

Nilai GCV dari masing-masing pemodelan tiap knot pada Tabel 4.6 menunjukkan bahwa nilai GCV yang paling minimum adalah model *spline* dengan kombinasi knot. Kombinasi titik knot yang paling optimum adalah tiga titik knot untuk variabel persentase rumah tangga ber-PHBS, persentase penanganan komplikasi kebidanan, kunjungan ibu hamil, dan variabel rasio puskesmas dan rumah sakit, serta dua titik knot untuk variabel

rumah tangga menerima bantuan tunai. Dapat disimpulkan bahwa model regresi nonparametrik *spline* dengan kombinasi knot dengan jumlah parameter model sebanyak 20 parameter.

#### 4.5 Penaksiran Parameter Model Regresi Nonparametrik *Spline Truncated*

Berdasarkan hasil perhitungan untuk mendapatkan nilai GCV yang paling minimum, model *spline* terbaik adalah *spline* kombinasi knot. Kombinasi titik knot tersebut yaitu untuk variabel  $x_1, x_2, x_3$ , dan  $x_5$  adalah tiga titik knot, sedangkan  $x_4$  adalah dua titik knot. Maka, estimasi parameter model untuk regresi nonparametrik dengan kombinasi knot menggunakan metode OLS adalah sebagai berikut.

$$\begin{aligned} \hat{y}_i = & 2005,068 - 13,893x_{i1} + 87,573(x_{i1} - 33,04)_+ - \\ & 115,974(x_{i1} - 34,18)_+ + 43,329(x_{i1} - 35,31)_+ + 3,183x_{i2} + \\ & 203,151(x_{i2} - 78,61)_+ - 425,818(x_{i2} - 79,98)_+ + \\ & 219,063(x_{i2} - 81,36)_+ - 21,155x_{i3} + 227,846(x_{i3} - 83,7)_+ - \\ & 178,720(x_{i3} - 84,1)_+ - 33,717(x_{i3} - 84,5)_+ - 1,063x_{i4} - \\ & 51,805(x_{i4} - 6,25)_+ - 10^{-11}(x_{i4} - 11,78)_+ - 5,522x_{i5} + \\ & 378,088(x_{i5} - 8)_+ - 715,129(x_{i5} - 8,29)_+ + 340,972(x_{i5} - 8,58)_+ \end{aligned}$$

Nilai koefisien determinasi yang didapatkan dari model regresi nonparametrik *spline truncated* tersebut adalah 88,1299 persen. Nilai tersebut menunjukkan bahwa variabel Angka Kematian Ibu (AKI) di Provinsi Jawa Timur tahun 2016 dapat dijelaskan oleh kelima variabel prediktor sebesar 88,1299 persen, sedangkan sisanya yaitu 11,8701 persen dapat dijelaskan oleh variabel-variabel lain yang tidak terdapat di dalam model.

#### 4.6 Pengujian Signifikansi Parameter

Setelah mendapatkan estimasi parameter model regresi nonparametrik, selanjutnya adalah melakukan pengujian terhadap parameter model baik secara serentak maupun parsial yang bertujuan untuk mengetahui variabel prediktor apa saja yang

mempengaruhi angka kematian ibu di Provinsi Jawa Timur secara signifikan.

#### 4.6.1 Pengujian Serentak

Pengujian parameter secara serentak dilakukan untuk mengetahui apakah semua parameter dari variabel prediktor dalam pemodelan signifikan atau tidak. Hipotesis yang digunakan pada pengujian secara serentak adalah sebagai berikut.

$$H_0 : \beta_1 = \dots = \beta_{19} = 0$$

$$H_1 : \text{Minimal terdapat satu } \beta_j \neq 0, j = 1, 2, \dots, 19$$

Nilai  $\alpha$  yang digunakan dalam pengujian ini adalah 0,05. Berikut adalah hasil pengujian signifikansi parameter secara serentak menggunakan uji F yang terdapat dalam tabel ANOVA pada Tabel 4.7

**Tabel 4.7** *Analysis of Variance*

Sumber Variasi	<i>df</i>	<i>SS</i>	<i>MS</i>	<i>F</i>	<i>P-Value</i>
Regresi	19	59770,10	3145,795	7,03	$6,2289 \times 10^{-5}$
Error	18	8050,34	447,241		
Total	37	67820,43			

Berdasarkan Tabel 4.7 nilai statistik uji  $F$  yang didapatkan sebesar 7,03. Nilai tabel  $F$  untuk derajat bebas  $\nu_1=19$  dan  $\nu_2=18$  dengan  $\alpha=0,05$  adalah 2,203. Maka nilai statistik  $F > F_{0,05;(19,18)}$  sehingga dapat disimpulkan Tolak  $H_0$  yang artinya minimal terdapat satu variabel prediktor yang memberikan pengaruh signifikan terhadap model. Kesimpulan ini juga sesuai apabila dengan membandingkan nilai  $p$ -value sebesar  $6,2289 \times 10^{-5}$  yang lebih kecil dari nilai  $\alpha$ .

#### 4.6.2 Pengujian Parsial

Berdasarkan hasil pengujian serentak didapatkan bahwa kesimpulannya adalah terdapat minimal satu variabel prediktor yang memberikan pengaruh signifikan terhadap AKI, sehingga pengujian dapat dilanjutkan pada pengujian parameter secara parsial atau individu. Pengujian ini bertujuan untuk melihat variabel apa saja yang berpengaruh secara signifikan dan tidak

terhadap model. Hipotesis yang digunakan pada pengujian parameter secara individu adalah sebagai berikut.

$$H_0 : \beta_j = 0$$

$$H_1 : \beta_j \neq 0, j = 1, 2, \dots, 19$$

Nilai  $\alpha$  yang digunakan dalam pengujian ini adalah 0,05. Berikut adalah hasil pengujian signifikansi parameter secara parsial menggunakan uji  $t$  yang terdapat pada Tabel 4.8 sebagai berikut.

**Tabel 4.8** Hasil Pengujian Signifikansi Parameter Secara Individu

Variabel	Parameter	Estimator	$t$	$P$ -value	
Konstan	$\beta_0$	2005,068	2,9254	<b>0,009035</b>	
	$x_1$	$\beta_1$	-13,893	-4,371	<b>0,000368</b>
		$\beta_2$	87,573	2,790	<b>0,012092</b>
		$\beta_3$	-115,974	-2,173	<b>0,043394</b>
$\beta_4$		43,329	1,580	0,131411	
$x_2$	$\beta_5$	3,183	0,992	0,334427	
	$\beta_6$	203,151	3,289	<b>0,004074</b>	
	$\beta_7$	-425,818	-3,628	<b>0,001924</b>	
	$\beta_8$	219,063	3,770	<b>0,001402</b>	
$x_3$	$\beta_9$	-21,155	-2,284	<b>0,034710</b>	
	$\beta_{10}$	227,846	1,389	0,181933	
	$\beta_{11}$	-178,720	-0,648	0,524815	
	$\beta_{12}$	-33,717	-0,267	0,792329	
$x_4$	$\beta_{13}$	-1,063	-0,4346	0,668977	
	$\beta_{14}$	-51,805	-3,709	<b>0,001607</b>	
	$\beta_{15}$	$-10^{-11}$	-14,040	<b><math>3,87 \times 10^{-11}</math></b>	
$x_5$	$\beta_{16}$	-5,522	-0,807	0,430469	
	$\beta_{17}$	378,088	2,804	<b>0,011749</b>	
	$\beta_{18}$	-715,129	-2,806	<b>0,011676</b>	
	$\beta_{19}$	340,972	2,628	<b>0,017073</b>	

Berdasarkan hasil pengujian parameter secara parsial atau individu dengan membandingkan statistik uji  $t$  dengan nilai  $t_{tabel}$ , yaitu  $t_{0,025;18}$  sebesar 2,101. Apabila nilai statistik uji  $|t|$  lebih besar dari nilai  $t_{0,025;18}$ , maka keputusannya adalah Tolak  $H_0$ . Terdapat 7 parameter yang tidak signifikan karena nilai  $|t|$  lebih kecil dari nilai  $t_{0,025;18}$ , yaitu  $\beta_4$ ,  $\beta_5$ ,  $\beta_{10}$ ,  $\beta_{11}$ ,  $\beta_{12}$ ,  $\beta_{13}$ , dan  $\beta_{16}$ . Sedangkan 13 parameter lainnya telah signifikan karena nilai  $|t|$  lebih besar dari

nilai  $t_{0,025;18}$ , yaitu  $\beta_0, \beta_1, \beta_2, \beta_3, \beta_6, \beta_7, \beta_8, \beta_9, \beta_{14}, \beta_{15}, \beta_{17}, \beta_{18}$ , dan  $\beta_{19}$ . Walaupun terdapat parameter yang tidak signifikan, kelima variabel prediktor tetap berpengaruh signifikan terhadap Angka Kematian Ibu (AKI) karena pada setiap variabel prediktornya terdapat parameter yang signifikan.

#### 4.7 Pengujian Asumsi Residual

Asumsi residual yang harus dipenuhi bagi model dari regresi nonparametrik *spline* adalah asumsi residual identik, independen, dan berdistribusi normal. Pengujian asumsi residual identik menggunakan statistik uji *Glejser*. Pengujian asumsi residual independen menggunakan plot ACF. Sedangkan pengujian asumsi residual distribusi normal menggunakan statistik uji *Kolmogorov-Smirnov*.

##### 4.7.1 Asumsi Identik

Pengujian asumsi identik bertujuan untuk mengetahui varians pada residual identik, atau dapat disebut dengan homoskedastisitas. Kebalikannya, apabila varians residual tidak identik maka dapat disebut dengan heteroskedastisitas, yang dapat mengakibatkan kerugian pada efisiensi estimator. Hipotesis yang digunakan dalam pengujian asumsi residual identik adalah sebagai berikut.

$$H_0 : \sigma_1^2 = \sigma_2^2 = \dots = \sigma_n^2 = \sigma^2$$

$$H_1 : \text{Minimal ada satu } \sigma_i^2 \neq \sigma^2 ; i = 1, 2, \dots, 38$$

Nilai  $\alpha$  yang digunakan dalam pengujian asumsi residual identik adalah 0,05. Berikut adalah hasil statistik uji *Glejser* yang ditunjukkan pada Tabel 4.9.

**Tabel 4.9** Hasil Pengujian Statistik Uji *Glejser*

Sumber	Df	SS	MS	Fhit	P-value
Regresi	19	1654,187	87,063	1,378	0,250
Error	18	1137,384	63,188		
Total	37	27571			

Pada hasil pengujian identik dengan menggunakan uji *Glejser* didapatkan nilai  $F_{hitung}$  sebesar 1,378. Residual dikatakan

identik apabila nilai  $F_{hitung}$  lebih besar dibandingkan dengan nilai  $F_{tab}$  atau  $F_{\alpha;(v,n-v-1)}$ . Nilai  $F_{0,05;(19,18)}$  sebesar 2,203, dimana nilai tersebut lebih besar dibandingkan nilai  $F_{hitung}$ , maka keputusannya adalah Gagal Tolak  $H_0$ , yang artinya adalah tidak terjadi heteroskedastisitas dalam model, sehingga asumsi residual identik telah terpenuhi. Apabila dilihat dari nilai  $p$ -value, yaitu sebesar 0,25, dimana nilai tersebut lebih besar dibandingkan nilai  $\alpha$  ( $\alpha=0,05$ ), sehingga kputusannya adalah Gagal Tolak  $H_0$ , artinya adalah tidak terjadi heteroskedastisitas dalam model, sehingga asumsi residual identik telah terpenuhi.

#### 4.7.2 Asumsi Independen

Asumsi residual independen bertujuan untuk mendeteksi ada atau tidaknya korelasi antar residual atau dapat disebut dengan autokorelasi. Memenuhi asumsi residual independen apabila tidak terdapat autokorelasi. Uji yang dilakukan dalam pengujian asumsi independen pada penelitian ini adalah dengan menggunakan uji *Durbin-Watson*. Hipotesis yang digunakan dalam pengujian asumsi residual independen adalah sebagai berikut.

$H_0 : \rho = 0$  (tidak terjadi autokorelasi)

$H_1 : \rho \neq 0$  (terjadi autokorelasi)

Berikut adalah hasil statistik uji dengan menggunakan rumus *Durbin-Watson*.

$$d = \frac{\sum_{i=1}^n (e_i - e_{i-1})^2}{\sum_{i=1}^n e_i^2} = \frac{19673,958}{7999,256} = 2,431445$$

Dari hasil analisis uji *Durbin-Watson* yang diperoleh dimana  $e$  adalah data residual yang terdapat pada Lampiran 6 dapat dilihat bahwa nilai *Durbin-Watson* yang didapatkan adalah sebesar 2.431445. Residual dapat dikatakan terdapat autokorelasi apabila nilai  $d$  ( $d=2,431445$ ) lebih kecil dari nilai  $d_L$  ( $d_L=1,2614$ ) atau nilai  $d$  lebih kecil dari nilai  $d_u$  ( $d_u=1,7223$ ). Berdasarkan hasil yang diperoleh, nilai  $d$  lebih besar dari nilai  $d_L$  dan nilai  $d$  juga

lebih kecil dari nilai  $d_u$ , sehingga keputusannya adalah Gagal Tolak  $H_0$ . Kesimpulannya adalah telah terbukti bahwa residual independen atau tidak terdapat autokorelasi.

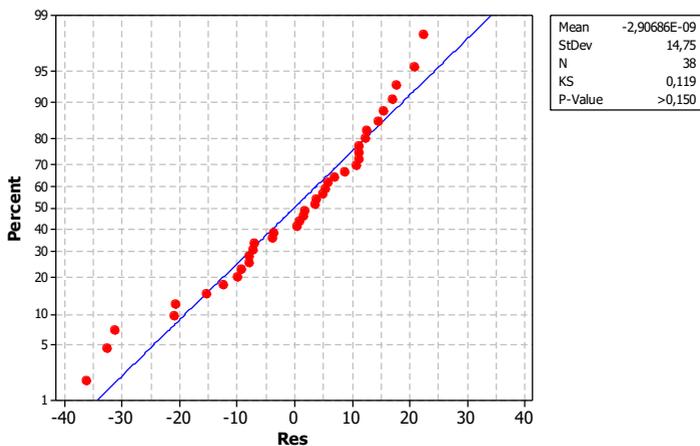
### 4.7.3 Asumsi Distribusi Normal

Suatu model regresi dapat dikatakan baik apabila nilai residualnya berdistribusi normal. Pengujian asumsi residual distribusi normal menggunakan statistik uji *Kolmogorov-Smirnov* yang bertujuan untuk mengetahui apakah model regresi telah mengikuti pola distribusi normal secara visual dengan melihat plot normalitas residual dan membandingkan nilai uji *Kolmogorov-Smirnov* dengan nilai  $\alpha$ . Residual dapat dikatakan berdistribusi normal apabila penyebaran titik residual berada di sekitar sumbu diagonal dari grafik. Hipotesis yang digunakan dalam pengujian asumsi residual berdistribusi normal adalah sebagai berikut.

$$H_0 : F_n(\varepsilon) = F_0(\varepsilon)$$

$$H_0 : F_n(\varepsilon) \neq F_0(\varepsilon)$$

Nilai  $\alpha$  yang digunakan dalam pengujian asumsi residual independen adalah 0,05. Berikut adalah hasil statistik uji *Kolmogorov-Smirnov* yang ditunjukkan pada Gambar 4.7.



**Gambar 4.7** Plot Normalitas Residual

Berdasarkan plot normalitas dari residual model pada Gambar 4.8 dapat dilihat bahwa titik-titik residual berada di sekitar garis linear, sehingga dapat disimpulkan bahwa residual telah berdistribusi normal. Untuk membuktikan residual berdistribusi normal dapat dilakukan dengan membandingkan nilai *Kolmogorov-Smirnov* dengan nilai *Kolmogorov Test*, yaitu sebesar 0,215. Didapatkan bahwa nilai *Kolmogorov-Smirnov* sebesar 0,119. Hasilnya adalah nilai *KS* lebih kecil dibandingkan nilai *Kolmogorov Test*, artinya adalah residual residual telah berdistribusi normal. Apabila dilihat dari nilai *p-value* dengan cara membandingkan nilai *p-value* dengan nilai  $\alpha$ . Nilai *p-value* yang didapatkan sebesar 0,15, dimana nilai tersebut lebih besar dari nilai  $\alpha$ , sehingga keputusannya adalah Gagal Tolak  $H_0$ , yang artinya adalah residual hasil pemodelan telah berdistribusi normal.

#### 4.8 Interpretasi Model *Spline* Terbaik

Berdasarkan model nonparametrik yang didapatkan sebelumnya, berikut adalah model dan interpretasi dari model regresi nonparametrik *spline truncated* terbaik pada Angka Kematian Ibu di Jawa Timur dengan kelima variabel prediktor yang signifikan.

$$\begin{aligned} \hat{y}_i = & 2005,068 - 13,893x_{i1} + 87,573(x_{i1} - 33,04)_+ - \\ & 115,974(x_{i1} - 34,18)_+ + 43,329(x_{i1} - 35,31)_+ + 3,183x_{i2} + \\ & 203,151(x_{i2} - 78,61)_+ - 425,818(x_{i2} - 79,98)_+ + \\ & 219,063(x_{i2} - 81,36)_+ - 21,155x_{i3} + 227,846(x_{i3} - 83,7)_+ - \\ & 178,720(x_{i3} - 84,1)_+ - 33,717(x_{i3} - 84,5)_+ - 1,063x_{i4} - \\ & 51,805(x_{i4} - 6,25)_+ - 10^{-11}(x_{i4} - 11,78)_+ - 5,522x_{i5} + \\ & 378,088(x_{i5} - 8)_+ - 715,129(x_{i5} - 8,29)_+ + \\ & 340,972(x_{i5} - 8,58)_+ \end{aligned}$$

1. Dengan mengasumsikan variabel prediktor selain  $x_1$  konstan, maka persamaan regresi dari variabel persentase rumah tangga ber-PHBS dan variabel persentase rumah tangga ber-

PHBS termasuk ke dalam komponen nonparametrik, sehingga modelnya dapat ditulis sebagai berikut.

$$\hat{y} = \begin{cases} 2005,068 - 13,893x_1 & ; x_1 < 33,04 \\ -888,344 + 73,68x_1 & ; 33,04 \leq x_1 < 34,04 \\ 3075,647 - 42,294x_1 & ; 34,04 \leq x_1 < 35,31 \\ 1546,018 + 1,035x_1 & ; x_1 \geq 35,31 \end{cases}$$

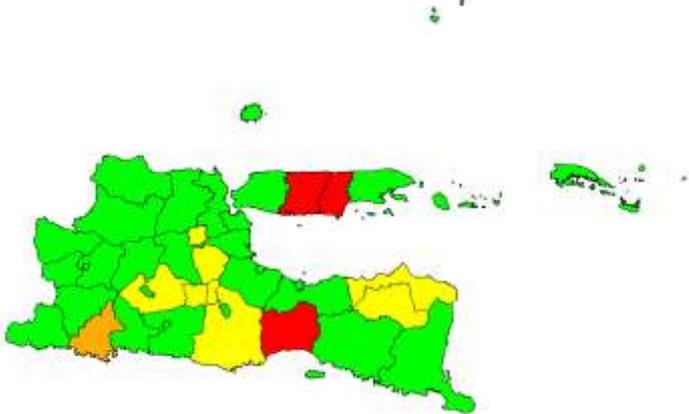
Pada kondisi persentase rumah tangga ber-PHBS yang kurang dari 33,04 jika terjadi penambahan sebesar 1 satuan maka AKI akan mengalami penurunan sebesar 13,893 per 100.000 kelahiran hidup. Kabupaten/kota yang termasuk dalam kategori persentase rumah tangga ber-PHBS yang kurang dari 33,04 adalah Kabupaten Malang, Kabupaten Bondowoso, Kabupaten Situbondo, Kabupaten Probolinggo, dan Kota Batu.

Pada kondisi persentase rumah tangga ber-PHBS di antara 33,04 dan 34,04 jika terjadi penambahan sebesar 1 satuan maka AKI akan mengalami kenaikan sebesar 73,68 per 100.000 kelahiran hidup. Kabupaten/kota yang termasuk dalam kategori persentase rumah tangga ber-PHBS di antara 33,04 dan 34,04 adalah Kabupaten Trenggalek.

Pada kondisi persentase rumah tangga ber-PHBS di antara 34,04 dan 35,31 jika terjadi penambahan sebesar 1 satuan maka AKI akan mengalami penurunan sebesar 42,294 per 100.000 kelahiran hidup. Kabupaten/kota yang termasuk dalam kategori persentase rumah tangga ber-PHBS di antara 34,04 dan 35,31 adalah Kabupaten Lumajang, Kabupaten Sampang, dan Kabupaten Pamekasan.

Pada kondisi persentase rumah tangga ber-PHBS yang lebih besar dari 35,31 jika terjadi penambahan sebesar 1 satuan maka AKI akan mengalami kenaikan sebesar 1,035 per 100.000 kelahiran hidup. Kabupaten/kota yang termasuk dalam kategori persentase rumah tangga ber-PHBS yang lebih besar dari 35,31 adalah Kabupaten Pacitan, Kabupaten Ponorogo, Kabupaten Tulungagung, Kabupaten Blitar,

Kabupaten Kediri, Kabupaten Jember, Kabupaten Banyuwangi, Kabupaten Pasuruan, Kabupaten Sidoarjo, Kabupaten Mojokerto, Kabupaten Jombang, Kabupaten Nganjuk, Kabupaten Madiun, Kabupaten Magetan, Kabupaten Ngawi, Kabupaten Bojonegoro, Kabupaten Tuban, Kabupaten Lamongan, Kabupaten Gresik, Kabupaten Bangkalan, Kabupaten Sumenep, Kota Kediri, Kota Blitar, Kota Malang, Kota Probolinggo, Kota Pasuruan, Kota Mojokerto, Kota Madiun, dan Kota Surabaya.



**Gambar 4.8** Peta Persebaran AKI dari Persentase Rumah Tangga ber-PHBS  
Keterangan :

	: $x_1 < 33,04$
	: $33,04 < x_1 \leq 34,04$
	: $34,04 \leq x_1 < 35,31$
	: $x_1 \geq 35,31$

Berdasarkan Gambar 4.8 dapat dilihat bahwa sebagian besar wilayah dengan persentase rumah tangga ber-PHBS di Provinsi Jawa Timur tinggi, yaitu lebih dari 35,31. Apabila dibandingkan dengan nilai rata-rata pada hasil analisis dengan menggunakan statistika deskriptif, kesimpulan ini telah

sesuai, dimana rata-rata persentase rumah tangga ber-PHBS adalah 49,64.

2. Dengan mengasumsikan variabel prediktor selain  $x_2$  konstan, maka persamaan regresi dari variabel persentase penganan komplikasi kebidanan dan variabel persentase penanganan komplikasi kebidanan termasuk ke dalam komponen nonparametrik, sehingga modelnya dapat ditulis sebagai berikut.

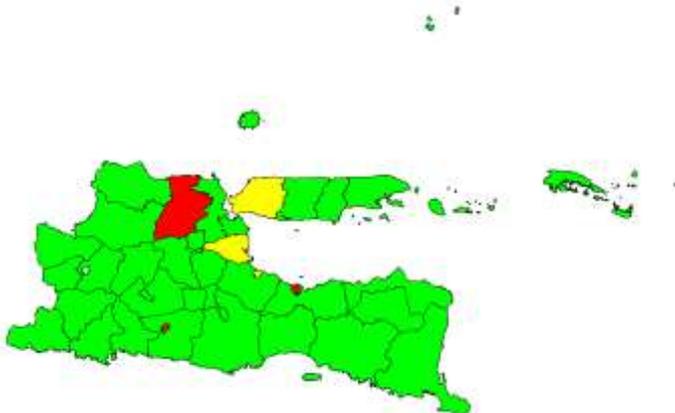
$$\hat{y} = \begin{cases} 2005,068 + 3,183x_2 & ; x_2 < 78,61 \\ -13964,632 + 206,334x_2 & ; 78,61 \leq x_2 < 79,98 \\ 20092,291 - 219,484x_2 & ; 79,98 \leq x_2 < 81,36 \\ 2269,325 - 0,421x_2 & ; x_2 \geq 81,36 \end{cases}$$

Pada kondisi persentase penanganan komplikasi kebidanan yang kurang dari 78,61 jika terjadi penambahan sebesar 1 satuan maka AKI akan mengalami kenaikan sebesar 3,183 per 100.000 kelahiran hidup. Kabupaten/kota yang termasuk dalam kategori persentase penanganan komplikasi kebidanan yang kurang dari 78,61 adalah Kabupaten Sidoarjo, Kabupaten Bangkalan, dan Kota Pasuruan.

Pada kondisi persentase penanganan komplikasi kebidanan di antara 78,61 dan 79,98 jika terjadi penambahan sebesar 1 satuan maka AKI akan mengalami kenaikan sebesar 206,334 per 100.000 kelahiran hidup. Tetapi, tidak ada Kabupaten/kota yang termasuk dalam kategori persentase penanganan komplikasi kebidanan di antara 78,61 dan 79,98.

Pada kondisi persentase penanganan komplikasi kebidanan di antara 79,98 dan 81,36 jika terjadi penambahan sebesar 1 satuan maka AKI akan mengalami penurunan sebesar 219,484 per 100.000 kelahiran hidup. Kabupaten/kota yang termasuk dalam kategori persentase penanganan komplikasi kebidanan di antara 79,98 dan 81,36 adalah Kabupaten Lamongan, Kota Blitar, dan Kota Probolinggo.

Pada kondisi persentase penanganan komplikasi kebidanan yang lebih besar dari 81,36 jika terjadi penambahan sebesar 1 satuan maka AKI akan mengalami penurunan sebesar 0,421 per 100.000 kelahiran hidup. Kabupaten/kota yang termasuk dalam kategori persentase penanganan komplikasi kebidanan yang kurang dari 81,36 adalah Kabupaten Pacitan, Kabupaten Ponorogo, Kabupaten Trenggalek, Kabupaten Tulungagung, Kabupaten Blitar, Kabupaten Kediri, Kabupaten Malang, Kabupaten Jember, Kabupaten Banyuwangi, Kabupaten Bondowoso, Kabupaten Situbondo, Kabupaten Probolinggo, Kabupaten Pasuruan, Kabupaten Mojokerto, Kabupaten Jombang, Kabupaten Nganjuk, Kabupaten Madiun, Kabupaten Magetan, Kabupaten Ngawi, Kabupaten Bojonegoro, Kabupaten Tuban, Kabupaten Gresik, Kabupaten Sampang, Kabupaten Pamekasan, Kabupaten Sumenep, Kota Kediri, Kota Malang, Kota Mojokerto, Kota Madiun, dan Kota Surabaya, Kota Batu. Berikut adalah peta persebaran AKI dari Persentase Penanganan Komplikasi Kebidanan yang ditunjukkan pada Gambar 4.9 dengan asumsi variabel prediktor yang lain adalah konstan.



**Gambar 4.9** Peta Persebaran AKI dari Persentase Penanganan Komplikasi Kebidanan

Keterangan :

-  :  $x_2 < 78,61$
-  :  $78,61 \leq x_2 < 79,98$
-  :  $79,98 \leq x_2 < 81,36$
-  :  $x_2 \geq 81,36$

Berdasarkan Gambar 4.9 dapat dilihat bahwa sebagian besar wilayah dengan persentase penanganan komplikasi kebidanan di Provinsi Jawa Timur tinggi, yaitu lebih dari 81,36. Apabila dibandingkan dengan nilai rata-rata pada hasil analisis dengan menggunakan statistika deskriptif, kesimpulan ini telah sesuai, dimana rata-rata persentase penanganan komplikasi kebidanan adalah 96,04.

3. Dengan mengasumsikan variabel prediktor selain  $x_3$  konstan, maka persamaan regresi dari variabel persentase kunjungan ibu hamil dan variabel persentase kunjungan ibu hamil termasuk ke dalam komponen nonparametrik, sehingga modelnya dapat ditulis sebagai berikut.

$$\hat{y} = \begin{cases} 2005,068 - 21,115x_3 & ; x_3 < 83,7 \\ -17065,642 + 206,691x_3 & ; 83,7 \leq x_3 < 84,1 \\ -2035,29 + 27,971x_3 & ; 84,1 \leq x_3 < 84,5 \\ 813,796 - 5,746x_3 & ; x_3 \geq 84,5 \end{cases}$$

Pada kondisi persentase kunjungan ibu hamil yang kurang dari 83,7 jika terjadi penambahan sebesar 1 satuan maka AKI akan mengalami penurunan sebesar 21,115 per 100.000 kelahiran hidup. Kabupaten/kota yang termasuk dalam kategori persentase kunjungan ibu hamil yang kurang dari 83,7 adalah Kabupaten Pacitan, Kabupaten Jember, dan Kabupaten Bondowoso, Kabupaten Probolinggo, Kabupaten Nganjuk, dan Kabupaten Bangkalan.

Pada kondisi persentase kunjungan ibu hamil di antara 83,7 dan 84,1 jika terjadi penambahan sebesar 1 satuan maka

AKI akan mengalami kenaikan sebesar 206,691 per 100.000 kelahiran hidup. Kabupaten/kota yang termasuk dalam kategori persentase kunjungan ibu hamil di antara 83,7 dan 84,1 adalah Kabupaten Sampang.

Pada kondisi persentase kunjungan ibu hamil di antara 84,1 dan 84,5 jika terjadi penambahan sebesar 1 satuan maka AKI akan mengalami kenaikan sebesar 27,971 per 100.000 kelahiran hidup. Kabupaten/kota yang termasuk dalam kategori persentase kunjungan ibu hamil di antara 84,1 dan 84,5 adalah Kota Blitar.

Pada kondisi persentase kunjungan ibu hamil yang lebih besar dari 84,5 jika terjadi penambahan sebesar 1 satuan maka AKI akan mengalami penurunan sebesar 5,746 per 100.000 kelahiran hidup. Kabupaten/kota yang termasuk dalam kategori persentase kunjungan ibu hamil yang lebih besar dari 84,5 adalah Kabupaten Ponorogo, Kabupaten Trenggalek, Kabupaten Tulungagung, Kabupaten Blitar, Kabupaten Kediri, Kabupaten Malang, Kabupaten Banyuwangi, Kabupaten Situbondo, Kabupaten Pasuruan, Kabupaten Sidoarjo, Kabupaten Mojokerto, Kabupaten Jombang, Kabupaten Madiun, Kabupaten Magetan, Kabupaten Ngawi, Kabupaten Bojonegoro, Kabupaten Tuban, Kabupaten Lamongan, Kabupaten Gresik, Kabupaten Pamekasan, Kabupaten Sumenep, Kota Kediri, Kota Malang, Kota Probolinggo, Kota Pasuruan, Kota Mojokerto, Kota Madiun, dan Kota Surabaya, Kota Batu. Berikut adalah peta persebaran AKI dari Persentase Kunjungan Ibu Hamil yang ditunjukkan pada Gambar 4.10 dengan asumsi variabel prediktor yang lain adalah konstan.



**Gambar 4.10** Peta Persebaran AKI dari Persentase Kunjungan Ibu Hamil  
Keterangan :

<span style="display: inline-block; width: 15px; height: 15px; background-color: yellow; border: 1px solid black;"></span>	: $x_3 < 83,7$
<span style="display: inline-block; width: 15px; height: 15px; background-color: orange; border: 1px solid black;"></span>	: $83,7 \leq x_3 < 84,1$
<span style="display: inline-block; width: 15px; height: 15px; background-color: red; border: 1px solid black;"></span>	: $84,1 \leq x_3 < 84,5$
<span style="display: inline-block; width: 15px; height: 15px; background-color: green; border: 1px solid black;"></span>	: $x_3 \geq 84,5$

Berdasarkan Gambar 4.10 dapat dilihat bahwa sebagian besar wilayah dengan persentase kunjungan ibu hamil di Provinsi Jawa Timur tinggi, yaitu lebih dari 84,5. Apabila dibandingkan dengan nilai rata-rata pada hasil analisis dengan menggunakan statistika deskriptif, kesimpulan ini telah sesuai, dimana rata-rata persentase kunjungan ibu hamil adalah 88,91.

4. Dengan mengasumsikan variabel prediktor selain  $x_4$  konstan, maka persamaan regresi dari variabel persentase rumah tangga menerima bantuan tunai dan variabel persentase rumah tangga menerima bantuan tunai termasuk ke dalam komponen nonparametrik, sehingga modelnya dapat ditulis sebagai berikut.

$$\hat{y} = \begin{cases} 2005,068 - 1,063x_4 & ; x_4 < 6,25 \\ 2328,849 - 52,148x_4 & ; 6,25 \leq x_4 < 11,78 \\ 2328,849 - 52,148x_4 & ; x_4 \geq 11,78 \end{cases}$$

Pada kondisi persentase rumah tangga menerima bantuan tunai yang kurang dari 6,25 jika terjadi penambahan sebesar 1 satuan maka AKI akan mengalami penurunan sebesar 1,063 per 100.000 kelahiran hidup. Kabupaten/kota yang termasuk dalam kategori persentase rumah tangga menerima bantuan tunai yang kurang dari 6,25 adalah Kabupaten Pacitan, Kabupaten Trenggalek, Kabupaten Tulungagung, Kabupaten Blitar, Kabupaten Kediri, Kabupaten Malang, Kabupaten Jember, Kabupaten Banyuwangi, Kabupaten Bondowoso, Kabupaten Situbondo, Kabupaten Probolinggo, Kabupaten Pasuruan, Kabupaten Sidoarjo, Kabupaten Mojokerto, Kabupaten Jombang, Kabupaten Nganjuk, Kabupaten Madiun, Kabupaten Magetan, Kabupaten Ngawi, Kabupaten Bojonegoro, Kabupaten Tuban, Kabupaten Gresik, Kabupaten Bangkalan, Kabupaten Sampang, Kabupaten Pamekasan, Kabupaten Sumenep, Kota Kediri, Kota Blitar, Kota Malang, Kota Probolinggo, Kota Pasuruan, Kota Mojokerto, Kota Madiun, dan Kota Surabaya, Kota Batu.

Pada kondisi persentase rumah tangga menerima bantuan tunai di antara 6,25 dan 11,78 jika terjadi penambahan sebesar 1 satuan maka AKI akan mengalami penurunan sebesar 52,148 per 100.000 kelahiran hidup. Kabupaten/kota yang termasuk dalam kategori persentase rumah tangga menerima bantuan tunai di antara 6,25 dan 11,78 adalah Kabupaten Ponorogo.

Pada kondisi persentase rumah tangga menerima bantuan tunai yang lebih dari 11,78 jika terjadi penambahan sebesar 1 satuan maka AKI akan mengalami penurunan sebesar 52,148 per 100.000 kelahiran hidup. Kabupaten/kota yang termasuk dalam kategori persentase rumah tangga menerima bantuan tunai yang kurang dari 6,25 adalah

Kabupaten Lamongan. Berikut adalah peta persebaran AKI dari Persentase Rumah Tangga Menerima Bantuan Tunai yang ditunjukkan pada Gambar 4.8 dengan asumsi variabel prediktor yang lain adalah konstan.



**Gambar 4.11** Peta Persebaran AKI dari Persentase Rumah Tangga Menerima Bantuan Tunai

Keterangan :

- :  $x_4 < 6,25$
- :  $6,25 \leq x_4 < 11,78$
- :  $x_4 \geq 11,78$

Berdasarkan Gambar 4.11 dapat dilihat bahwa sebagian besar wilayah dengan persentase rumah tangga menerima bantuan tunai di Provinsi Jawa Timur rendah, yaitu kurang dari 6,25. Apabila dibandingkan dengan nilai rata-rata pada hasil analisis dengan menggunakan statistika deskriptif, kesimpulan ini telah sesuai, dimana rata-rata persentase rumah tangga menerima bantuan tunai adalah 2,34.

5. Dengan mengasumsikan variabel prediktor selain  $x_5$  konstan, maka persamaan regresi dari variabel rasio puskesmas dan rumah sakit dan variabel rasio puskesmas dan rumah sakit

termasuk ke dalam komponen nonparametrik, sehingga modelnya dapat ditulis sebagai berikut.

$$\hat{y} = \begin{cases} 2005,068 - 5,522x_5 & ; x_5 < 8 \\ -1019,636 + 372,566x_5 & ; 8 \leq x_5 < 8,29 \\ 4908,783 - 342,563x_5 & ; 8,29 \leq x_5 < 8,58 \\ 1983,243 - 1,591x_5 & ; x_5 \geq 8,58 \end{cases}$$

Pada kondisi rasio puskesmas dan rumah sakit yang kurang dari 8 jika terjadi penambahan sebesar 1 satuan maka AKI akan mengalami penurunan sebesar 5,522 per 100.000 kelahiran hidup. Kabupaten/kota yang termasuk dalam kategori rasio puskesmas dan rumah sakit yang kurang dari 8 adalah Kabupaten Tulungagung, Kabupaten Blitar, Kabupaten Kediri, Kabupaten Malang, Kabupaten Jember, Kabupaten Banyuwangi, Kabupaten Bondowoso, Kabupaten Situbondo, Kabupaten Probolinggo, Kabupaten Pasuruan, Kabupaten Sidoarjo, Kabupaten Mojokerto, Kabupaten Jombang, Kabupaten Magetan, Kabupaten Ngawi, Kabupaten Bojonegoro, Kabupaten Tuban, Kabupaten Gresik, Kabupaten Bangkalan, Kabupaten Sampang, Kabupaten Pamekasan, dan Kota Batu.

Pada kondisi rasio puskesmas dan rumah sakit di antara 8 dan 8,29 jika terjadi penambahan sebesar 1 satuan maka AKI akan mengalami kenaikan sebesar 372,566 per 100.000 kelahiran hidup. Kabupaten/kota yang termasuk dalam kategori rasio puskesmas dan rumah sakit di antara 8 dan 8,29 adalah Kabupaten Trenggalek.

Pada kondisi rasio puskesmas dan rumah sakit di antara 8,29 dan 8,58 jika terjadi penambahan sebesar 1 satuan maka AKI akan mengalami penurunan sebesar 342,563 per 100.000 kelahiran hidup. Kabupaten/kota yang termasuk dalam kategori rasio puskesmas dan rumah sakit di antara 8,29 dan 8,58 adalah Kabupaten Pacitan, Kota Malang, dan Kota Madiun.

Pada kondisi rasio puskesmas dan rumah sakit yang lebih besar dari 8,29 jika terjadi penambahan sebesar 1 satuan maka AKI akan mengalami penurunan sebesar 1,591 per 100.000 kelahiran hidup. Kabupaten/kota yang termasuk dalam kategori rasio puskesmas dan rumah sakit yang lebih besar dari 8,29 adalah Kabupaten Nganjuk, Kabupaten Madiun, Kabupaten Sumenep, Kota Kediri, Kota Blitar, Kota Probolinggo, Kota Pasuruan, Kota Mojokerto, dan Kota Surabaya. Berikut adalah peta persebaran AKI dan rasio puskesmas dan rumah sakit yang ditampilkan pada Gambar 4.12.



**Gambar 4.12** Peta Persebaran AKI dari Rasio Puskesmas dan Rumah Sakit  
Keterangan :

- :  $x_5 < 8$
- :  $8 \leq x_5 < 8,29$
- :  $8,29 \leq x_5 < 8,58$
- :  $x_5 \geq 8,58$

Berdasarkan Gambar 4.13 dapat dilihat bahwa sebagian besar wilayah dengan rasio puskesmas dan rumah sakit di Provinsi Jawa Timur rendah, yaitu kurang dari 8. Apabila dibandingkan dengan nilai rata-rata pada hasil analisis dengan

menggunakan statistika deskriptif, kesimpulan ini telah sesuai, dimana rata-rata persentase penanganan komplikasi kebidanan adalah 7,812.

## **BAB V**

### **KESIMPULAN DAN SARAN**

#### **5.1 Kesimpulan**

Berdasarkan tujuan penelitian, terdapat dua kesimpulan yang diperoleh dari hasil analisis data AKI dengan menggunakan metode regresi nonparametrik *spline truncated*. Berikut adalah kesimpulannya.

1. Karakteristik data Angka Kematian Ibu di provinsi Jawa Timur rata-rata mencapai 99,86 kematian ibu per 100.000 kelahiran hidup. Kabupaten/kota dengan AKI yang paling tinggi adalah Kota Blitar, yaitu 236 kematian ibu per 100.000 kelahiran hidup, sedangkan kabupaten/kota dengan AKI yang paling rendah adalah Kota Madiun, yaitu sebesar 38 kematian ibu per 100.000 kelahiran hidup. Rata-rata persentase rumah tangga ber-PHBS sebesar 49,64 persen, dimana yang tertinggi adalah Kota Surabaya dan yang paling rendah di Kab. Bondowoso. Rata-rata persentase penanganan komplikasi kebidanan sebesar 96,04 persen, dimana yang tertinggi Kab. Bangkalan dan yang terendah di Kab. Bondowoso. Rata-rata persentase kunjungan ibu hamil sebesar 88,911 persen, dimana yang tertinggi adalah Kota Surabaya dan yang terendah di Kab. Bangkalan. Rata-rata persentase rumah tangga yang menerima bantuan tunai sebesar 2,342 persen, dimana yang tertinggi adalah Kab. Lamongan. Rata-rata rasio puskesmas dan rumah sakit di Provinsi Jawa Timur sebesar 7,812, dimana yang tertinggi adalah Kota Mojokerto, dan yang terendah di Kab. Sampang.
2. Model regresi nonparametrik *spline truncated* terbaik yang dihasilkan adalah dengan menggunakan kombinasi knot, dimana semua variabel prediktor berpengaruh signifikan terhadap AKI, yaitu persentase rumah tangga ber-PHBS ( $x_1$ ), persentase penanganan komplikasi kebidanan ( $x_2$ ), persentase

kunjungan ibu hamil ( $x_3$ ), persentase rumah tangga menerima bantuan tunai ( $x_4$ ), serta rasio puskesmas dan rumah sakit ( $x_5$ ). Berikut adalah model terbaik yang diperoleh.

$$\begin{aligned} \hat{y}_i = & 2005,068 - 13,893x_{i1} + 87,573(x_{i1} - 33,04)_+ - \\ & 115,974(x_{i1} - 34,18)_+ + 43,329(x_{i1} - 35,31)_+ + 3,183x_{i2} + \\ & 203,151(x_{i2} - 78,61)_+ - 425,818(x_{i2} - 79,98)_+ + \\ & 219,063(x_{i2} - 81,36)_+ - 21,155x_{i3} + 227,846(x_{i3} - 83,7)_+ - \\ & 178,720(x_{i3} - 84,1)_+ - 33,717(x_{i3} - 84,5)_+ - 1,063x_{i4} - \\ & 51,805(x_{i4} - 6,25)_+ - 10^{-11}(x_{i4} - 11,78)_+ - 5,522x_{i5} + \\ & 378,088(x_{i5} - 8)_+ - 715,129(x_{i5} - 8,29)_+ + \\ & 340,972(x_{i5} - 8,58)_+ \end{aligned}$$

Kombinasi knot terbaik yang didapatkan berdasarkan nilai GCV terkecil adalah tiga titik knot untuk variabel  $x_1$ , tiga titik knot untuk variabel  $x_2$ , tiga titik knot untuk variabel  $x_3$ , dua titik knot untuk variabel  $x_4$ , dan tiga titik knot untuk variabel  $x_5$ . Nilai koefisien determinasi yang diperoleh berdasarkan model regresi nonparametrik *spline truncated* dengan kombinasi titik knot sebesar 88,13 persen.

## 5.2 Saran

Berdasarkan variabel prediktor yang berpengaruh signifikan, diharapkan dapat mengurangi angka kematian ibu pada tahun-tahun berikutnya apabila diimplementasikan dengan baik dan benar. Saran untuk penelitian selanjutnya adalah menambahkan variabel prediktor lain yang diduga dapat mempengaruhi angka kematian ibu, sehingga informasi dalam upaya yang dilakukan untuk mengurangi angka kematian ibu akan semakin banyak.

## DAFTAR PUSTAKA

- Budiantara, I. N. (2001). *Estimasi Parametrik dan Nonparametrik untuk Pendekatan Kurva Regresi*, Seminar Nasional Statistika V, Jurusan Statistika, FMIPA, ITS, Surabaya.
- Direktorat Jenderal P2PL. (2009). *Informasi Pengendalian Penyakit dan Penyehatan Lingkungan*. Jakarta: Departemen Kesehatan RI.
- Draper, N. R., & Smith, H. (1992). *Analisis Regresi Terapan*. Diterjemahkan oleh Ir. Bambang Sumantri. Jakarta: PT. Gramedia Pustaka Utama.
- Ermalena, M.H.S. (2017). *Indikator Kesehatan SDGs di Indonesia*. Jakarta: The 4th ICTOH.
- Eubank, R.L. (1988). *Spline Smoothing and Nonparametric Regression*. New York: Marcel Dekker.
- Evadiani, E. (2014). *Pemodelan Jumlah Kematian Ibu di Jawa Timur dengan Geographically Weighted Negative Binomial Regression (GWNBR)*. *Jurnal Sains dan Seni ITS*, Vol.3, No.2, 182-187.
- Gujarati, D. (2003). *Basic Econometrics*. (S. Zain, Trans.) Jakarta: Erlangga.
- Hardle, W. (1990). *Applied Nonparametric Regression*. New York: Cambridge University Press.
- Hocking, R. (1996). *Methods and Application of Linier Models*. New York: John Wiley and Sons LTD.
- Kementrian Kesehatan Republik Indonesia (KemenKes RI). (2015). *Petunjuk Teknis Kampanye Imunisasi Measles Rubella (MR)*. Jakarta: Kementrian Kesehatan Republik Indonesia (KEMENKES RI).
- Kemenkes. (2016). *Profil Kesehatan Indonesia 2016*. Jakarta: Kementerian Kesehatan RI.
- Kemenkes Jatim. (2016). *Profil Kesehatan Provinsi Jawa Timur Tahun 2016*. Surabaya: Kementerian Kesehatan RI.

- Kutner, M. H., Nachtsheim, C. J., & Neter, J. (2004). *Applied Linear Regression Models* (4th ed.). New York: McGraw-Hill Companies, Inc.
- Mochtar, R. (1998). *Sinopsis Obstetri* (Vol.1). Jakarta: RGC.
- Mutfi, I.A. (2018). Pemodelan Faktor-Faktor yang Mempengaruhi Jumlah Kematian Ibu di Jawa Timur Menggunakan Metode Geographically Weighted Generalized Poisson Regression. Surabaya: Institut Teknologi Sepuluh Nopember.
- Putri, M.P, dan Puhadi. (2017). Analisis Faktor-Faktor yang Berpengaruh Terhadap Jumlah Kematian Ibu dan Jumlah Kematian Bayi di Provinsi Jawa Tengah dengan Bivariate Generalized Poisson Regression. *Jurnal Sains dan Seni ITS*, Vol.6, 2337-3520.
- Qomariyah, N. (2013). Pemodelan Faktor-Faktor yang Mempengaruhi Jumlah Kematian Ibu di Jawa Timur dengan Pendekatan GWPR (Geographically Weighted Poisson Regression). *Jurnal Sains dan Seni ITS*, Vol.2, No.2, 311-316.
- Setiawan, D., Adilaksana, S. E., dan Ayuputri, I. M. (2017). *Improvement Maternal Health Dengan Regresi Nonparametrik Spline Pada Data Angka Kematian Ibu Di Indonesia*. Surabaya: Institut Teknologi Sepuluh Nopember.
- Wahba, G. (1990). *Spline Models For Observational Data*. Penerbit: Siam.
- Walpole, R. E. (1993). *Pengantar Statistika*. Diterjemahkan oleh Ir. Bambang Sumantri. Edisi Ketiga. Jakarta: PT. Gramedia Pustaka Utama.
- World Health Organization. (1999), Strengthening implementation of the global strategy for Dengue Fever

and Dengue Haemorrhagic Fever, prevention and control. WHO HQ, Geneva.

World Health Organization. (2004). *Maternal Mortality Ratio*. WHO HQ, Geneva. Diakses pada tanggal 13 September 2018 di <http://www.who.int/healthinfo/statistics/indmaternalmortality/en/>.

Women & Children First. (2015). *What is the Safe Motherhood Initiative*. Diakses pada tanggal 13 September 2018 di <https://www.womenandchildrenfirst.org.uk/ourwork/how-we-do-it/34-maternal-mortality/264-what-is-the-safe-motherhood-initiative>.

*(Halaman ini sengaja dikosongkan)*

## LAMPIRAN

**Lampiran 1. Data Angka Kematian Ibu di Jawa Timur dan Faktor-Faktor yang Diduga Mempengaruhinya**

<b>Kabupaten/kota</b>	<b>Y</b>	<b>X1</b>	<b>X2</b>	<b>X3</b>	<b>X4</b>	<b>X5</b>
Pacitan	125.18	61.9	114.06	79.2	0.98	9.55
Ponorogo	111.72	57.4	115.4	84.8	6.39	8.52
Trenggalek	65.73	33.3	97.6	87.6	0	7.47
Tulungagung	131.73	42.5	83.2	91.4	1.29	8.18
Blitar	70.75	54	88.7	90	2.19	5.93
Kediri	65.74	51.1	96	92.2	2.44	6.2
Malang	52.78	30	95.2	95.5	4.19	4.95
Lumajang	118.28	34.8	113.49	88.4	2.51	5.86
Jember	91.01	68	108.48	82.3	0.81	4.96
Banyuwangi	87.01	45.5	87.8	89.5	4.51	7.22
Bondowoso	195.81	19.4	123.9	82.7	1.76	7.39
Situbondo	189.71	25	118.6	87.2	0.11	6.38
Probolinggo	111.62	22.2	129.5	82.9	0.57	6.63
Pasuruan	91.62	44.5	95.1	91.6	4.9	4.85
Sidoarjo	66.22	62.9	74.4	95	4.43	4.86
Mojokerto	140.86	61.9	127.7	85	5.3	6.96
Jombang	87.28	46.4	102.3	89.3	2.35	7.5
Nganjuk	78.78	45.8	83.9	81.6	5.78	4.95
Madiun	107.40	71	91.2	91.1	0.26	8.73
Magetan	106.56	63.9	96.9	90.6	3.11	8.69
Ngawi	56.15	42.5	116.1	87.3	5.51	6.37
Bojonegoro	129.23	59.3	99.7	86.7	3.24	7.33
Tuban	65.94	44.1	84	93.2	0.2	6.31
Lamongan	63.65	65	80	95.6	11.78	7.2
Gresik	82.46	63.2	83.4	86.9	0	7.18
Bangkalan	118.93	71.2	62.1	78.9	0.79	5.17
Sampang	84.51	34.9	96.1	83.9	0	4.53
Pamekasan	105.96	34.4	94.3	89.8	0.22	5.7
Sumenep	72.92	55	92.9	92.6	0.1	5.84
Kota Kediri	94.92	52.7	102.6	90.7	0	14.84
Kota Blitar	236.18	42.5	80.7	84.2	1.07	11.41
Kota Malang	75.29	49.2	84.4	88.6	2.18	8.98
Kota Probolinggo	163.13	63	81.1	92.4	3.44	8.52
Kota Pasuruan	123.00	40.3	75.4	84.7	0.82	9.09
Kota Mojokerto	47.30	59.9	94.5	95.3	0	18.69
Kota Madiun	38.37	63.9	98	97.8	1.08	15.43
Kota Surabaya	78.55	75.1	90.2	98.5	1.62	8.56
Kota Batu	62.48	28.7	90.7	93.6	3.05	9.94

**Lampiran 2.** Nilai GCV Beserta Nilai Titik-Titik Knot dengan  
Menggunakan Satu Titik Knot

No	Knot					GCV
	X <sub>1</sub>	X <sub>2</sub>	X <sub>3</sub>	X <sub>4</sub>	X <sub>5</sub>	
1	20,54	63,48	79.30	0.240	4.82	1961.43
2	21,67	64,85	79.70	0.481	5.11	2077.76
3	22,81	66,23	80.10	0.721	5.40	2063.68
4	23,95	67,60	80.50	0.962	5.69	2065.65
5	25,08	68,98	80.90	1.202	5.97	2079.02
6	26,22	70,35	81.30	1.442	6.26	2033.97
7	27,36	71,73	81.70	1.683	6.55	1999.12
8	28,49	73,10	82.10	1.923	6.84	1962.68
9	29,63	74,48	82.50	2.164	7.13	1955.11
10	30,77	75,86	82.90	2.404	7.42	1928.35
⋮	⋮	⋮	⋮	⋮	⋮	⋮
39	63.73	115.74	94.50	9.376	15.80	2138.65
40	64.87	117.12	94.90	9.616	16.09	2165.19
41	66.01	118.50	95.30	9.857	16.38	2198.75
42	67.14	119.87	95.70	10.097	16.67	2199.95
43	68.28	121.25	96.10	10.338	16.96	2188.23
44	69.42	122.62	96.50	10.578	17.25	2171.33
45	70.55	124.00	96.90	10.818	17.53	2139.67
46	71.69	125.37	97.30	11.059	17.82	2146.96
47	72.83	126.75	97.70	11.299	18.11	2138.47
48	73.96	128.12	98.10	11.540	18.40	2119.06
39	63.73	115.74	94.50	9.376	15.80	2138.65

**Lampiran 3.** Nilai GCV Beserta Nilai Titik-Titik Knot dengan Menggunakan Dua Titik Knot

No	Knot					GCV
	X <sub>1</sub>	X <sub>2</sub>	X <sub>3</sub>	X <sub>4</sub>	X <sub>5</sub>	
1	19,40	62,10	78,90	0	4,53	2071.29
	20,54	63,58	79,30	0,24	4,82	
2	19,40	62,10	78,90	0	4,53	2077.76
	21,67	64,85	79,70	0,48	5,11	
3	19,40	62,10	78,90	0	4,53	2063.68
	22,81	66,23	80,10	0,72	5,40	
4	19,40	62,10	78,90	0	4,53	2065.65
	23,95	67,60	80,50	0,96	5,69	
5	19,40	62,10	78,90	0	4,53	2079.02
	25,08	68,98	80,90	1,20	5,97	
⋮	⋮	⋮	⋮	⋮	⋮	⋮
1221	71,69	125,37	97,30	11,06	17,82	2208.75
	73,96	128,12	98,10	11,54	18,40	
1222	71,69	125,37	97,30	11,06	17,82	2146.96
	75,10	129,50	98,50	11,78	18,69	
1223	72,83	126,75	97,70	11,30	18,11	2208.75
	73,96	128,12	98,10	11,54	18,40	
1224	72,83	126,75	97,70	11,30	18,11	2138.47
	75,10	129,50	98,50	11,78	18,69	
1225	72,83	128,12	98,10	11,54	18,40	2119.06
	75,10	129,50	98,50	11,78	18,69	

**Lampiran 4.** Nilai GCV Beserta Nilai Titik-Titik Knot dengan Menggunakan Tiga Titik Knot

No	Knot					GCV
	X <sub>1</sub>	X <sub>2</sub>	X <sub>3</sub>	X <sub>4</sub>	X <sub>5</sub>	
1	20,53	63,47	79,3	0,24	4,18	2437,09
	21,67	64,85	79,7	0,48	5,11	
	22,81	66,22	80,1	0,72	5,39	
2	20,53	63,47	79,3	0,24	4,18	2598,52
	21,67	64,85	79,7	0,48	5,11	
	23,94	67,60	80,5	0,96	5,68	
3	20,53	63,47	79,3	0,24	4,18	2664,85
	21,67	64,85	79,7	0,48	5,11	
	25,08	68,98	80,9	1,20	5,97	
4	20,53	63,47	79,3	0,24	4,18	2755,96
	21,67	64,85	79,7	0,48	5,11	
	26,22	70,35	81,3	1,44	6,27	
5	20,53	63,47	79,3	0,24	4,18	2756,35
	21,67	64,85	79,7	0,48	5,11	
	27,36	71,73	81,7	1,68	6,55	
⋮	⋮	⋮	⋮	⋮	⋮	⋮
17292	69,42	122,62	96,5	10,58	17,24	2346,46
	72,83	126,75	97,7	11,29	18,11	
	73,96	128,12	98,1	11,54	18,40	
17293	70,55	123,99	96,9	10,82	17,53	2373,50
	71,69	125,37	97,3	11,06	17,82	
	72,83	126,75	97,7	11,29	18,11	
17294	70,55	123,99	96,9	10,82	17,53	2373,50
	71,69	125,37	97,3	11,06	17,82	
	73,96	128,12	98,1	11,54	18,40	
17295	70,55	123,99	96,9	10,82	17,53	2373,50
	71,69	125,37	97,7	11,29	18,11	
	72,83	128,12	98,1	11,54	18,40	
17296	71,69	125,37	97,3	11,06	17,82	2208,752
	72,83	126,75	97,7	11,29	18,11	
	73,96	128,12	98,1	11,54	18,40	

**Lampiran 5.** Nilai GCV dengan Menggunakan Kombinasi Titik Knot

<b>No</b>	<b>GCV</b>	<b>Kombinasi Knot</b>
1	1641.0719	1 1 1 1 1
2	1641.0719	1 1 1 1 2
3	2019.249	1 1 1 1 3
4	1641.0719	1 1 1 2 1
5	1641.0719	1 1 1 2 2
6	2019.249	1 1 1 2 3
7	1799.8371	1 1 1 3 1
8	1799.8371	1 1 1 3 2
9	2303.4842	1 1 1 3 3
10	1641.0719	1 1 2 1 1
⋮	⋮	⋮
234	1350.2628	3 3 2 3 3
235	1025.5621	3 3 3 1 1
236	1025.5621	3 3 3 1 2
237	847.40406	3 3 3 1 3
238	1025.5621	3 3 3 2 1
239	1025.5621	3 3 3 2 2
240	847.40406	3 3 3 2 3
241	1251.3181	3 3 3 3 1
242	1251.3181	3 3 3 3 2
243	1013.2329	3 3 3 3 3

### **Lampiran 6. Data Residual**

<b>Data ke-i</b>	<b>Residual (<math>e_i</math>)</b>
1	-7.147212838
2	-20.71050652
3	1.730631547
4	3.603022744
5	-20.53063063
6	-8.984412524
7	1.843431461
8	12.48222768
9	8.75931531
10	11.35064179
11	14.6640321
12	22.45747748
13	-32.50341862
14	15.54516804
15	-12.18013181
16	17.14026459
17	7.109908026
18	12.78203914
19	5.491092556
20	11.4340903
21	-35.95597783
22	21.0699775
23	3.827493477
24	0.522081483
25	-30.97185422
26	0.915799386
27	5.058891073
28	-9.80416618
29	-7.659565777
30	17.78043351
31	-3.372594052
32	-15.18732163
33	5.86342133
34	11.26433241
35	-3.798540871
36	-6.94584231
37	10.85396031
38	-7.797557544

**Lampiran 7. Output Minitab Estimasi Parameter Regresi Nonparametrik *Spline* dengan Kombinasi Titik Knot (3 3 3 1 3)**

Estimasi Parameter

```

=====
[ ,1]
[1,] 2335.969084
[2,] -16.608356
[3,] 45.912349
[4,] -55.423552
[5,] 27.105551
[6,] 3.315663
[7,] 114.490603
[8,] -359.849959
[9,] 242.157397
[10,] -24.248380
[11,] 101.187781
[12,] 14.009490
[13,] -96.691433
[14,] -1.008320
[15,] -59.308653
[16,] -10.152257
[17,] 161.326902
[18,] -403.053844
[19,] 250.208863

```

-----  
Kesimpulan hasil uji serentak

-----  
Tolak Ho yakni minimal terdapat 1 prediktor yang signifikan

-----  
Kesimpulan hasil uji individu

-----  
Tolak Ho yakni prediktor signifikan dengan pvalue  
0.005230449  
Tolak Ho yakni prediktor signifikan dengan pvalue  
0.000530546  
Tolak Ho yakni prediktor signifikan dengan pvalue  
0.01876085  
Gagal tolak Ho yakni prediktor tidak signifikan dengan  
pvalue 0.143493  
Gagal tolak Ho yakni prediktor tidak signifikan dengan  
pvalue 0.2797347  
Gagal tolak Ho yakni prediktor tidak signifikan dengan  
pvalue 0.3182725  
Tolak Ho yakni prediktor signifikan dengan pvalue  
0.0002134804  
Tolak Ho yakni prediktor signifikan dengan pvalue  
6.393938e-05  
Tolak Ho yakni prediktor signifikan dengan pvalue  
6.204244e-05

Tolak Ho yakni prediktor signifikan dengan pvalue  
0.02229489  
 Gagal tolak Ho yakni prediktor tidak signifikan dengan  
pvalue 0.1152864  
 Gagal tolak Ho yakni prediktor tidak signifikan dengan  
pvalue 0.9188478  
 Gagal tolak Ho yakni prediktor tidak signifikan dengan  
pvalue 0.2955412  
 Gagal tolak Ho yakni prediktor tidak signifikan dengan  
pvalue 0.6885881  
 Tolak Ho yakni prediktor signifikan dengan pvalue  
0.0001420714  
 Gagal tolak Ho yakni prediktor tidak signifikan dengan  
pvalue 0.1654731  
 Tolak Ho yakni prediktor signifikan dengan pvalue  
0.007998017  
 Tolak Ho yakni prediktor signifikan dengan pvalue  
0.01517457  
 Tolak Ho yakni prediktor signifikan dengan pvalue  
0.02773675

=====  
 nilai t hitung  
 =====

[,1]  
 [1,] 3.1535844  
 [2,] -4.1609492  
 [3,] 2.5696190  
 [4,] -1.5259662  
 [5,] 1.1126596  
 [6,] 1.0249228  
 [7,] 4.5610653  
 [8,] -5.0977430  
 [9,] 5.1112889  
 [10,] -2.4880439  
 [11,] 1.6504403  
 [12,] 0.1032484  
 [13,] -1.0756787  
 [14,] -0.4069562  
 [15,] -4.7412472  
 [16,] -1.4423973  
 [17,] 2.9625081  
 [18,] -2.6688288  
 [19,] 2.3835532

Analysis of Variance

=====  

Sumber	df	SS	MS	Fhit
Regresi	18	59213.97	3289.665	7.262405
Error	19	8606.464	452.9718	
Total	37	67820.43		

 =====

s= 21.28313 Rsq= 87.30992  
 pvalue(F)= 3.775345e-05

**Lampiran 8. Output Minitab Estimasi Parameter Regresi Nonparametrik *Spline* dengan Kombinasi Titik Knot (3 3 3 2 3)**

```

=====
Estimasi Parameter
=====
          [,1]
[1,]  2.005068e+03
[2,] -1.389356e+01
[3,]  8.757335e+01
[4,] -1.159742e+02
[5,]  4.332984e+01
[6,]  3.183433e+00
[7,]  2.031506e+02
[8,] -4.252818e+02
[9,]  2.190636e+02
[10,] -2.115507e+01
[11,]  2.278461e+02
[12,] -1.787202e+02
[13,] -3.371745e+01
[14,] -1.062775e+00
[15,] -5.180472e+01
[16,] -1.134863e-11
[17,] -5.522163e+00
[18,]  3.780885e+02
[19,] -7.151291e+02
[20,]  3.409724e+02
-----
kesimpulan hasil uji serentak
-----
Tolak Ho yakni minimal terdapat 1 prediktor yang signifikan

-----
kesimpulan hasil uji individu
-----
Tolak Ho yakni prediktor signifikan dengan pvalue
0.009035765
Tolak Ho yakni prediktor signifikan dengan pvalue
0.0003678734
Tolak Ho yakni prediktor signifikan dengan pvalue
0.01209228
Tolak Ho yakni prediktor signifikan dengan pvalue
0.04339379
Gagal tolak Ho yakni prediktor tidak signifikan dengan
pvalue 0.1314111
Gagal tolak Ho yakni prediktor tidak signifikan dengan
pvalue 0.3344267
Tolak Ho yakni prediktor signifikan dengan pvalue
0.004074454

```

```

Tolak Ho yakni prediktor signifikan dengan pvalue
0.001923793
Tolak Ho yakni prediktor signifikan dengan pvalue
0.001402631
Tolak Ho yakni prediktor signifikan dengan pvalue
0.03471077
Gagal tolak Ho yakni prediktor tidak signifikan dengan
pvalue 0.1819327
Gagal tolak Ho yakni prediktor tidak signifikan dengan
pvalue 0.5248156
Gagal tolak Ho yakni prediktor tidak signifikan dengan
pvalue 0.7923296
Gagal tolak Ho yakni prediktor tidak signifikan dengan
pvalue 0.6689768
Tolak Ho yakni prediktor signifikan dengan pvalue
0.001606988
Tolak Ho yakni prediktor signifikan dengan pvalue
3.876939e-11
Gagal tolak Ho yakni prediktor tidak signifikan dengan
pvalue 0.4304693
Tolak Ho yakni prediktor signifikan dengan pvalue
0.01174871
Tolak Ho yakni prediktor signifikan dengan pvalue
0.01167636
Tolak Ho yakni prediktor signifikan dengan pvalue
0.01707365

```

```

=====
nilai t hitung
=====

```

```

          [,1]
[1,]  2.9253813
[2,] -4.3715931
[3,]  2.7900277
[4,] -2.1727914
[5,]  1.5804709
[6,]  0.9918309
[7,]  3.2895210
[8,] -3.6279439
[9,]  3.7698151
[10,] -2.2843255
[11,]  1.3884891
[12,] -0.6485534
[13,] -0.2672303
[14,] -0.4346581
[15,] -3.7087627
[16,] -14.0401840
[17,] -0.8065228
[18,]  2.8034823
[19,] -2.8063641
[20,]  2.6277095

```

```

Analysis of Variance
=====

```

Sumber	df	SS	MS	Fhit
Regresi	19	59770.1	3145.795	7.033779
Error	18	8050.339	447.241	
Total	37	67820.43		

=====  
s= 21.14807    Rsq= 88.12992  
pvalue(F)= 6.228877e-05

### Lampiran 9. Output Minitab Uji Glejser

Kesimpulan hasil uji serentak

-----  
 Gagal Tolak Ho yakni semua prediktor tidak berpengaruh signifikan atau tidak terjadi heteroskedastisitas

Analysis of Variance

```
=====
Sumber      df      SS      MS      Fhit
Regresi     19  1654.187  87.06248  1.377833
Error       18  1137.384  63.18797
Total       37  2791.571
=====
```

```
=====
s= 7.949086      Rsq= 59.2565
pvalue(F)= 0.2504182
```

**Lampiran 10.** Syntax Program R Regresi Nonparametrik *Spline* dengan Satu Titik Knot

```
GCV1=function(para)
{
  data=read.table("d://Dataaki.txt",header=TRUE)
  data=as.matrix(data)
  p=length(data[,1])
  q=length(data[1,])
  m=ncol(data)-para-1
  dataA=data[(para+2):q]
  F=matrix(0,nrow=p,ncol=p)
  diag(F)=1
  nk= length(seq(min(data[,2]),max(data[,2]),length.out=50))
  knot1=matrix(ncol=m,nrow=nk)
  for (i in (1:m))
  {
    for (j in (1:nk))
    {
      a=seq(min(dataA[,i]),max(dataA[,i]),length.out=50)
      knot1[j,i]=a[j]
    }
  }
  a1=length(knot1[,1])
  knot1=knot1[2:(a1-1),]
  aa=rep(1,p)
  data1=matrix(ncol=m,nrow=p)
  data2=data[,2:q]
  a2=nrow(knot1)
  GCV=rep(NA,a2)
  Rsq=rep(NA,a2)
  for (i in 1:a2)
  {
    for (j in 1:m)
    {
      for (k in 1:p)
```

```

{
  if (data[k,(j+para+1)]<knot1[i,j]) data1[k,j]=0 else
  data1[k,j]=data[k,(j+para+1)]-knot1[i,j]
}
}
mx=cbind(aa,data2,data1)
mx=as.matrix(mx)
C=pinv(t(mx)%*%mx)
B=C%*%(t(mx)%*%data[,1])
yhat=mx%*%B
SSE=0
SSR=0
for (r in (1:p))
{
  sum=(data[r,1]-yhat[r,])^2
  sum1=(yhat[r,]-mean(data[,1]))^2
  SSE=SSE+sum
  SSR=SSR+sum1
}
Rsqr[i]=(SSR/(SSE+SSR))*100
MSE=SSE/p
A=mx%*%C%*%t(mx)
A1=(F-A)
A2=(sum(diag(A1))/p)^2
GCV[i]=MSE/A2
}
GCV=as.matrix(GCV)
Rsqr=as.matrix(Rsqr)
cat("=====\n")
cat("Nilai Knot dengan Spline linear 1 knot","\n")
cat("=====\n")
print (knot1)
cat("=====\n")
cat("Rsqr dengan Spline linear 1 knot","\n")
cat("=====\n")
print (Rsqr)

```

```
cat("=====", "\n")
cat("HASIL GCV dengan Spline linear 1 knot", "\n")
cat("=====", "\n")
print (GCV)
s1=min(GCV)
print(max(Rsq))
cat("=====", "\n")
cat("HASIL GCV terkecil dengan Spline linear 1 knot", "\n")
cat("=====", "\n")
cat(" GCV =", s1, "\n")
write.table(GCV, file="d:/output GCV1.txt", sep=";")
write.table(Rsq, file="d:/output Rsq1.txt", sep=";")
write.table(knot1, file="d:/output knot1.txt", sep=";")
}
```

**Lampiran 11.** Syntax Program R Regresi Nonparametrik *Spline* dengan Dua Titik Knot

```
GCV2=function()
{
  data=read.table("D:/Dataaki.txt", header=TRUE)
  data=as.matrix(data)
  p=length(data[,1])
  q=length(data[1,])
  m=ncol(data)-1
  F=matrix(0,nrow=p,ncol=p)
  diag(F)=1
  nk= length(seq(min(data[,2]),max(data[,2]),length.out=50))
  knot=matrix(ncol=m,nrow=nk)
  for (i in (1:m))
  {
    for (j in (1:nk))
    {
      a=seq(min(data[,i+1]),max(data[,i+1]),length.out=50)
      knot[j,i]=a[j]
    }
  }
  z=(nk*(nk-1)/2)
  knot2=cbind(rep(NA,(z+1)))
  for (i in (1:m))
  {
    knot1=rbind(rep(NA,2))
    for (j in 1:(nk-1))
    {
      for (k in (j+1):nk)
      {
        xx=cbind(knot[j,i],knot[k,i])
        knot1=rbind(knot1,xx)
      }
    }
  }
  knot2=cbind(knot2,knot1)
}
```

```

}
knot2=knot2[2:(z+1),2:(2*m+1)]
aa=rep(1,p)
data2=matrix(ncol=(2*m),nrow=p)
data1=data[,2:q]
a1=length(knot2[,1])
GCV=rep(NA,a1)
Rsq=rep(NA,a1)
for (i in 1:a1)
{
  for (j in 1:(2*m))
  {
    if (mod(j,2)==1) b=floor(j/2)+1 else b=j/2
    for (k in 1:p)
    {
      if (data1[k,b]<knot2[i,j]) data2[k,j]=0 else data2[k,j]=data1[k,b]-
      knot2[i,j]
    }
  }
  mx=cbind(aa,data1,data2)
  mx=as.matrix(mx)
  C=pinv(t(mx)%*%mx)
  B=C%*%(t(mx)%*%data[,1])
  yhat=mx%*%B
  SSE=0
  SSR=0
  for (r in (1:p))
  {
    sum=(data[r,1]-yhat[r,])^2
    sum1=(yhat[r,]-mean(data[,1]))^2
    SSE=SSE+sum
    SSR=SSR+sum1
  }
  Rsq[i]=(SSR/(SSE+SSR))*100
  MSE=SSE/p
  A=mx%*%C%*%t(mx)

```

```

A1=(F-A)
A2=(sum(diag(A1))/p)^2
GCV[i]=MSE/A2
}
GCV=as.matrix(GCV)
Rsq=as.matrix(Rsq)

cat("=====", "\n")
cat("Nilai Knot dengan Spline linear 2 knot", "\n")
cat("=====", "\n")
print (knot2)

cat("=====", "\n")
cat("Rsq dengan Spline linear 2 knot", "\n")
cat("=====", "\n")
print (Rsq)

cat("=====", "\n")
cat("HASIL GCV dengan Spline linear 2 knot", "\n")
cat("=====", "\n")
print (GCV)
s1=min(GCV)

cat("=====", "\n")
cat("HASIL GCV terkecil dengan Spline linear 2 knot", "\n")
cat("=====", "\n")
cat(" GCV =",s1, "\n")
write.table(GCV,file="d:/output GCV2.csv",sep=";")
write.table(Rsq,file="d:/output Rsq2.csv",sep=";")
write.table(knot2,file="d:/output knot2.csv",sep=";")
}

```

**Lampiran 12.** Syntax Program R Regresi Nonparametrik *Spline* dengan Tiga Titik Knot

```
GCV3=function(para)
{
  data=read.table("d://Dataaki.txt",header=TRUE)
  data=as.matrix(data)
  p=length(data[,1])
  q=length(data[1,])
  m=ncol(data)-para-1
  F=matrix(0,nrow=p,ncol=p)
  dataA=data[, (para+2):q]
  diag(F)=1
  nk= length(seq(min(data[,2]),max(data[,2]),length.out=50))
  knot=matrix(ncol=m,nrow=nk)
  for (i in (1:m))
  {
    for (j in (1:nk))
    {
      a=seq(min(dataA[,i]),max(dataA[,i]),length.out=50)
      knot[j,i]=a[j]
    }
  }
  knot=knot[2:(nk-1),]
  a2=nrow(knot)
  z=(a2*(a2-1)*(a2-2)/6)
  knot1=cbind(rep(NA,(z+1)))
  for (i in (1:m))
  {
    knot2=rbind(rep(NA,3))
    for (j in 1:(a2-2))
    {
      for (k in (j+1):(a2-1))
      {
        for (g in (k+1):a2)
        {
```

```

        xx=cbind(knot[j,i],knot[k,i],knot[g,i])
        knot2=rbind(knot2,xx)
    }
}
}
knot1=cbind(knot1,knot2)
}
knot1=knot1[2:(z+1),2:(3*m+1)]
aa=rep(1,p)
data1=matrix(ncol=(3*m),nrow=p)
data2=data[, (para+2):q]
a1=length(knot1[,1])
GCV=rep(NA,a1)
Rsqr=rep(NA,a1)
for (i in 1:a1)
{
  for (j in 1:ncol(knot1))
  {
    b=ceiling(j/3)
    for (k in 1:p)
    {
      if (data2[k,b]<knot1[i,j]) data1[k,j]=0 else data1[k,j]=data2[k,b]-
knot1[i,j]
    }
  }
  mx=cbind(aa,data[,2:q],data1)
  mx=as.matrix(mx)
  C=pinv(t(mx)%*%mx)
  B=C%*%(t(mx)%*%data[,1])
  yhat=mx%*%B
  SSE=0
  SSR=0
  for (r in (1:p))
  {
    sum=(data[r,1]-yhat[r,])^2
    sum1=(yhat[r,]-mean(data[,1]))^2

```

```

SSE=SSE+sum
SSR=SSR+sum1
}
Rsq[i]=(SSR/(SSE+SSR))*100
MSE=SSE/p
A=mx%*%C%*%t(mx)
A1=(F-A)
A2=(sum(diag(A1))/p)^2
GCV[i]=MSE/A2
}
GCV=as.matrix(GCV)
Rsq=as.matrix(Rsq)
cat("=====", "\n")
cat("Nilai Knot dengan Spline linear 3 knot", "\n")
cat("=====", "\n")
print(knot1)
cat("=====", "\n")
cat("Rsq dengan Spline linear 3 knot", "\n")
cat("=====", "\n")
print(Rsq)
r=max(Rsq)
print(r)
cat("=====", "\n")
cat("HASIL GCV dengan Spline linear 3 knot", "\n")
cat("=====", "\n")
print(GCV)
s1=min(GCV)
cat("=====", "\n")
cat("HASIL GCV terkecil dengan Spline linear 3 knot", "\n")
cat("=====", "\n")
cat(" GCV =",s1, "\n")
write.table(GCV,file="d:/output GCV3.txt",sep=";")
write.table(Rsq,file="d:/output Rsq3.txt",sep=";")
write.table(knot1,file="d:/output knot3.txt",sep=";")
}

```

**Lampiran 13.** Syntax Program RRegresi Nonparametrik *Spline* dengan Kombinasi Knot

```
GCVkom=function(para)
{
  data=read.table("d://Dataaki.txt",header=TRUE)
  data=as.matrix(data)
  p1=length(data[,1])
  q1=length(data[1,])
  v=para+2
  F=matrix(0,nrow=p1,ncol=p1)
  diag(F)=1
  x1=read.table("d://X1.txt")
  x2=read.table("d://X2.txt")
  x3=read.table("d://X3.txt")
  x4=read.table("d://X4.txt")
  x5=read.table("d://X5.txt")
  n2=nrow(x1)
  a=matrix(nrow=5,ncol=3^5)
  m=0
  for (i in 1:3)
    for (j in 1:3)
      for (k in 1:3)
        for (l in 1:3)
          for (s in 1:3)
            {
              m=m+1
              a[,m]=c(i,j,k,l,s)
            }
  a=t(a)
  GCV=matrix(nrow=nrow(x1),ncol=3^5)
  for (i in 1:3^5)
    {
      for (h in 1:nrow(x1))
        {
          if (a[i,1]==1)
```

```

{
  gab=as.matrix(x1[,1])
  gen=as.matrix(data[,v])
  aa=matrix(nrow=nrow(x1)*nrow(data),ncol=1)
  for (j in 1:1)
    for (w in 1:nrow(data))
      {
        if (gen[w,j]<gab[h,j]) aa[w,j]=0 else aa[w,j]=gen[w,j]-gab[h,j]
      }
}
else
  if (a[i,1]==2)
    {
      gab=as.matrix(x1[,2:3])
      gen=as.matrix(cbind(data[,v],data[,v]))
      aa=matrix(nrow=nrow(x1)*nrow(data),ncol=2)
      for (j in 1:2)
        for (w in 1:nrow(data))
          {
            if (gen[w,j]<gab[h,j]) aa[w,j]=0 else aa[w,j]=gen[w,j]-gab[h,j]
          }
    }
  else
    {
      gab=as.matrix(x1[,4:6])
      gen=as.matrix(cbind(data[,v],data[,v],data[,v]))
      aa=matrix(nrow=nrow(x1)*nrow(data),ncol=3)
      for (j in 1:3)
        for (w in 1:nrow(data))
          {
            if (gen[w,j]<gab[h,j]) aa[w,j]=0 else aa[w,j]=gen[w,j]-gab[h,j]
          }
    }
  if (a[i,2]==1)
    {
      gab=as.matrix(x2[,1] )

```

```

gen=as.matrix(data[, (v+1)])
bb=matrix(nrow=nrow(x1)*nrow(data),ncol=1)
for (j in 1:1)
  for (w in 1:nrow(data))
    {
      if (gen[w,j]<gab[h,j]) bb[w,j]=0 else bb[w,j]=gen[w,j]-gab[h,j]
    }
}
else
if (a[i,2]==2)
{
gab=as.matrix(x2[,2:3])
gen=as.matrix(cbind(data[, (v+1)],data[, (v+1)]))
bb=matrix(nrow=nrow(x1)*nrow(data),ncol=2)
for (j in 1:2)
  for (w in 1:nrow(data))
    {
      if (gen[w,j]<gab[h,j]) bb[w,j]=0 else bb[w,j]=gen[w,j]-
      gab[h,j]
    }
}
else
{
gab=as.matrix(x2[,4:6])
gen=as.matrix(cbind(data[, (v+1)],data[, (v+1)],data[, (v+1)]))
bb=matrix(nrow=nrow(x1)*nrow(data),ncol=3)
for (j in 1:3)
  for (w in 1:nrow(data))
    {
      if (gen[w,j]<gab[h,j]) bb[w,j]=0 else bb[w,j]=gen[w,j]-gab[h,j]
    }
}
if (a[i,3]==1)
{
gab=as.matrix(x3[,1])
gen=as.matrix(data[, (v+2)])

```

```

cc=matrix(nrow=nrow(x1)*nrow(data),ncol=1)
for (j in 1:1)
  for (w in 1:nrow(data))
    {
      if (gen[w,j]<gab[h,j]) cc[w,j]=0 else cc[w,j]=gen[w,j]-gab[h,j]
    }
  }
else
if (a[i,3]==2)
  {
    gab=as.matrix(x3[,2:3] )
    gen=as.matrix(cbind(data[, (v+2)],data[, (v+2)]))
    cc=matrix(nrow=nrow(x1)*nrow(data),ncol=2)
    for (j in 1:2)
      for (w in 1:nrow(data))
        {
          if (gen[w,j]<gab[h,j]) cc[w,j]=0 else cc[w,j]=gen[w,j]-gab[h,j]
        }
      }
  }
else
  {
    gab=as.matrix(x3[,4:6])
    gen=as.matrix(cbind(data[, (v+2)],data[, (v+2)],data[, (v+2)]))
    cc=matrix(nrow=nrow(x1)*nrow(data),ncol=3)
    for (j in 1:3)
      for (w in 1:nrow(data))
        {
          if (gen[w,j]<gab[h,j]) cc[w,j]=0 else cc[w,j]=gen[w,j]-gab[h,j]
        }
      }
  }
if (a[i,4]==1)
  {
    gab=as.matrix(x4[,1] )
    gen=as.matrix(data[, (v+3)])
    dd=matrix(nrow=nrow(x1)*nrow(data),ncol=1)
    for (j in 1:1)

```

```

    for (w in 1:nrow(data))
    {
      if (gen[w,j]<gab[h,j]) dd[w,j]=0 else dd[w,j]=gen[w,j]-gab[h,j]
    }
  }
else
  if (a[i,4]==2)
  {
    gab=as.matrix(x4[,2:3] )
    gen=as.matrix(cbind(data[, (v+3)],data[, (v+3)]))
    dd=matrix(nrow=nrow(x1)*nrow(data),ncol=2)
    for (j in 1:2)
      for (w in 1:nrow(data))
      {
        if (gen[w,j]<gab[h,j]) dd[w,j]=0 else dd[w,j]=gen[w,j]-
gab[h,j]
      }
    }
  }
else
  {
    gab=as.matrix(x4[,4:6])
    gen=as.matrix(cbind(data[, (v+3)],data[, (v+3)],data[, (v+3)]))
    dd=matrix(nrow=nrow(x1)*nrow(data),ncol=3)
    for (j in 1:3)
      for (w in 1:nrow(data))
      {
        if (gen[w,j]<gab[h,j]) dd[w,j]=0 else dd[w,j]=gen[w,j]-gab[h,j]
      }
    }
  }
  if (a[i,5]==1)
  {
    gab=as.matrix(x5[,1] )
    gen=as.matrix(data[, (v+4)])
    ee=matrix(nrow=nrow(x1)*nrow(data),ncol=1)
    for (j in 1:1)
      for (w in 1:nrow(data))

```

```

    {
      if (gen[w,j]<gab[h,j]) ee[w,j]=0 else ee[w,j]=gen[w,j]-gab[h,j]
    }
  }
else
  if (a[i,5]==2)
  {
    gab=as.matrix(x5[,2:3] )
    gen=as.matrix(cbind(data[, (v+4)],data[, (v+4)]))
    ee=matrix(nrow=nrow(x1)*nrow(data),ncol=2)
    for (j in 1:2)
      for (w in 1:nrow(data))
        {
          if (gen[w,j]<gab[h,j]) ee[w,j]=0 else ee[w,j]=gen[w,j]-gab[h,j]
        }
      }
  }
else
  {
    gab=as.matrix(x5[,4:6])
    gen=as.matrix(cbind(data[, (v+4)],data[, (v+4)],data[, (v+4)]))
    ee=matrix(nrow=nrow(x1)*nrow(data),ncol=3)
    for (j in 1:3)
      for (w in 1:nrow(data))
        {
          if (gen[w,j]<gab[h,j]) ee[w,j]=0 else ee[w,j]=gen[w,j]-gab[h,j]
        }
      }
  }
ma=as.matrix(cbind(aa,bb,cc,dd,ee))
mx=cbind(rep(1,nrow(data)),data[,2:q1],na.omit(ma))
mx=as.matrix(mx)
C=pinv(t(mx)%*%mx)
B=C%*%(t(mx)%*%data[,1])
yhat=mx%*%B
SSE=0
SSR=0
for (r in 1:nrow(data))

```

```

{
  sum=(data[r,1]-yhat[r,])^2
  sum1=(yhat[r,]-mean(data[,1]))^2
  SSE=SSE+sum
  SSR=SSR+sum1
}
Rsqr=(SSR/(SSE+SSR))*100
MSE=SSE/p1
A=mx%*%C%*%t(mx)
A1=(F-A)
A2=(sum(diag(A1))/p1)^2
GCV[h,i]=MSE/A2
}
if (a[i,1]==1) sp=x1[,1] else
if (a[i,1]==2) sp=x1[,2:3] else
  sp=x1[,4:6]
if (a[i,2]==1) spl=x2[,1] else
if (a[i,2]==2) spl=x2[,2:3] else
  spl=x2[,4:6]
if (a[i,3]==1) splin=x3[,1] else
if (a[i,3]==2) splin=x3[,2:3] else
  splin=x3[,4:6]
if (a[i,4]==1) spline=x4[,1] else
if (a[i,4]==2) spline=x4[,2:3] else
  spline=x4[,4:6]
if (a[i,5]==1) splines=x5[,1] else
if (a[i,5]==2) splines=x5[,2:3] else
  splines=x5[,4:6]
kkk=cbind(sp,spl,splin,spline,splines)
cat("=====", "\n")
print(i)
print(kkk)
print(Rsqr)
}
write.table(GCV,file="d:/output GCV kombinasi.txt",sep=";")
write.table(Rsqr,file="d:/output Rsq kombinasi.txt",sep=";") }

```

### Lampiran 14. Syntax Program R Estimasi Parameter dengan Metode OLS

```

uji=function(alpha,para)
{
  data=read.csv("e:/New folder (5)/Dataaki.txt", sep='\t')
  knot=read.table("e:/New folder (5)/knot.txt", sep='\t')
  data=as.matrix(data)
  knot=as.matrix(knot)
  ybar=mean(data[,1])
  m=para+2
  p=nrow(data)
  q=ncol(data)

  dataA=cbind(data[,m],data[,m],data[,m],data[,m+1],data[,m+1],data[,
m+1],data[,m+2],data[,m+2],data[,m+2],data[,m+3],data[,m+3],data[,
m+4],data[,m+4],data[,m+4])
  dataA=as.matrix(dataA)
  satu=rep(1,p)
  n1=ncol(knot)
  data.knot=matrix(ncol=n1,nrow=p)
  for (i in 1:n1)
  {
    for(j in 1:p)
    {
      if (dataA[j,i]<knot[1,i]) data.knot[j,i]=0 else
data.knot[j,i]=dataA[j,i]-knot[1,i]
    }
  }

  mx=cbind(satu,data[,2],data.knot[,1:3],data[,3],data.knot[,4:6],data[,4]
,data.knot[,7:9],data[,5],data.knot[,10:11],data[,6],data.knot[,12:14])
  mx=as.matrix(mx)
  B=(pinv(t(mx)%*%mx))%*%t(mx)%*%data[,1]
  cat("=====\n")
  cat("Estimasi Parameter", "\n")
}

```

```

cat("=====", "\n")
print (B)
n1=nrow(B)
yhat=mx%*%B
res=data[,1]-yhat
SSE=sum((data[,1]-yhat)^2)
SSR=sum((yhat-ybar)^2)
SST=SSR+SSE
MSE=SSE/(p-n1)
MSR=SSR/(n1-1)
Rsq=(SSR/(SSR+SSE))*100

#uji F (uji serentak)
Fhit=MSR/MSE
pvalue=pf(Fhit,(n1-1),(p-n1),lower.tail=FALSE)
if (pvalue<=alpha)
{
  cat("-----", "\n")
  cat("Kesimpulan hasil uji serentak", "\n")
  cat("-----", "\n")
  cat("Tolak Ho yakni minimal terdapat 1 prediktor yang
signifikan", "\n")
  cat("", "\n")
}
else
{
  cat("-----", "\n")
  cat("Kesimpulan hasil uji serentak", "\n")
  cat("-----", "\n")
  cat("Gagal Tolak Ho yakni semua prediktor tidak berpengaruh
signifikan", "\n")
  cat("", "\n")
}

#uji t (uji individu)

```

```

thit=rep(NA,n1)
pval=rep(NA,n1)
SE=sqrt(diag(MSE*(pinv(t(mx)%*%mx))))
cat("-----","\n")
cat("Kesimpulan hasil uji individu","\n")
cat("-----","\n")
thit=rep(NA,n1)
pval=rep(NA,n1)
for (i in 1:n1)
{
  thit[i]=B[i,1]/SE[i]
  pval[i]=2*(pt(abs(thit[i]),(p-n1),lower.tail=FALSE))
  if (pval[i]<=alpha) cat("Tolak Ho yakni prediktor signifikan dengan
pvalue",pval[i],"\\n") else cat("Gagal tolak Ho yakni prediktor tidak
signifikan dengan pvalue",pval[i],"\\n")
}
thit=as.matrix(thit)
cat("=====","\\n")
cat("nilai t hitung","\\n")
cat("=====","\\n")
print (thit)
cat("Analysis of Variance","\\n")
cat("=====","\\n")
cat("Sumber    df    SS    MS    Fhit","\\n")
cat("Regresi    ,(n1-1), " ,SSR," ,MSR," ,Fhit,"\\n")
cat("Error      ,p-n1, " ,SSE," ,MSE,"\\n")
cat("Total      ,p-1, " ,SST,"\\n")
cat("=====","\\n")
cat("s=",sqrt(MSE)," Rsq=",Rsq,"\\n")
cat("pvalue(F)=",pvalue,"\\n")
write.csv(res,file="e:/output uji residual knot.csv")
write.csv(pval,file="e:/output uji pvalue knot.csv")
write.csv(mx,file="e:/output uji mx knot.csv")
write.csv(yhat,file="e:/output uji yhat knot.csv")
}

```

### Lampiran 15. Syntax Program R Uji *Glejser*

```

glejser=function(data,knot,res,alpha,para)
{
data=read.table("d:/Dataaki.txt")
knot=read.table("d:/knot.txt")
res=read.table("d:/residual.txt")
data=as.matrix(data)
knot=as.matrix(knot)
res=abs(res)
res=as.matrix(res)
rbar=mean(res)
m=para+2
p=nrow(data)
q=ncol(data)
dataA=cbind(data[,m],data[,m],data[,m],data[,m+1],data[,m+1],data[,
m+1],data[,m+2],data[,m+2],data[,m+2],data[,m+3],data[,m+3],data[,
m+4],data[,m+4],data[,m+4])
dataA=as.matrix(dataA)
satu=rep(1,p)
n1=ncol(knot)
data.knot=matrix(ncol=n1,nrow=p)
for (i in 1:n1)
{
  for(j in 1:p)
  {
    if (dataA[j,i]<knot[1,i]) data.knot[j,i]=0 else
    data.knot[j,i]=dataA[j,i]-knot[1,i]
  }
}
mx=cbind(satu,data[,2],data.knot[,1:3],data[,3],data.knot[,4:6],data[,4]
,data.knot[,7:9],data[,5],data.knot[,10:11],data[,6],data.knot[,12:14])
mx=as.matrix(mx)
B=(ginv(t(mx)%*%mx))%*%t(mx)%*%res
n1=nrow(B)
yhat=mx%*%B

```

```

residual=res-yhat
SSE=sum((res-yhat)^2)
SSR=sum((yhat-rbar)^2)
SST=SSR+SSE
MSE=SSE/(p-n1)
MSR=SSR/(n1-1)
Rsqr=(SSR/SST)*100

#uji F (uji serentak)
Fhit=MSR/MSE
pvalue=pf(Fhit,(n1-1),(p-n1),lower.tail=FALSE)
if (pvalue<=alpha)
{
cat("-----", "\n")
cat("Kesimpulan hasil uji serentak", "\n")
cat("-----", "\n")
cat("Tolak Ho yakni minimal terdapat 1 prediktor yang signifikan atau
terjadi heteroskedastisitas", "\n")
cat("", "\n")
}
else
{
cat("-----", "\n")
cat("Kesimpulan hasil uji serentak", "\n")
cat("-----", "\n")
cat("Gagal Tolak Ho yakni semua prediktor tidak berpengaruh
signifikan atau tidak terjadi heteroskedastisitas", "\n")
cat("", "\n")
}
cat("Analysis of Variance", "\n")
cat("=====", "\n")
cat("Sumber    df    SS    MS    Fhit", "\n")
cat("Regresi    ",(n1-1), " ",SSR, " ",MSR,"",Fhit, "\n")
cat("Error      ",p-n1, " ",SSE,"",MSE, "\n")
cat("Total      ",p-1, " ",SST, "\n")
cat("=====", "\n")

```

```
cat("s=",sqrt(MSE),"      Rsq=",Rsq,"\n")
cat("pvalue(F)=",pvalue,"\n")
}
```

## Lampiran 16. Surat Pernyataan Data

**SURAT PERNYATAAN**

Saya yang bertanda tangan di bawah ini, mahasiswa Departemen Statistika FMKSD ITS:

Nama : FADHLUL RAHIM  
NRP : 062114 4000 0053

Menyatakan bahwa data yang digunakan dalam Tugas Akhir/Thesis ini merupakan data sekunder yang diambil dari penelitian/ buku/ Tugas Akhir/ Thesis/ publikasi lainnya, yaitu:

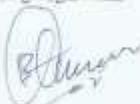
Sumber : Profil Kesehatan Provinsi Jawa Timur 2016, Statistik Kesejahteraan Rakyat Provinsi Jawa Timur 2016, dan Provinsi Jawa Timur dalam Angka 2017

Kejelasan : Angka Kematian Ibu, Persentase Rumah Tangga ber-PHBS, Persentase Penanganan Komplikasi Kebidanan, Persentase Kunjungan Ibu Hamil (K4), Persentase Rumah Tangga Menerima Bantuan Tunai, Rasio Poskestmas dan Rumah Sakit

Surat Pernyataan ini dibuat dengan sebenarnya. Apabila terdapat pemalsuan data maka saya siap menerima sanksi sesuai aturan yang berlaku.

Mengetahui  
Pembimbing Tugas Akhir

Surabaya, 17 Januari 2019




Prof. Dr. Drs. I Nyoman Budiantara, M.Si  
NIP. 19650603 198903 1 003

Fadhlul Rahim  
NRP. 062114 40000 053

\*(coret yang tidak perlu)

*(Halaman ini sengaja dikosongkan)*

## BIODATA PENULIS



Penulis dengan nama lengkap Fadhul Rahim dilahirkan di Kota Banda Aceh pada tanggal 22 Maret 1996. Penulis menempuh pendidikan formal di SD Negeri 6 Banda Sakti Lhokseumawe, SMP Negeri 19 Percontohan Banda Aceh, dan SMA Negeri 10 Fajar Harapan Banda Aceh. Kemudian penulis melanjutkan studi ke perguruan tinggi dan diterima sebagai Mahasiswa Departemen Statistika ITS pada tahun 2014. Selama masa perkuliahan, penulis pernah menjadi bagian dari kepanitiaan Pekan Raya Statistika (PRS) 2016 sebagai anggota sie Perlengkapan. Penulis juga aktif dalam organisasi yang menaungi Departemen Statistika yaitu PSt (Professional Statistics) sebagai Asisten Manajer Divisi Public Relation pada tahun ajaran 2016/2017. Selain itu juga penulis aktif dalam forum daerah sebagai Anggota Departemen Internal Pelajar dan Mahasiswa Kekeluargaan Tanah Rencong (PMKTR) pada tahun 2015 dan 2016. Apabila pembaca ingin memberikan kritik dan saran serta diskusi lebih lanjut mengenai Tugas Akhir ini, penulis dapat dihubungi melalui email [alumfr@gmail.com](mailto:alumfr@gmail.com) atau nomor telepon 081335315906.