



TUGAS AKHIR - SS091324

PENDEKATAN SPLINE UNTUK ESTIMASI KURVA REGRESI NONPARAMETRIK (STUDI KASUS PADA DATA ANGKA KEMATIAN MATERNAL DI JAWA TIMUR)

NURAZIZA ARFAN
NRP 1310 100 089

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

JURUSAN STATISTIKA
Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam
Institut Teknologi Sepuluh Nopember
Surabaya 2014



TUGAS AKHIR - SS091324

**PENDEKATAN SPLINE UNTUK ESTIMASI KURVA
REGRESI NONPARAMETRIK
(STUDI KASUS PADA DATA ANGKA KEMATIAN
MATERNAL DI JAWA TIMUR)**

**NURAZIZA ARFAN
NRP 1310 100 089**

**Dosen Pembimbing
Prof. Dr. Drs. I Nyoman Budiantara, M. Si.**

**JURUSAN STATISTIKA
Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam
Institut Teknologi Sepuluh Nopember
Surabaya 2014**



FINAL PROJECT - SS091324

SPLINE APPROACH FOR ESTIMATING NONPARAMETRIC REGRESSION CURVE (CASE STUDY : MATERNAL MORTALITY RATE IN EAST JAVA)

NURAZIZA ARFAN
NRP 1310 100 089

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

DEPARTMENT OF STATISTICS
Faculty of Mathematics and Natural Sciences
Sepuluh Nopember Institute of Technology
Surabaya 2014



FINAL PROJECT- SS091324

**SPLINE APPROACH FOR ESTIMATING
NONPARAMETRIC REGRESSION CURVE
(CASE STUDY : MATERNAL MORTALITY RATE IN
EAST JAVA)**

NURAZIZA ARFAN
NRP 1310 100 089

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

DEPARTMENT OF STATISTICS
Faculty of Mathematics and Natural Sciences
Sepuluh Nopember Institute of Technology
Surabaya 2014

PENDEKATAN SPLINE UNTUK ESTIMASI KURVA REGRESI NONPARAMETRIK (STUDI KASUS PADA DATA ANGKA KEMATIAN MATERNAL DI JAWA TIMUR)

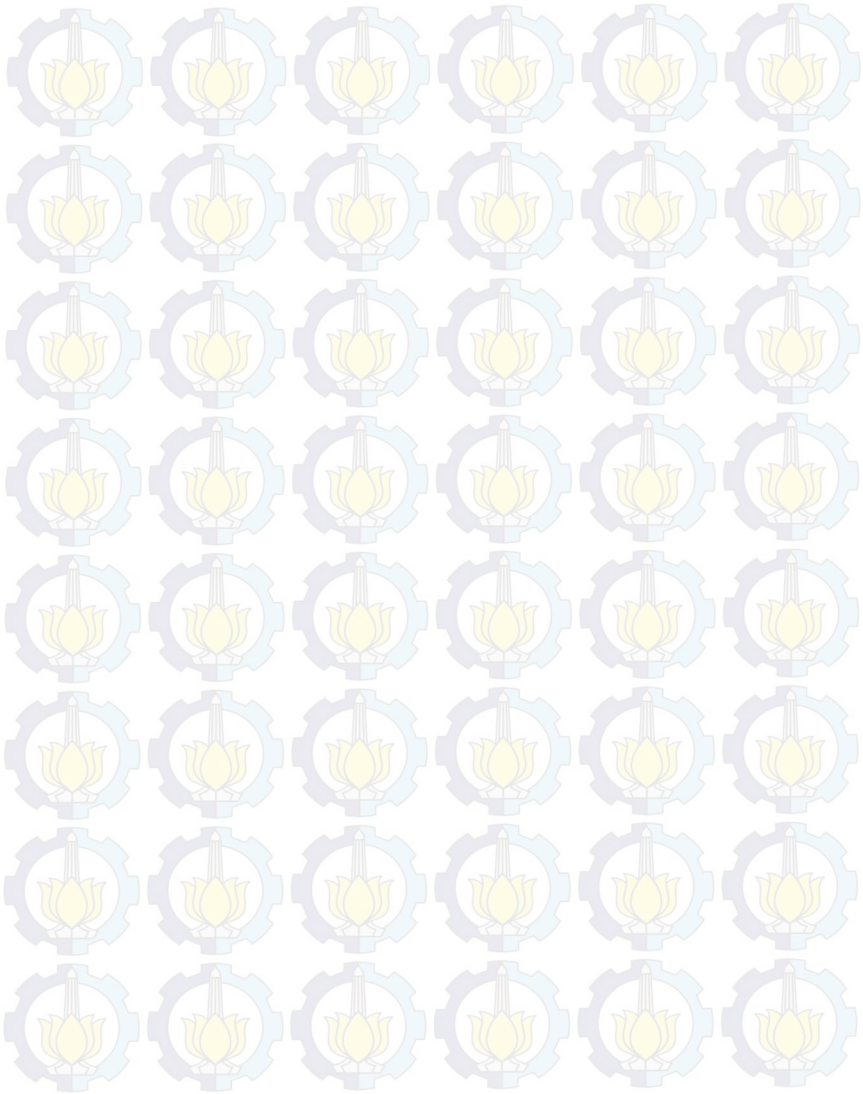
Nama : Nuraziza Arfan
NRP : 1310100089
Jurusan : Statistika FMIPA – ITS
Dosen : Prof. Dr. Drs. I Nyoman Budiantara, M. Si.
Pembimbing

Abstrak

Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui faktor-faktor yang berpengaruh terhadap angka kematian maternal di Jawa Timur menggunakan regresi nonparametrik spline. Indonesia saat ini menghadapi permasalahan tingginya angka kematian maternal berkaitan dengan target MDGs 2015. Pada tahun 2010 Indonesia menduduki peringkat 52 tertinggi angka kematian maternal di dunia menurut CIA World Factbook. Provinsi Jawa Timur menduduki peringkat ke 5 angka kematian maternal tertinggi di Indonesia. Pendekatan menggunakan regresi nonparametrik spline pada angka kematian maternal di Jawa Timur dapat mengestimasi data yang tidak memiliki pola tertentu. Regresi Spline yang dipilih adalah yang memiliki titik knot dengan nilai GCV minimum yaitu tiga knot. Faktor yang berpengaruh signifikan pada angka kematian maternal adalah persentase ibu hamil yang mendapatkan tablet Fe1, persentase ibu hamil melaksanakan program KI, persentase ibu hamil berisiko tinggi/komplikasi yang ditangani, persentase rumah tangga berperilaku hidup bersih sehat, persentase penduduk perempuan yang pernah kawin di bawah umur, persentase penduduk perempuan dengan pendidikan paling tinggi SD, dan persentase balita dengan bidan sebagai penolong pertama kelahiran. Regresi spline linier menghasilkan R^2 sebesar 96,39 %.

Kata Kunci: *kematian maternal, regresi spline, nonparametrik, GCV*

(Halaman ini sengaja dikosongkan)



SPLINE APPROACH FOR ESTIMATING NONPARAMETRIC REGRESSION CURVE (CASE STUDY: MATERNAL MORTALITY RATE IN EAST JAVA)

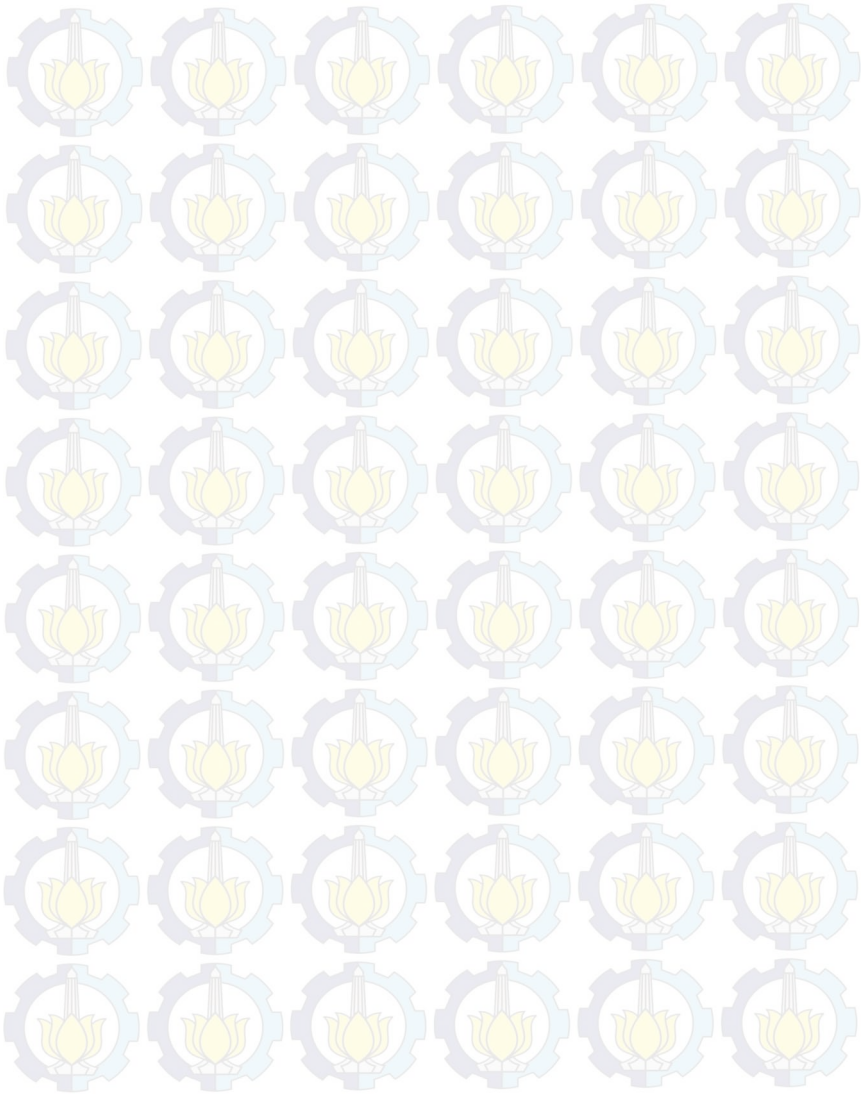
Name : Nuraziza Arfan
NRP : 1310100089
Department : Statistics, FMIPA – ITS
Supervisor : Prof. Dr. Drs. I Nyoman Budiantara, M. Si.

Abstract

The aim of this study is to determine the factors which influence maternal mortality rate in East Java using Spline nonparametric regression. Indonesia is currently facing problems about the increasing of maternal mortality rate related to the MDGs 2015 target. Based on CIA World Factbook, in 2010 Indonesia was on 52nd rank highest maternal mortality rate. Approaches using Spline nonparametric regression is able to estimate the data which dont have a specific pattern. Spline regression is selected by choosing knot point with minimum GCV value at three knot points. Factors influencing significantly in maternal mortality rate are the percentage of pregnant women who get Fe1 tablet, the percentage of pregnant women who joined KI program, the percentage of pregnant women at high risk/complication accomplished, the percentage of households living cleanly and healthy, the percentage of the female population who married under 17 years old, the percentage of female population with the highest education is elementary school, and percentage of midwife as first assistant in giving birth. Spline linear regression produces R^2 96,39 %.

Keywords: *maternal mortality, spline, regression, nonparametric, GCV*

(Halaman ini sengaja dikosongkan)



LEMBAR PENGESAHAN

**PENDEKATAN SPLINE UNTUK ESTIMASI KURVA
REGRESI NONPARAMETRIK (STUDI KASUS PADA
DATA ANGKA KEMATIAN MATERNAL
DI JAWA TIMUR)**

TUGAS AKHIR

Diajukan untuk Memenuhi Salah Satu Syarat
Memperoleh Gelar Sarjana Sains

pada

Program Studi S-1 Jurusan Statistika
Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam
Institut Teknologi Sepuluh Nopember

Oleh :

NURAZIZA ARFAN

NRP. 1310 100 089

Disetujui oleh Pembimbing Tugas Akhir :
Prof. Dr. Drs. I Nyoman Budiantara, M.Si
NIP. 19650603 198903 1 003



Mengetahui
Ketua Jurusan Statistika FMIPA-ITS



Dr. Muhammad Mashuri, MT
NIP. 19620408 198701 1 001

SURABAYA, JANUARI 2014

KATA PENGANTAR

Segala puji bagi Allah SWT, Tuhan semesta alam, sehingga penulis dapat menyelesaikan tugas akhir yang berjudul

PENDEKATAN SPLINE UNTUK ESTIMASI KURVA REGRESI NONPARAMETRIK (STUDI KASUS PADA DATA ANGKA KEMATIAN MATERNAL DI JAWA TIMUR)

Terselesaikannya Tugas Akhir ini tidak terlepas dari dukungan berbagai pihak yang telah memberikan bimbingan dan bantuan pada penulis. Untuk itu pada kesempatan ini penulis mengucapkan terima kasih sedalam-dalamnya kepada :

1. Mama, Bapak atas segala do'a, pengorbanan, motivasi, dan kepercayaan yang telah diberikan. Serta mbak Mirza dan mbak Nurul atas dukungannya selama ini.
2. Bapak Prof. Dr. Drs. I Nyoman Budiantara, M.Si selaku dosen pembimbing yang dengan sabar membimbing dari awal hingga akhir penyusunan tugas akhir ini dan selalu memberi motivasi kepada penulis untuk segera menyelesaikan studi. Terima kasih banyak, bapak.
3. Ibu Dr. Dra. Ismaini Zain, M.Si dan Ibu Dr. Vita Ratnasari, M.Si selaku dosen penguji atas saran dan kritik demi tersempurnanya Tugas Akhir ini
4. Dr. Muhammad Mashuri, MT. selaku Ketua Jurusan Statistika yang telah memberikan fasilitas untuk kelancaran penyelesaian Tugas Akhir ini.
5. Ibu Sri Pingit Wulandari M.Si, selaku dosen wali atas motivasi, inspirasi dan dukungan yang diberikan.
6. Mbak Inggar, mbak Dita, dan Elian yang dengan sabar mengajarkan segala hal berkaitan dengan penyusunan tugas akhir.
7. Teman seperjuangan TA: Merly, Idha dan Mega.
8. Sahabat tercinta Citra, Sulis, Haris, Ginting, Ipung. Terima kasih atas segala susah dan senang yang dilalui bersama.
9. Seluruh keluarga besar Jurusan Statistika FMIPA Institut Teknologi Sepuluh Nopember Surabaya, khususnya $\Sigma 21$ atas kebersamaan dan kehangatannya.

10. Sobat HUMAS (Mbak Azza, Mbak Ciwul, Mbak Rinta, Mbak Windy, Rizky, Andrew, Hanna, Sipit, Sinta, Zoyya, Bagus) dan Sohib HUBLU (Wiwid, dan anak-anakku Dio, Memes, Ayu, Lucky, Rizka, Abi) atas teamwork yang hebat dan solid.
11. Fika Fitria atas keceriaan, bantuan, dan semangat yang diberikan.
12. Tikha, Ipul, Eri, Yeni, Dita, Elank, dan Wibby atas dukungan untuk segera menyelesaikan TA.
13. Serta pihak-pihak lain yang tidak dapat penulis sebutkan satu per satu.

Penulis mengharapkan Tugas Akhir ini dapat memberikan manfaat bagi pihak-pihak terkait terutama pembaca. Penulis menyadari bahwa Tugas Akhir ini masih jauh dari kesempurnaan. Oleh karena itu penulis menerima apabila ada saran dan kritik yang sifatnya membangun guna perbaikan untuk penelitian-penelitian selanjutnya.

Surabaya, Januari 2014

Penulis

DAFTAR ISI

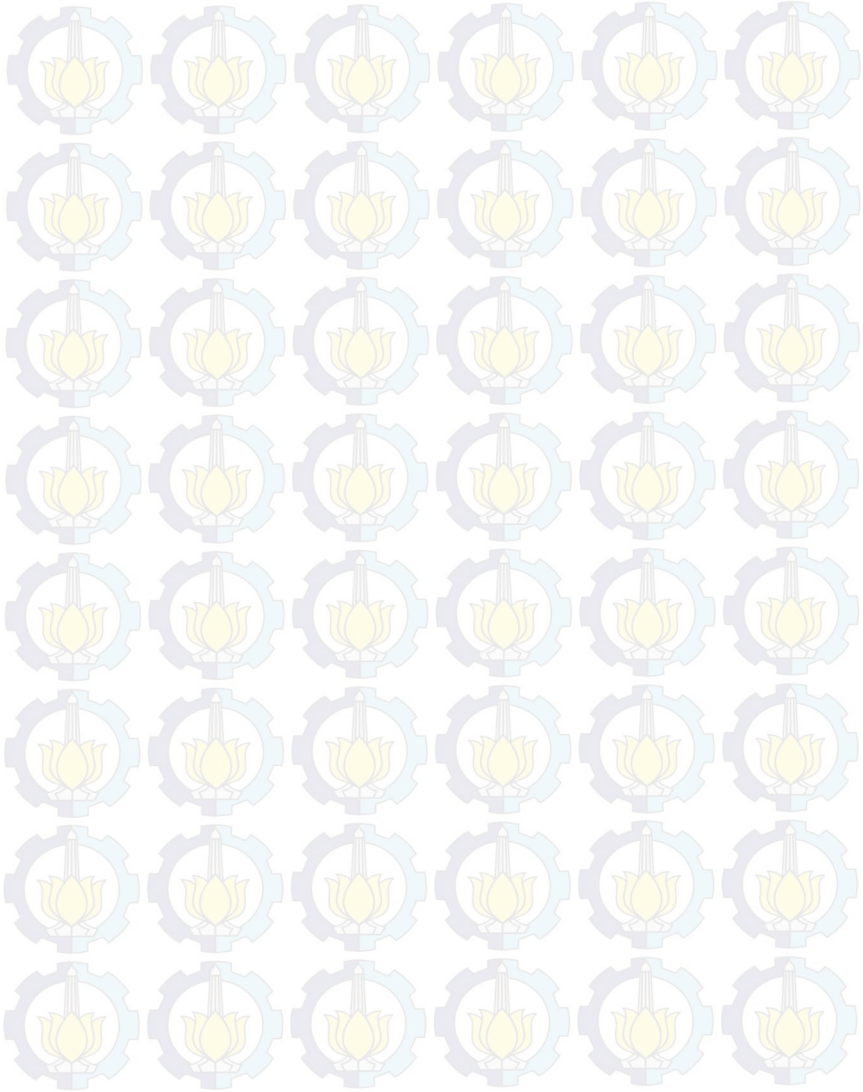
	halaman
HALAMAN JUDUL	i
ABSTRAK	v
ABSTRACT	vii
KATA PENGANTAR	ix
DAFTAR ISI	xi
DAFTAR GAMBAR	xiii
DAFTAR TABEL	xv
DAFTAR LAMPIRAN	xvii
BAB I PENDAHULUAN	
1.1 Latar Belakang	1
1.2 Rumusan Masalah	4
1.3 Tujuan Penelitian	4
1.4 Manfaat Penelitian	4
1.5 Batasan Masalah	4
BAB II TINJAUAN PUSTAKA	
2.1 Analisis Regresi	5
2.2 Regresi Nonparametrik	5
2.3 Pemilihan Titik Knot Optimal.....	6
2.4 Pemeriksaan Asumsi Residual Dalam Model Regresi.....	7
2.5 Uji Parameter Model.....	8
2.6 Transformasi Box-Cox.....	10
2.7 Definisi Kematian Maternal dan Faktor-faktor yang Mempengaruhi	11
2.8 Penelitian Sebelumnya	13
BAB III METODOLOGI PENELITIAN	
3.1 Sumber Data dan Variabel Penelitian	15
3.2 Langkah-Langkah Penelitian	17
BAB IV ANALISIS DAN PEMBAHASAN	
4.1 Karakteristik Angka Kematian Maternal di Kabupa- ten/Kota Provinsi Jawa Timur.....	19

4.2	Pemodelan Angka Kematian Maternal Provinsi Jawa Timur Menggunakan Regresi Nonparametrik Spline ...	24
4.2.1	Pola Hubungan Antara Variabel Respon dan Variabel Prediktor	24
4.2.2	Pemodelan dengan Regresi Nonparametrik Spline Linier	29
4.2.3	Uji Asumsi Residual	33
4.2.4	Pengujian Parameter Model Regresi Spline Linier	35
4.2.5	Interpretasi Hasil Model Regresi Spline Linier ..	37
BAB V KESIMPULAN DAN SARAN		
5.1	Kesimpulan	45
5.2	Saran.....	46
DAFTAR PUSTAKA		49
LAMPIRAN		51
BIODATA PENULIS		73

DAFTAR GAMBAR

	halaman
Gambar 3.1	Diagram Alir Penelitian 18
Gambar 4.1	Angka Kematian Maternal di Kabupaten/Kota Provinsi Jawa Timur Tahun 2011 23
Gambar 4.2	<i>Scatter Plot</i> Antara Variabel Prediktor x_1 dengan Variabel respon y 25
Gambar 4.3	<i>Scatter Plot</i> Antara Variabel Prediktor x_2 dengan Variabel respon y 25
Gambar 4.4	<i>Scatter Plot</i> Antara Variabel Prediktor x_3 dengan Variabel respon y 26
Gambar 4.5	<i>Scatter Plot</i> Antara Variabel Prediktor x_4 dengan Variabel respon y 26
Gambar 4.6	<i>Scatter Plot</i> Antara Variabel Prediktor x_5 dengan Variabel respon y 27
Gambar 4.7	<i>Scatter Plot</i> Antara Variabel Prediktor x_6 dengan Variabel respon y 27
Gambar 4.8	<i>Scatter Plot</i> Antara Variabel Prediktor x_7 dengan Variabel respon y 28
Gambar 4.9	Residual ACF Plot 34

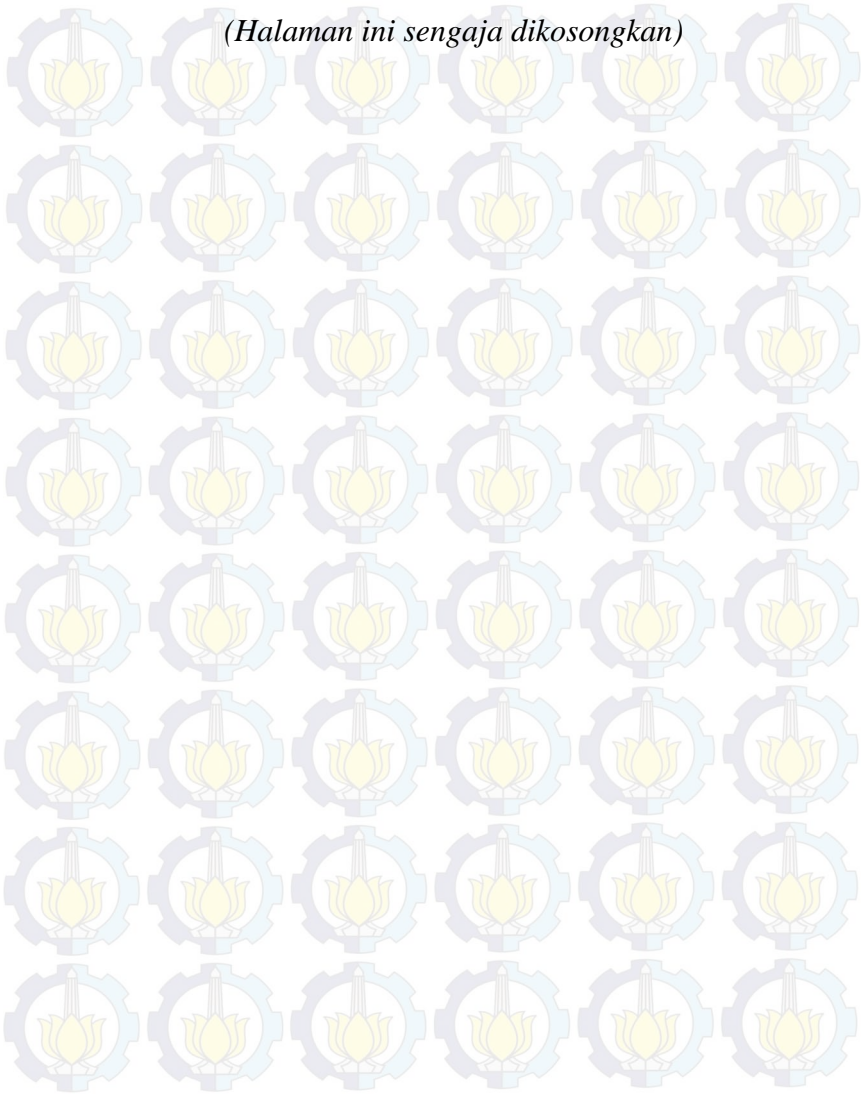
(Halaman ini sengaja dikosongkan)



DAFTAR TABEL

	halaman
Tabel 2.1 <i>Analysis of Variance</i> Model Regresi	9
Tabel 2.2 Transformasi Box-Cox	11
Tabel 3.1 Variabel Penelitian	15
Tabel 4.1 Statistika Deskriptif Variabel Penelitian.....	19
Tabel 4.2 Titik Knot dan GCV untuk Spline Satu Knot	29
Tabel 4.3 Titik Knot dan GCV untuk Spline Dua Knot.....	30
Tabel 4.4 Titik Knot dan GCV untuk Spline Tiga Knot.....	31
Tabel 4.5 Nilai Knot dan GCV Untuk Kombinasi Ketiga Titik Knot	32
Tabel 4.6 ANOVA Uji Glejser	34
Tabel 4.7 Hasil Uji Kolmogorov-Smirnov	35
Tabel 4.8 Tabel ANOVA Model Regresi Spline Linier	36
Tabel 4.9 Hasil Pengujian Parameter Secara Individu.....	36

(Halaman ini sengaja dikosongkan)



BAB I PENDAHULUAN

1.1 Latar belakang

Salah satu persoalan besar yang sedang dihadapi oleh Dinas Kesehatan adalah angka kematian maternal yang mengalami penurunan secara lambat berkaitan dengan target MDGs tahun 2015. Angka kematian maternal menjadi salah satu aspek dalam menentukan maju atau tidaknya kesehatan suatu bangsa. Kematian maternal menurut batasan dari *The Tenth Revision of The International Classification of Diseases (ICD-10)* adalah kematian wanita yang terjadi pada saat kehamilan atau dalam 42 hari setelah kehamilan, tidak tergantung dari lama dan lokasi kehamilan, disebabkan oleh apapun yang berhubungan dengan kehamilan, atau yang diperberat oleh kehamilan tersebut, atau penanganannya, akan tetapi bukan kematian yang disebabkan oleh kecelakaan atau kebetulan (Safrudin dan Hamidah, 2009).

Sepuluh dari kematian maternal disebabkan oleh perdarahan. Dua pertiga dari seluruh kasus perdarahan pascapersalinan dialami oleh para ibu tanpa faktor risiko yang diketahui sebelumnya, dimana perdarahan tersebut memiliki jenis retensio plasenta, dan tidak mungkin memperkirakan ibu mana yang akan mengalami atonia uteri ataupun perdarahan (WHO, 2010). Perdarahan post-partum yang biasanya terjadi secara mendadak, akan lebih mematikan apabila terjadi pada wanita penderita anemia dan wanita tersebut dapat meninggal dalam waktu kurang dari satu jam. Kematian maternal secara langsung atau tidak langsung sangat berpengaruh terhadap kualitas tumbuh kembang bayi pada masa perinatal, bahkan sampai masa balita dan usia sekolah (Kusumawati, 2011).

Saat ini Indonesia masih menghadapi permasalahan tingginya angka kematian maternal. Menurut Survei Demografi Kesehatan Indonesia, Indonesia memiliki angka kematian maternal tertinggi di ASEAN pada tahun 2002-2003 sebesar 307 per 100000 kelahiran. Angka kematian maternal di Indonesia

tahun 2007 adalah 228 per 100000 kelahiran pada tahun 2007 dan turun menjadi 220 per 100000 kelahiran pada tahun 2010. Hal tersebut menyebabkan Indonesia menduduki peringkat 51 tertinggi angka kematian maternal di dunia menurut CIA *World Factbook* pada tahun 2010. Akan tetapi, angka kematian maternal meningkat lagi pada tahun 2011 menjadi 228 per 100000 kelahiran, yang membuat angka kematian di Indonesia tertinggi di Asia Tenggara. Sesuai target nasional menurut MDGs (*Millennium Development Goals*) yaitu menurunkan angka kematian maternal sebesar $\frac{3}{4}$ dari angka kematian maternal pada tahun 1990, yaitu 450 per 100000 menjadi 102 per 100000 kelahiran pada tahun 2015. Slamet Riyadi Yuwono, Direktur Jenderal Bina Gizi dan Kesehatan Ibu Anak, mengatakan bahwa pemerintah mungkin dapat mengurangi angka kematian maternal menjadi 162 per 100000 kelahiran hidup, akan tetapi itu jauh lebih tinggi dari target MDGs. 5 Provinsi dengan angka kematian maternal tertinggi di Indonesia pada tahun 2011 adalah Jawa Barat, Jawa Tengah, Jawa Timur, Sumatera Utara, dan NTT.

Salah satu langkah yang dilakukan untuk dapat menurunkan angka kematian maternal yaitu dengan mengetahui faktor-faktor penyebabnya. Banyak penelitian yang mengkaji masalah kematian maternal di Indonesia. Penelitian sebelumnya dilakukan oleh Proboharsari (2007) yang melakukan analisis faktor sosial ekonomi terhadap angka kematian maternal di Jawa Timur pada tahun 2001-2004 menggunakan analisis regresi linier berganda. Penelitian ini mendapatkan hasil bahwa terdapat dua variabel yang berpengaruh signifikan terhadap angka kematian maternal yaitu penolong persalinan dan umur ibu mengalami persalinan. Chamidah (2008) menganalisis jumlah kematian maternal dengan menggunakan regresi binomial negatif. Penentuan model terbaik dengan mengatasi overdispersi model regresi Poisson yang ditunjukkan dengan penurunan nilai devians, dengan model terbaik yang diperoleh menunjukkan faktor yang berpengaruh terhadap kematian maternal di Jawa Timur pada tahun 2004 adalah persentase penolong proses persalinan yang dilakukan oleh tenaga

nonmedis. Selain itu penelitian tentang kematian maternal juga dilakukan oleh Darnah (2009) dengan menggunakan model regresi poisson. Penentuan model terbaik berdasarkan nilai R^2 devians, dimana model terbaik dipengaruhi oleh faktor-faktor yang berpengaruh yaitu rata-rata pengeluaran biaya kesehatan perkapita, persentase penduduk miskin, dan jumlah tenaga medis dan paramedis. Novita (2011) memodelkan pengaruh kematian maternal menggunakan *Geographically Weighted Poisson Regression* dengan variabel yang signifikan berpengaruh adalah sarana kesehatan kabupaten/kota di Jawa Timur. Metode GWR menggunakan pertimbangan faktor geografis dalam memodelkan jumlah kematian maternal.] Pertiwi (2012) memodelkan pengaruh kematian maternal menggunakan *Spatial Durbin Model* dan didapat variabel-variabel yang signifikan berpengaruh terhadap kematian maternal adalah persentase persalinan dibantu oleh dukun, persentase rumah tangga berperilaku hidup bersih sehat, dan persentase sarana kesehatan di tiap kabupaten/kota di Jawa Timur. Analisis regresi merupakan suatu metode statistika yang digunakan untuk mengetahui pola hubungan antara variabel respon dengan prediktor, yang dapat diidentifikasi menggunakan *scatter plot*. Model regresi spline semiparametrik digunakan bila sebagian bentuk polanya diketahui dan sebagian lagi acak. Regresi nonparametrik lebih fleksibel daripada regresi parametrik karena tidak terdapat unsur subjektivitas dalam pembentukan estimasi dari rancangan penelitian (Budiantara, 2005). Salah satu peneliti yang menggunakan regresi nonparametrik spline adalah Merdekawati (2013) untuk menganalisis faktor-faktor yang mempengaruhi kemiskinan di Jawa Tengah.

Angka kematian maternal di Jawa Timur yang dipengaruhi oleh faktor-faktor kesehatan, lingkungan, pendidikan, dan sosial ekonomi dimodelkan dengan menggunakan regresi spline nonparametrik. Penelitian pada tugas akhir ini akan memberikan kontribusi pada upaya yang dapat dilakukan pemerintah dalam mengatasi peningkatan angka kematian maternal untuk mencapai target MDGs tahun 2015.

1.2 Rumusan Permasalahan

Berdasarkan latar belakang, maka terdapat dua permasalahan pokok yang akan dibahas pada penelitian ini sebagai berikut.

1. Bagaimana analisa deskriptif angka kematian maternal di Jawa Timur dan faktor-faktor yang diduga berpengaruh?
2. Variabel apa saja yang berpengaruh terhadap angka kematian maternal di Jawa Timur dengan pendekatan regresi nonparametrik Spline?

1.3 Tujuan Penelitian

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

1. Mendeskripsikan gambaran umum angka kematian maternal di Jawa Timur dan faktor-faktor yang diduga berpengaruh.
2. Menentukan variabel-variabel yang berpengaruh terhadap angka kematian maternal di Jawa Timur dengan pendekatan regresi nonparametrik Spline.

1.4 Manfaat Penelitian

Manfaat yang diharapkan dari penelitian ini sebagai berikut.

1. Hasil penelitian ini diharapkan dapat memberikan wacana baru yaitu aplikasi nonparametrik di bidang sosial kesehatan.
2. Hasil penelitian ini dapat menjadi masukan kepada pihak pemerintah khususnya Pemerintah Daerah Provinsi Jawa Timur dalam menangani kematian maternal agar tujuan kelima MDGs yaitu *improve maternal health* dapat tercapai.

1.5 Batasan Penelitian

Batasan masalah dalam penelitian ini adalah sebagai berikut.

1. Data yang digunakan pada penelitian ini adalah Hasil Survei Sosial Ekonomi Nasional Provinsi Jawa Timur Tahun 2011 dan Tabel Profil Kesehatan Provinsi Jawa Timur 2011 di 38 kabupaten/kota Provinsi Jawa Timur.
2. Pemilihan titik knot optimal menggunakan metode GCV dan memodelkan dengan pendekatan Spline hingga 3 knot.

BAB II

TINJAUAN PUSTAKA

Pada bagian ini akan dibahas mengenai beberapa landasan teori untuk terkait untuk menyelesaikan permasalahan pada rumusan masalah penelitian mengenai angka kematian maternal di Jawa Timur meliputi analisis regresi, regresi nonparametrik, uji parameter, uji asumsi residual, dan kajian nonstatistik yakni definisi kematian maternal dan faktor-faktor yang mempengaruhinya.

2.1 Analisis Regresi

Analisis regresi adalah salah satu metode statistika yang berfungsi untuk mengetahui pola hubungan antara variabel respon dengan variabel prediktor. Terdapat dua jenis variabel yang saling berkorelasi dalam analisis regresi yaitu variabel independen yang biasa disimbolkan dengan x dan variabel dependen yang biasa disimbolkan dengan y . Tujuan utama analisis regresi adalah mencari bentuk estimasi untuk kurva regresi. Apabila dalam analisis regresi bentuk kurva regresi diketahui maka didekati dengan model regresi parametrik (Budiantara, 2005). Sedangkan bila pola kurva regresi tidak diketahui maka digunakan regresi nonparametrik. Jika terdapat komponen parametrik dan komponen nonparametrik maka digunakan regresi semiparametrik.

2.2 Regresi Nonparametrik

Regresi nonparametrik adalah metode statistika yang digunakan untuk mengetahui hubungan antara variabel respon dengan variabel prediktor yang tidak diketahui bentuk fungsinya. Regresi nonparametrik merupakan regresi yang sangat fleksibel dalam memodelkan pola data (Eubank, 1999). Model regresi nonparametrik secara umum adalah sebagai berikut:

$$y_i = f(t_i) + \varepsilon_i ; i = 1, 2, 3, \dots, n \quad (2.1)$$

dimana y_i adalah variabel respon, t_i adalah variabel prediktor, $f(t)$ adalah fungsi regresi yang tidak mengikuti pola tertentu serta

asumsi $\varepsilon_i \sim \text{IIDN}(0, \sigma^2)$.

Spline merupakan potongan polinomial yang mempunyai sifat fleksibilitas sehingga memungkinkan untuk menyesuaikan diri secara efektif terhadap karakteristik lokal dari data. Misal terdapat data $(x_{1i}, x_{2i}, \dots, x_{pi}, y_i)$ dan hubungan antara $(x_{1i}, x_{2i}, \dots, x_{pi})$ dengan y_i didekati dengan model regresi non-parametrik, $y_i = f(x_{1i}, x_{2i}, \dots, x_{pi}) + \varepsilon_i$ untuk $i = 1, 2, 3, \dots, n$ dengan y_i variabel respon, f kurva regresi yang tidak diketahui bentuknya. Apabila kurva regresi f merupakan model aditif dan dihipotesiskan dengan fungsi spline maka diperoleh model regresi sebagai berikut:

$$y_i = \sum_{j=1}^p f(x_{ji}) + \varepsilon_i \quad ; i = 1, 2, 3, \dots, n \quad (2.2)$$

dimana,

$$f(x_{ji}) = \sum_{h=1}^q \beta_{hj} x_{ji}^h + \sum_{l=1}^m \beta_{lj} (x_{ji} - K_{lj})_+^q \quad (2.3)$$

$$\text{dengan } (x_{ji} - K_{lj})_+^q = \begin{cases} (x_{ji} - K_{lj})^q, & x_{ji} \geq K_{lj} \\ 0, & x_{ji} < K_{lj} \end{cases}$$

dan $K_{1j}, K_{2j}, \dots, K_{mj}$ adalah titik – titik knot yang memperlihatkan pola perubahan perilaku dari fungsi pada sub – sub interval yang berbeda. Nilai q pada persamaan 2.3 merupakan derajat polinomial. Kurva polinomial derajat satu disebut kurva linier, derajat dua disebut kurva kuadratik serta derajat tiga disebut kurva kubik.

2.3 Pemilihan Titik Knot Optimal

Pada regresi nonparametrik spline menentukan titik knot optimal menjadi hal yang sangat penting. Spline terbaik ditandai dengan titik knot optimal yang diperoleh. Salah satu metode pemilihan titik knot optimal adalah GCV. Model spline yang terbaik dengan titik knot optimal didapat dari nilai GCV yang terkecil (Budiantara, 2005). Fungsi GCV diberikan oleh Persamaan 2.4.

$$GCV = \frac{MSE}{\left[n^{-1} \text{trace}(\mathbf{I} - \mathbf{A}) \right]^2} \quad (2.4)$$

dimana $MSE(k) = n^{-1} \sum_{i=1}^n (y_i - \hat{y}_i)^2$ sedangkan matrik \mathbf{A} diperoleh dari persamaan berikut ini:

$$\begin{aligned} \hat{\mathbf{y}} &= \mathbf{A} \mathbf{y} \\ \mathbf{A} &= \mathbf{X}(\mathbf{X}'\mathbf{X})^{-1}\mathbf{X}' \end{aligned} \quad (2.5)$$

2.4 Pemeriksaan Asumsi Residual Dalam Model Regresi

Uji asumsi residual (*goodness of fit*) dilakukan untuk mengetahui apakah residual yang dihasilkan telah memenuhi asumsi yakni identik, independen, dan berdistribusi normal.

1. Asumsi Residual Identik

Asumsi identik terpenuhi bila varians antar residual sama yakni σ^2 dan tidak terjadi heteroskedastisitas.

$$\text{Var}(y_i) = \text{Var}(\varepsilon_i) = \sigma^2; i=1, 2, \dots, n \quad (2.6)$$

Terpenuhi atau tidaknya asumsi identik dapat diketahui dengan melihat pola sebaran *scatter plot* (diagram pencar) antara residual dan *fits*. Asumsi identik terpenuhi dapat dideteksi dengan sebaran plot yang tidak membentuk suatu pola tertentu (tersebar secara acak). Bila sebaran plot membentuk pola tertentu mengindikasikan adanya heteroskedastisitas. Selain menggunakan metode grafis, identifikasi heteroskedastisitas dapat dilakukan dengan 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 sebagaimana Persamaan 2.7.

$$F_{hitung} = \frac{\frac{\sum_{i=1}^n (|e_i| - |\bar{e}|)^2}{k-1}}{\frac{\sum_{i=1}^n (|e_i| - |\bar{e}|)^2}{n-k}} \quad (2.7)$$

Daerah penolakan yakni tolak H_0 jika:

$F_{hitung} > F_{tabel}(F_{\alpha;(k-1,n-k)})$ atau $p - value < \alpha$. Nilai k adalah banyaknya parameter model *glejser*.

2. Asumsi Residual Independen

Asumsi klasik kedua yang harus dipenuhi adalah tidak terdapat korelasi pada residual yang ditunjukkan oleh nilai kovarian antara ε_i dan ε_j sama dengan nol. Persamaan untuk ACF adalah sebagai berikut (Wei, 2006):

$$\rho_k = \frac{Cov(e_t, e_{t+k})}{\sqrt{Var(e_t)}\sqrt{Var(e_{t+k})}} = \frac{\gamma_k}{\gamma_0} \quad (2.8)$$

dimana:

ρ_k = korelasi antara e_t dan e_{t+k}

γ_k = kovarian antara e_t dan e_{t+k}

$\gamma_0 = Var(e_t) = Var(e_{t+k})$

Interval konfidensi dengan batas signifikansi atas dan bawah adalah sebagai berikut:

$$-\frac{z_{\alpha/2}}{\sqrt{n}} < \rho_k < \frac{z_{\alpha/2}}{\sqrt{n}} \quad (2.9)$$

Bila terdapat lag yang keluar dari batas signifikansi maka dapat dikatakan asumsi independen tidak terpenuhi (adanya auto-korelasi). Begitu sebaliknya, bila tidak terdapat lag yang keluar dari batas signifikansi menunjukkan bahwa asumsi independen terpenuhi.

3. Asumsi Normalitas Residual

Residual dari model regresi harus mengikuti distribusi normal dengan mean nol dan varians σ^2 . Uji asumsi distribusi normal dapat dilakukan menggunakan uji Kolmogorov-Smirnov dengan uji hipotesis sebagai berikut :

H_0 : Residual mengikuti distribusi normal

H_1 : Residual tidak mengikuti distribusi normal

Statistik uji yang digunakan yaitu uji *Kolmogorov-Smirnov*.

$$z_{hitung} = \text{Sup}_x |F_n(x) - F_0(x)| \quad (2.10)$$

Daerah penolakan yakni tolak H_0 jika $z_{hitung} > z_\alpha$ atau

$p - value < \alpha$.

2.5 Uji Parameter Model

Uji parameter dilakukan untuk mengetahui apakah suatu variabel memberikan pengaruh yang signifikan dalam model. Uji untuk parameter dapat diuji secara serentak dan uji secara individu.

1. Uji Serentak (simultan)

Uji serentak merupakan uji parameter kurva regresi secara simultan menggunakan uji F . Hipotesis pada uji F ialah sebagai berikut:

$$H_0 : \beta_1 = \beta_2 = \dots = \beta_m = 0$$

$$H_1 : \text{minimal ada } \beta_h \neq 0; h = 1, 2, \dots, m$$

Statistik uji yang digunakan sebagaimana Persamaan 2.11.

$$F_{hitung} = \frac{MS_{regresi}}{MS_{error}} = \frac{\sum_{i=1}^n (\hat{y}_i - \bar{y})^2 / m}{(y_i - \hat{y}_i)^2 / (n - m - 1)} \quad (2.11)$$

Berikut adalah *Analysis of variance* (ANOVA) dari model regresi:

Tabel 2.1 *Analysis of Variance* Model Regresi

Sumber Variasi	df	Sum of Square	Mean Square	F hitung
Regresi	m	$\sum_{i=1}^n (\hat{y}_i - \bar{y})^2$	$\frac{\sum_{i=1}^n (\hat{y}_i - \bar{y})^2}{m}$	
Error	$n - m - 1$	$\sum_{i=1}^n (y_i - \hat{y}_i)^2$	$\frac{\sum_{i=1}^n (y_i - \hat{y}_i)^2}{n - m - 1}$	$\frac{MS_{Regresi}}{MS_{error}}$
Total	$n - 1$	$\sum_{i=1}^n (y_i - \bar{y})^2$	-	

(Sumber : *Draper and Smith*, 1992)

m merupakan banyak variabel prediktor dan n adalah banyaknya data atau observasi pengamatan.

Tolak H_0 jika $F_{hit} \geq F_{\alpha; (m, n-m-1)}$ atau $p\text{-value} < \alpha$ yang menunjukkan bahwa paling sedikit terdapat satu parameter yang tidak sama dengan nol atau paling sedikit terdapat satu prediktor yang berpengaruh signifikan terhadap respon.

2. Uji Individu

Uji individu digunakan untuk mengetahui parameter yang berpengaruh signifikan secara individu terhadap model menggunakan uji t . Hipotesis pada uji t adalah sebagai berikut:

$$H_0: \beta_h = 0$$

$$H_1: \beta_h \neq 0 ; h=1, 2, \dots, m$$

Statistik uji yang digunakan sebagaimana Persamaan 2.12.

$$t_{hitung} = \frac{\hat{\beta}_h}{\sqrt{(X'X)^{-1}\sigma^2}} \quad (2.12)$$

Daerah penolakan: tolak H_0 jika $|t_{hitung}| > t_{tabel}(t_{\frac{\alpha}{2}, n-m})$, dimana n adalah jumlah pengamatan dan m adalah banyaknya parameter. Untuk melihat kebaikan model maka dapat dilihat dari nilai R^2 yang ditunjukkan pada Persamaan 2.11.

$$R^2 = \frac{SSR}{SST} = \frac{\sum_{i=1}^n (\hat{y}_i - \bar{y})^2}{\sum_{i=1}^n (y_i - \bar{y})^2} \quad (2.13)$$

2.6 Transformasi Box Cox

Transformasi Box-Cox merupakan transformasi pangkat yang dapat dinyatakan sebagai berikut:

$$T(Z_t) = Z_t^{(\lambda)} = \frac{Z_t^\lambda - 1}{\lambda} \quad (2.14)$$

Nilai dari λ dengan transformasinya yang sering digunakan adalah sebagai berikut:

Tabel 2.2 Transformasi Box-Cox

Nilai λ	Transformasi
-1	$1/Z_t$
-0,5	$1/\sqrt{Z_t}$
0	$\ln Z_t$
0,5	$\sqrt{Z_t}$
1	Z_t

2.7 Definisi Kematian Maternal dan Faktor-faktor yang Mempengaruhi

Kematian maternal adalah kematian wanita yang terjadi pada saat kehamilan atau dalam 42 hari setelah kehamilan, tidak tergantung dari lama dan lokasi kehamilan, disebabkan oleh apapun yang berhubungan dengan kehamilan, atau yang diperberat oleh kehamilan tersebut, atau penanganannya, akan tetapi bukan kematian yang disebabkan oleh kecelakaan atau kebetulan (Safrudin dan Hamidah, 2009). Tingginya jumlah kematian maternal menggambarkan tingkat kesadaran perilaku hidup sehat, status gizi dan kesehatan ibu, kondisi kesehatan lingkungan serta tingkat pelayanan kesehatan terutama pada ibu hamil, ibu melahirkan dan ibu pada masa nifas.

Terdapat tiga macam faktor yang mempengaruhi kematian maternal, yaitu determinan dekat, determinan antara, dan determinan jauh (Wiknjosastro dalam Kusumawati, 2012). Determinan dekat merupakan proses yang paling dekat dengan kematian itu sendiri, yaitu kehamilan dan komplikasi dari kehamilan, persalinan dan masa nifas (Wibowo dalam Srianingsih, 2011). Komplikasi kehamilan adalah merupakan penyebab langsung kematian maternal, yaitu perdarahan, preeklamsia, eklamsia, dan infeksi. Komplikasi persalinan dan nifas adalah komplikasi yang terjadi menjelang persalinan, terutama adalah perdarahan (Srianingsih, 2011).

Determinan antara yaitu meliputi status kesehatan ibu (status gizi, anemia, penyakit yang diderita ibu, dan riwayat komplikasi pada kehamilan dan persalinan), status reproduksi, akses terhadap

pelayanan kesehatan, dan perilaku penggunaan fasilitas pelayanan kesehatan.

Determinan jauh merupakan faktor-faktor yang secara tidak langsung mempengaruhi kematian maternal, yaitu faktor sosiokultural, ekonomi, keagamaan, dan faktor lain yang perlu dipertimbangkan dalam pelaksanaan penanganan kematian ibu. Determinan jauh meliputi tingkat pendidikan, pekerjaan, dan kemiskinan ibu. Ibu yang berpendidikan rendah menyebabkan kurangnya kesadaran mereka tentang bahaya yang akan dialami jika kurang perhatian terhadap kesehatan. Determinan jauh biasa dikenal dengan Empat Terlalu dan Tiga Terlambat. Empat Terlalu adalah hamil di usia yang terlalu muda (di bawah 17 tahun), hamil terlalu sering (jumlah anak lebih dari 3), dan hamil di usia yang terlalu tua (di atas 34 tahun), dan hamil terlalu dekat (jarak anak kurang dari 2 tahun). Tiga Terlambat atau yang disebut dengan *The Three Delays Models*, adalah sebagai berikut (Srianingsih, 2011):

1. Terlambat dalam mengambil keputusan

Pengambilan keputusan apakah akan mencari fasilitas perawatan kesehatan atau tidak oleh wanita akan dipengaruhi oleh faktor penyakit, sosial budaya (pendidikan, pendapatan, budaya kawin muda), biaya tinggi, dan rendahnya kualitas perawatan. Kurangnya kesadaran dan pengetahuan akan tanda perdarahan menyebabkan wanita terlambat dalam mengambil keputusan. Tradisi yang masih lekat pada masyarakat sampai sekarang adalah adanya dukun bayi dan kekhawatiran akan biaya tinggi jika dirujuk ke rumah sakit.

2. Terlambat mencapai fasilitas rujukan

Terlambatnya wanita mencapai fasilitas rujukan dipengaruhi oleh transportasi yang memadai, ketersediaan transport, kendala kurangnya ongkos untuk transportasi. Infrastruktur dan geografis menyebabkan sulitnya akses menuju sarana pelayanan kesehatan.

3. Terlambat mendapat pertolongan

Terlambat mendapat pertolongan terjadi karena rendahnya kualitas perawatan seperti lemahnya manajemen dan administrasi kesehatan, kelengkapan obat-obatan dan peralatan, kurangnya keterampilan staf kesehatan, dan buruknya organisasi pelayanan dan infrastruktur.

2.8 Penelitian Sebelumnya

Proboharsari (2007) melakukan analisis faktor sosial ekonomi terhadap angka kematian maternal di Jawa Timur pada tahun 2001-2004. Analisis yang digunakan adalah analisis regresi linier berganda. Penelitian ini mendapatkan hasil bahwa terdapat lima variabel yang berpengaruh signifikan terhadap angka kematian maternal yaitu penolong persalinan dan umur ibu mengalami persalinan. Kedua variabel tersebut berpengaruh positif sedangkan tingkat pendapatan per kapita, angka buta huruf penduduk wanita, persentase penduduk wanita yang menamatkan SLTP kurang berpengaruh signifikan terhadap model.

Chamidah (2008) melakukan analisis faktor-faktor kematian maternal menggunakan regresi binomial negatif. Penentuan model terbaik dengan mengatasi *overdispersion* model regresi Poisson yang ditunjukkan dengan penurunan nilai devians, dengan model terbaik yang diperoleh menunjukkan faktor yang berpengaruh terhadap kematian maternal di Jawa Timur pada tahun 2004 adalah persentase penolong proses persalinan yang dilakukan oleh tenaga nonmedis.

Selanjutnya, Darnah (2009) melakukan studi menggunakan model regresi poisson. Model terbaik ditentukan berdasarkan nilai R^2 devians, dimana model terbaik dipengaruhi oleh faktor-faktor yang berpengaruh signifikan yaitu rata-rata pengeluaran biaya kesehatan perkapita, persentase penduduk miskin, dan jumlah tenaga medis dan paramedis.

Novita (2011) memodelkan pengaruh kematian maternal di Jawa Timur berdasarkan variabel-variabel prediktor yang diduga berpengaruh menggunakan *Geographically Weighted Poisson Regression*. Metode GWPR yaitu bentuk lokal dari regresi Pois-

son dimana dalam metode ini memperhatikan aspek spasial dan variabel y diasumsikan berdistribusi Poisson yaitu distribusi dimana peristiwa yang memiliki peluang kejadian kecil dengan kejadiannya bergantung pada interval waktu tertentu atau di suatu daerah tertentu dengan hasil pengamatan berupa variabel diskrit dan saling independen. Hasil penelitian menunjukkan bahwa variabel yang signifikan berpengaruh adalah sarana kesehatan di setiap kabupaten/kota di Jawa Timur.

Pertiwi (2012) memodelkan pengaruh kematian maternal menggunakan *Spatial Durbin Model*. Hasil penelitian menunjukkan bahwa variabel-variabel yang signifikan berpengaruh terhadap kematian maternal adalah persentase persalinan dibantu oleh dukun, persentase rumah tangga berperilaku hidup bersih sehat, dan persentase sarana kesehatan di tiap kabupaten/kota di Jawa Timur.

Regresi nonparametrik adalah salah satu metode statistik yang digunakan untuk mengetahui pola hubungan antara variabel respon dan variabel prediktor dimana pola kurva regresinya tidak diketahui. Peneliti yang menggunakan regresi semi parametrik spline salah satunya adalah Merdekawati (2013) yang menganalisis faktor-faktor yang mempengaruhi kemiskinan di Jawa Tengah dengan variabel yang diduga mempengaruhi adalah laju pertumbuhan ekonomi, alokasi belanja daerah untuk bantuan sosial, persentase buta huruf, tingkat pengangguran terbuka, persentase gizi buruk balita, tingkat pendidikan kurang dari SMP, rumah tangga dengan akses air bersih, dan rumah tangga dengan kelayakan papan.

BAB III METODOLOGI PENELITIAN

3.1 Sumber Data dan Variabel Penelitian

Data yang digunakan dalam penelitian ini adalah data sekunder yang diambil dari Hasil Survei Sosial Ekonomi Nasional Provinsi Jawa Timur Tahun 2011 dan Tabel Profil Kesehatan Provinsi Jawa Timur 2011. Variabel-variabel yang diduga berpengaruh didapatkan dari referensi penelitian sebelumnya, terungkap dalam Tabel 3.1.

Tabel 3.1 Variabel Penelitian

Variabel	Nama Variabel	Tipe Variabel
y	Angka kematian maternal	Kontinu
x_1	Persentase ibu hamil yang mendapatkan tablet Fe1	Kontinu
x_2	Persentase ibu hamil melaksanakan program K1	Kontinu
x_3	Persentase ibu hamil berisiko tinggi/komplikasi yang ditangani	Kontinu
x_4	Persentase rumah tangga berperilaku hidup bersih sehat	Kontinu
x_5	Persentase penduduk perempuan yang pernah kawin di bawah umur	Kontinu
x_6	Persentase penduduk perempuan dengan pendidikan paling tinggi SD	Kontinu
x_7	Persentase balita dengan bidan sebagai penolong pertama kelahiran	Kontinu

Definisi operasional variabel yang digunakan dalam penelitian ini adalah sebagai berikut:

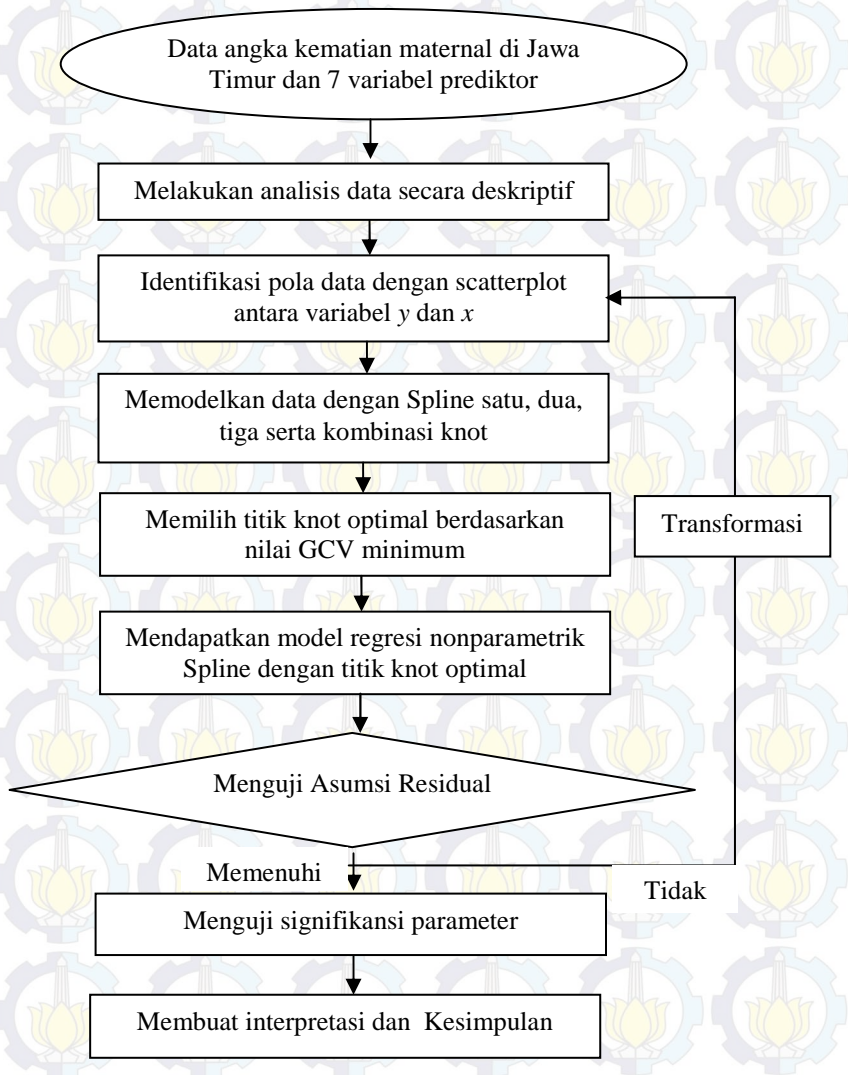
1. Variabel y menyatakan hasil bagi antara jumlah kematian ibu hamil, ibu bersalin, dan ibu nifas dengan jumlah lahir hidup dikali 100000.
2. Variabel x_1 menyatakan hasil bagi jumlah ibu hamil yang mendapatkan tambahan vitamin yang dapat mencegah anemia dengan jumlah ibu hamil, dinyatakan dalam persentase.
3. Variabel x_2 menyatakan hasil bagi antara jumlah ibu hamil yang melakukan kontak pertama dengan sarana kesehatan untuk mendapatkan pelayanan antenatal dengan jumlah ibu hamil, yang dinyatakan dalam persentase.
4. Variabel x_3 menyatakan hasil bagi jumlah ibu hamil yang mempunyai kondisi berisiko/berbahaya pada waktu kehamilan maupun persalinan dan telah ditangani sesuai prosedur dengan 20% jumlah ibu hamil, yang dinyatakan dalam persentase.
5. Variabel x_4 menyatakan hasil bagi jumlah rumah tangga yang melaksanakan 10 indikator perilaku sehat yang dikeluarkan oleh Dinas Kesehatan dengan jumlah rumah tangga yang dipantau, dinyatakan dalam persentase.
6. Variabel x_5 menyatakan persentase penduduk perempuan usia 10 tahun ke atas yang pernah kawin menurut kabupaten/kota dan umur kawin pertama di bawah 17 tahun.
7. Variabel x_6 menyatakan persentase penduduk perempuan usia 10 tahun ke atas yang tidak pernah sekolah atau tidak tamat SD/MI.
8. Variabel x_7 menyatakan persentase balita di Jawa Timur menurut kabupaten/kota, jenis kelamin, dan bidan sebagai penolong pertama kelahiran.

3.2 Langkah-langkah Penelitian

Langkah penelitian disusun dan dilakukan agar tujuan penelitian dapat tercapai. Langkah awal yang dilakukan adalah mendeskripsikan gambaran umum dari data jumlah kematian maternal di Jawa Timur serta variabel-variabel yang diduga berpengaruh. Pendeskripsian tersebut meliputi rata-rata, maksimum, dan minimum dari data angka kematian maternal di Jawa Timur serta variabel-variabel yang diduga berpengaruh. Selain itu akan disajikan pula grafik atau diagram untuk memperjelas analisis deskripsi. Sementara itu untuk menentukan variabel-variabel apa saja yang berpengaruh terhadap angka kematian maternal di Jawa Timur, dilakukan analisis regresi Spline dengan tahapan sebagai berikut.

1. Membuat *scatter plot* antara angka kematian maternal di Jawa Timur dengan masing-masing variabel yang diduga berpengaruh untuk mengetahui bentuk pola data. Apabila terdapat komponen nonparametrik, maka digunakan pendekatan regresi nonparametrik Spline.
2. Memodelkan data dengan pendekatan Spline satu, dua, dan tiga serta kombinasi knot.
3. Memilih titik knot optimal berdasarkan nilai GCV yang paling minimum.
4. Mendapatkan model regresi Spline dengan titik knot optimal.
5. Menguji asumsi residual.
6. Menguji signifikansi parameter regresi Spline secara serentak.
7. Melakukan uji parameter regresi Spline secara parsial.
8. Menginterpretasikan model dan menarik kesimpulan.

Berikut adalah langkah-langkah analisis yang dibuat dalam bentuk diagram alir.



Gambar 3.1 Diagram Alir Penelitian

BAB IV ANALISIS DAN PEMBAHASAN

Bagian ini akan membahas tentang karakteristik angka kematian maternal beserta faktor-faktor yang diduga mempengaruhi menggunakan statistika deskriptif dan pemodelan angka kematian maternal menggunakan regresi nonparametrik Spline dimana kurva regresi nonparametrik diperoleh menggunakan fungsi Spline linear 1 knot, 2 knot, 3 knot, serta kombinasi antara 1 knot, 2 knot, dan 3 knot.

4.1 Karakteristik Angka Kematian Maternal di Kabupaten/Kota Provinsi Jawa Timur

Karakteristik angka kematian maternal beserta faktor-faktor yang diduga mempengaruhi di Provinsi Jawa Timur meliputi nilai rata-rata, varians, nilai minimum, dan nilai maksimum yang ditunjukkan pada tabel 4.1.

Tabel 4.1 Statistika Deskriptif Variabel Penelitian

Variabel	Rata-rata	Varians	Minimum	Maksimum
y	107,51	1502,23	26,06	230,64
x_1	91,34	52,83	64,8	100
x_2	96,75	6,124	91,899	100
x_3	79,99	251,52	53,51	100
x_4	37,01	209,17	7	65,66
x_5	27	169,11	10,07	59,09
x_6	5,682	1,455	3,78	10,36
x_7	73,21	108,76	42,87	90,84

Tabel 4.1 menunjukkan bahwa rata-rata angka kematian maternal (y) di Provinsi Jawa Timur tahun 2011 sebesar 107,51 dengan varians 1502,23. Nilai rata-rata angka kematian maternal 107,51 menggambarkan bahwa bila terdapat 100000 kelahiran bayi hidup pada tahun 2011 maka rata-rata terdapat 107 atau 108 peristiwa kematian maternal di provinsi Jawa Timur pada tahun 2011. Angka kematian maternal terkecil mencapai angka 26,06

dan angka kematian maternal terbesar mencapai 230,64 dari 38 kota/kabupaten di Provinsi Jawa Timur. Hal ini mengindikasikan bahwa angka kematian maternal per 100000 jumlah lahir hidup pada tahun 2011 di Jawa Timur mencapai 26,06 hingga 230,64.

Sedangkan karakteristik variabel x_1 yakni persentase ibu yang mendapatkan tablet Fe1 menunjukkan bahwa rata-rata sebesar 91,34 dengan varians 52,83. Bila terdapat 1000 ibu hamil pada tahun 2011 maka rata-rata terdapat 913 ibu hamil di provinsi Jawa Timur yang diberi tablet Fe1. Persentase ibu yang mendapat tablet Fe1 yang terjadi pada tahun 2011 yakni sebesar 64,8% dan yang tertinggi mencapai angka 100%.

Variabel x_2 memiliki karakteristik yang meliputi rata-rata persentase ibu hamil yang melakukan kontak pertama dengan sarana kesehatan untuk mendapatkan pelayanan antenatal di provinsi Jawa Timur pada tahun 2011 sebesar 96,75 dan varians 6,124. Bila terdapat 1000 ibu hamil pada tahun 2011 maka rata-rata terdapat 967 hingga 968 ibu hamil di provinsi Jawa Timur yang melakukan kontak pertama dengan sarana kesehatan. Persentase ibu hamil yang melakukan kontak pertama dengan sarana kesehatan untuk mendapatkan pelayanan antenatal yang terjadi pada tahun 2011 yakni sebesar 91,899% dan yang tertinggi mencapai angka 100%.

Variabel x_3 memiliki karakteristik yang meliputi rata-rata ibu hamil yang mempunyai kondisi berisiko/berbahaya pada waktu kehamilan maupun persalinan dan telah ditangani sesuai prosedur di provinsi Jawa Timur pada tahun 2011 sebesar 79,99 dan varians 251,52. Bila terdapat 1000 ibu hamil pada tahun 2011 maka rata-rata terdapat 799 hingga 800 ibu hamil di provinsi Jawa Timur yang mempunyai kondisi berisiko/berbahaya pada waktu kehamilan maupun persalinan dan telah ditangani sesuai prosedur. Persentase ibu hamil yang mempunyai kondisi berisiko/berbahaya pada waktu kehamilan maupun persalinan dan telah ditangani sesuai prosedur yang terjadi pada tahun 2011 yakni sebesar 53,51% dan yang tertinggi mencapai angka 100%.

Variabel x_4 memiliki karakteristik yang meliputi rata-rata persentase rumah tangga yang melaksanakan 10 indikator perilaku sehat di provinsi Jawa Timur pada tahun 2011 sebesar 37,01 dan varians 209,17. Bila terdapat 1000 rumah tangga pada tahun 2011 maka rata-rata terdapat 370 rumah tangga di provinsi Jawa Timur yang melaksanakan 10 indikator perilaku sehat. Persentase rumah tangga yang melaksanakan 10 indikator perilaku sehat yang terjadi pada tahun 2011 yakni sebesar 7% dan yang tertinggi mencapai angka 65,66%.

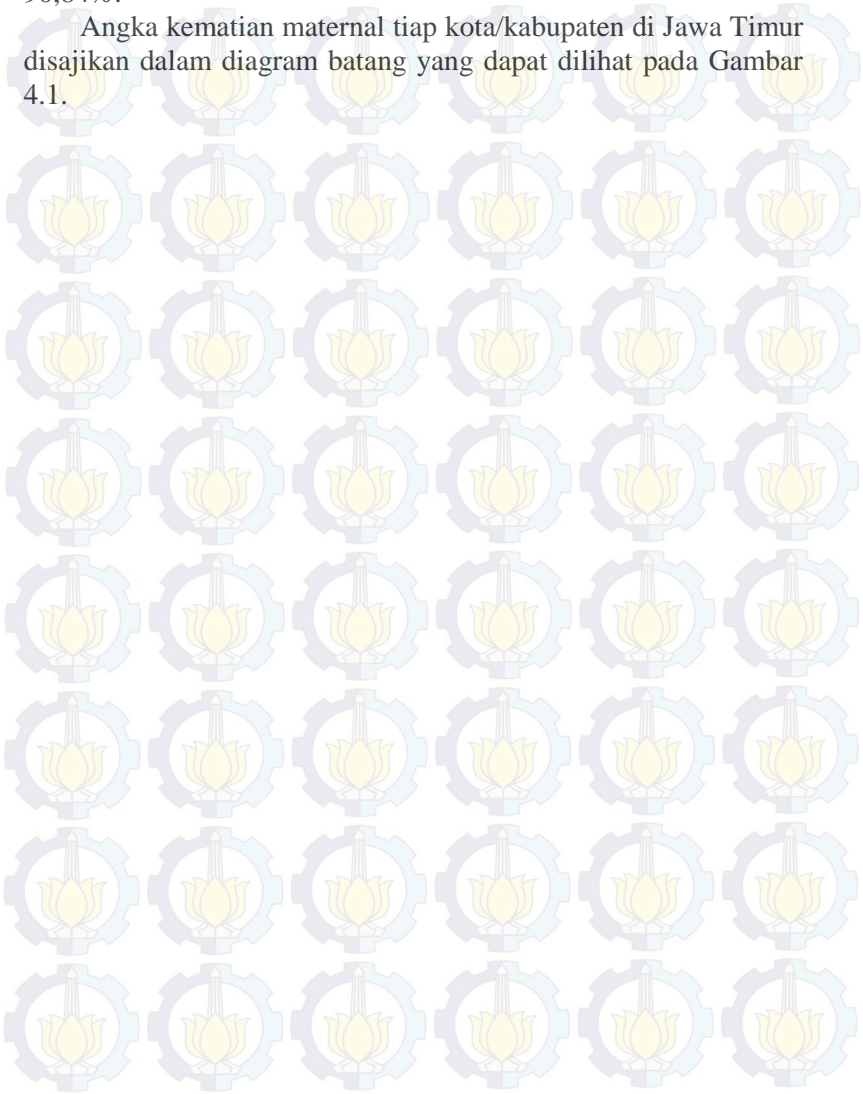
Variabel x_5 memiliki karakteristik yang meliputi rata-rata persentase penduduk pernah kawin dengan umur kawin pertama di bawah 17 tahun di provinsi Jawa Timur pada tahun 2011 sebesar 27 dan varians 169,11. Bila terdapat 1000 perempuan berusia 10 tahun ke atas pada tahun 2011 maka rata-rata terdapat 270 perempuan di provinsi Jawa Timur yang pernah kawin di bawah umur. Persentase perempuan yang pernah kawin di bawah umur yang terjadi pada tahun 2011 yakni sebesar 10,07% dan yang tertinggi mencapai angka 59,09%.

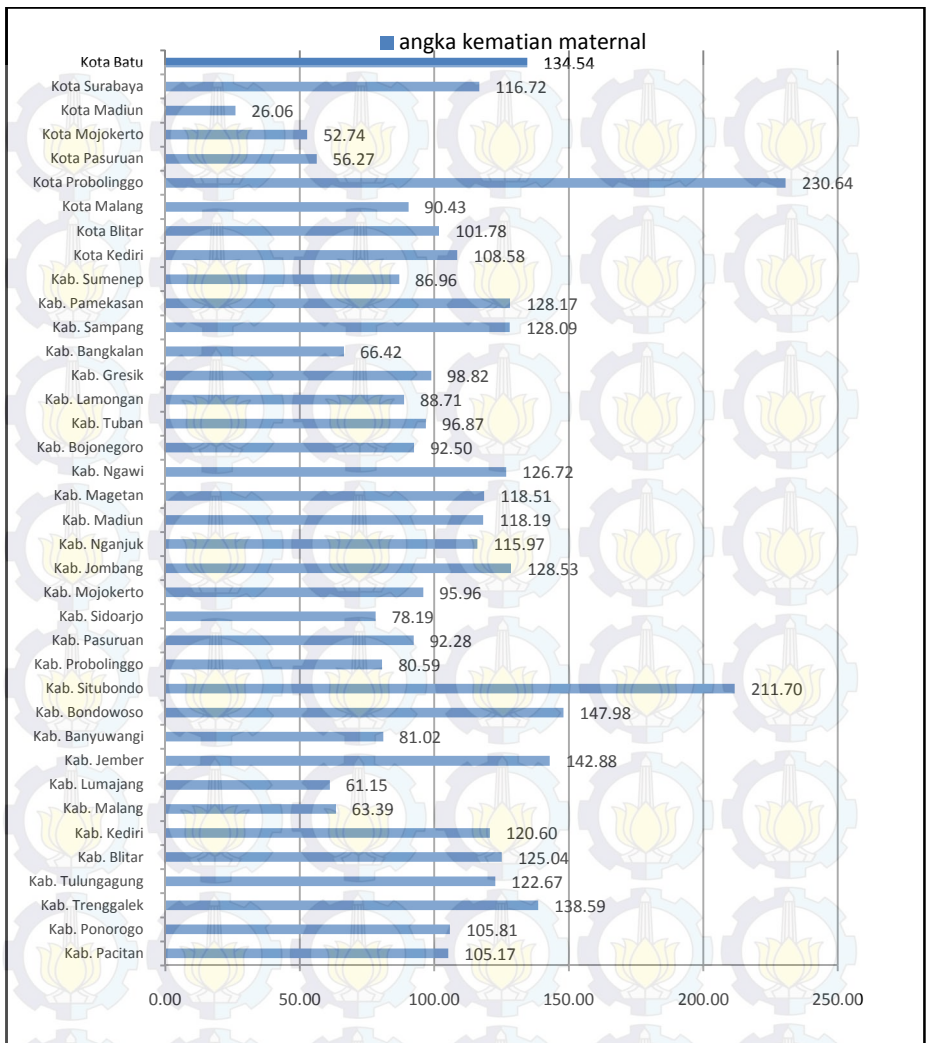
Variabel x_6 memiliki karakteristik yang meliputi rata-rata persentase penduduk perempuan dengan pendidikan paling tinggi SD di provinsi Jawa Timur pada tahun 2011 sebesar 5,682 dan varians 1,455. Bila terdapat 1000 ibu perempuan berusia di atas 10 tahun pada tahun 2011 maka rata-rata terdapat 56 hingga 57 perempuan di provinsi Jawa Timur yang berpendidikan paling tinggi SD. Persentase perempuan dengan pendidikan paling tinggi SD yang terjadi pada tahun 2011 yakni sebesar 3,78% dan yang tertinggi mencapai angka 10,36%.

Variabel x_7 memiliki karakteristik yang meliputi rata-rata persentase balita dengan bidan sebagai penolong pertama kelahiran di provinsi Jawa Timur pada tahun 2011 sebesar 73,21 dan varians 108,76. Bila terdapat 1000 balita pada tahun 2011 maka rata-rata terdapat 732 balitadi provinsi Jawa Timur yang kelahirannya dibantu pertama kali oleh bidan. Persentase balita dengan bidan sebagai penolong pertama kelahiran pada tahun

2011 yakni sebesar 42,87% dan yang tertinggi mencapai angka 90,84%.

Angka kematian maternal tiap kota/kabupaten di Jawa Timur disajikan dalam diagram batang yang dapat dilihat pada Gambar 4.1.





Gambar 4.1 Angka Kematian Maternal di Kabupaten/Kota Proivinsi Jawa Timur Tahun 2011

Visualisasi pada Gambar 4.1 menunjukkan bahwa kota/kabupaten yang memiliki angka kematian maternal tertinggi ialah Kota Probolinggo yaitu sebesar 230,64 per 100000 kelahiran hidup. Sedangkan kota/kabupaten yang memiliki angka kematian maternal terendah ialah kota Madiun yang menunjukkan angka 26,06 per 100000 kelahiran hidup. Terdapat 20 kota/kabupaten di Provinsi Jawa Timur yang memiliki angka kematian maternal lebih tinggi dari target MDGs 2015 yaitu 102 per 100000 kelahiran hidup. Kota-kota tersebut adalah Kabupaten Pacitan, Kabupaten Ponorogo, Kota Kediri, Kabupaten Nganjuk, Kota Surabaya, Kabupaten Madiun, Kabupaten Magetan, Kabupaten Kediri, Kabupaten Tulungagung, Kabupaten Blitar, Kabupaten Ngawi, Kabupaten Sampang, Kabupaten Pamekasan, Kabupaten Jombang, Kota Batu, Kabupaten Trenggalek, Kabupaten Jember, Kabupaten Bondowoso, Kabupaten Situbondo, dan Kota Probolinggo.

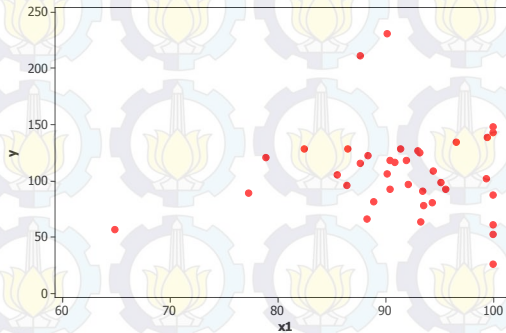
4.2 Pemodelan Angka Kematian Maternal Provinsi Jawa Timur Menggunakan Regresi Nonparametrik Spline

Pemodelan angka kematian maternal Provinsi Jawa Timur sebagai variabel respon dengan faktor yang diduga mempengaruhi dilakukan dengan menggunakan metode regresi nonparametrik Spline. Adapun tahapan-tahapan dalam melakukan pemodelan ialah membentuk plot antara angka kematian maternal dengan masing-masing faktor yang diduga mempengaruhi, membentuk model regresi nonparametrik Spline untuk estimasi parameter, memilih titik knot optimal yang akan menghasilkan nilai GCV terkecil, membentuk persamaan regresi dengan knot yang paling optimal, uji estimasi parameter, uji asumsi residual, dan interpretasi model regresi.

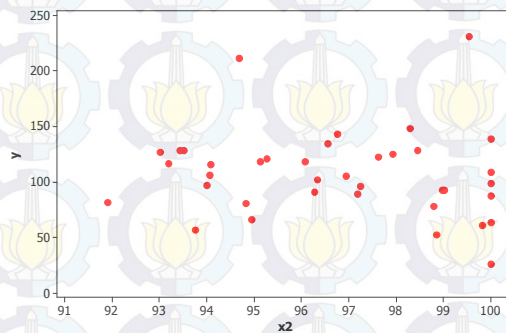
4.2.1 Pola Hubungan Antara Variabel Respon dan Variabel Prediktor

Pola hubungan yang terbentuk antara variabel respon yakni angka kematian maternal dengan variabel prediktor yaitu persen-

tase ibu hamil yang mendapatkan tablet Fe1 (x_1) dan persentase ibu hamil melaksanakan program K1 (x_2) dapat ditunjukkan pada Gambar 4.2 dan 4.3.



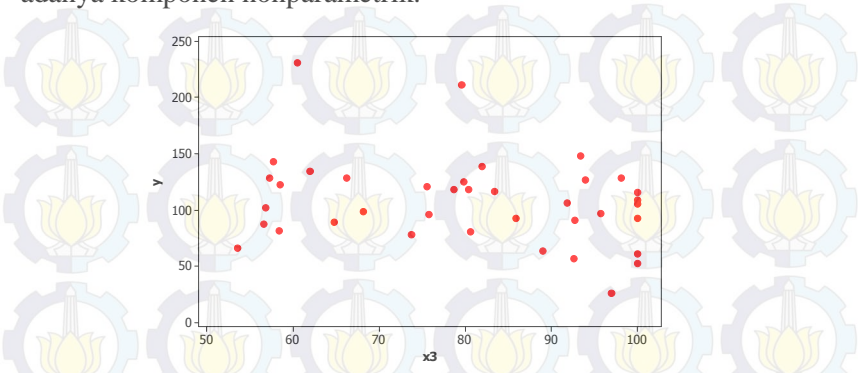
Gambar 4.2 Scatter Plot antara Variabel Prediktor x_1 dengan Variabel Respon y



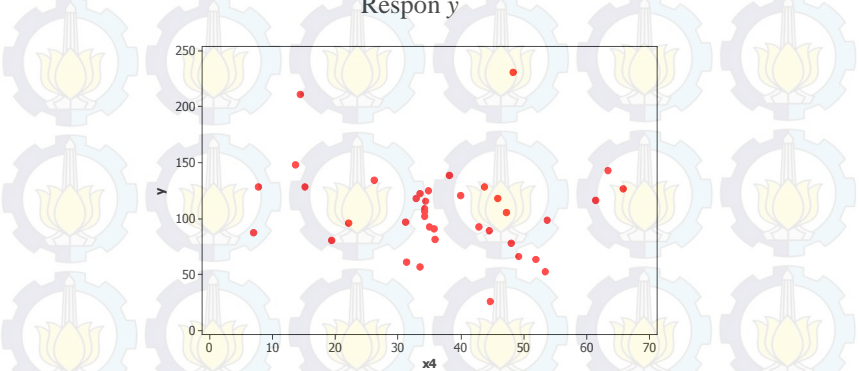
Gambar 4.3 Scatter Plot antara Variabel Prediktor x_2 dengan Variabel Respon y

Pola yang terbentuk antara angka kematian maternal dengan dua variabel prediktor yaitu persentase ibu hamil yang mendapatkan tablet Fe1 (x_1) dan persentase ibu hamil melaksanakan program K1 tidak membentuk suatu pola tertentu. Hal ini diidentifikasi dengan melihat sebaran plot pada gambar 4.2 dan

4.3 yang menyebar secara acak sehingga hal ini mengindikasikan adanya komponen nonparametrik.

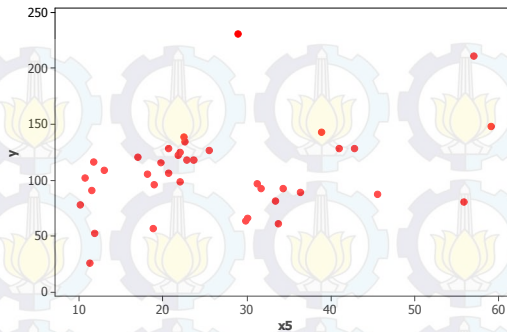


Gambar 4.4 Scatter Plot antara Variabel Prediktor x_3 dengan Variabel Respon y

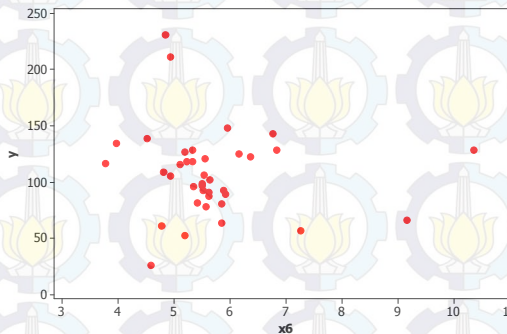


Gambar 4.5 Scatter Plot antara Variabel Prediktor x_4 dengan Variabel Respon y

Gambar 4.4 dan Gambar 4.5 yang menunjukkan *scatter plot* antara variabel y dengan presentase ibu hamil berisiko tinggi/komplikasi yang ditangani (x_3) dan persentase rumah tangga berperilaku hidup bersih sehat (x_4). Secara visual bentuk pola hubungan antara variabel y dengan x_3 dan x_4 tidak mengikuti pola tertentu sehingga hal ini mengindikasikan adanya komponen nonparametrik.



Gambar 4.6 *Scatter Plot* antara Variabel Prediktor x_5 dengan Variabel Respon y

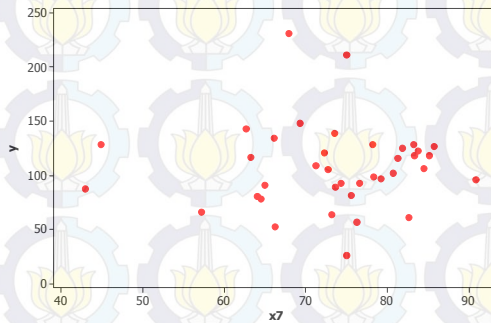


Gambar 4.7 *Scatter Plot* antara Variabel Prediktor x_6 dengan Variabel Respon y

Pola hubungan yang terbentuk pada Gambar 4.6 dan Gambar 4.7 adalah antara angka kematian maternal dengan variabel x_5 (penduduk perempuan yang pernah kawin di bawah umur) dan variabel x_6 (penduduk perempuan dengan pendidikan paling tinggi SD). Secara visual bentuk pola hubungan antara variabel y dengan x_5 dan x_6 tidak mengikuti pola tertentu sehingga hal ini mengindikasikan adanya komponen nonparametrik.

Gambar 4.8 menunjukkan *scatter plot* antara variabel y dengan persentase balita dengan bidan sebagai penolong pertama

kelahiran. Pada Gambar 4.8, pola perilaku data tidak mengikuti pola tertentu sehingga pemodelan data menggunakan regresi non-parametrik.



Gambar 4.8 Scatter Plot antara Variabel Prediktor x_7 dengan Variabel Respon y

Gambar 4.2 hingga Gambar 4.8 menunjukkan pola hubungan antara variabel y dengan variabel prediktor x_1 sampai dengan x_7 . Semua *scatterplot* tersebut tidak menunjukkan adanya pola tertentu antara variabel respon dengan prediktor. Dengan demikian digunakan regresi nonparametrik Spline karena mampu mengatasi data yang memiliki pola menyebar.

4.2.2 Pemodelan dengan Regresi Nonparametrik Spline Linier

Model regresi Spline linier dengan satu knot adalah sebagai berikut:

$$\hat{y} = \widehat{\beta}_0 + \widehat{\beta}_1 x_1 + \widehat{\beta}_2 (x_1 - K_1)_+^1 + \cdots + \widehat{\beta}_{13} x_7 + \widehat{\beta}_{14} (x_7 - K_7)_+^1$$

Nilai GCV untuk model regresi Spline linier 1 knot disajikan pada Tabel 4.2.

Tabel 4.2 Titik Knot dan GCV untuk Spline Satu Knot

No	1	2	3	4	5
x_1	97,12653	97,8449	98,56327	99,28163	100
x_2	99,33872	99,50404	99,66936	99,83468	100
x_3	96,2049	97,15367	98,10245	99,05122	100
x_4	60,3006	61,64061	62,98062	64,32064	65,66065
x_5	55,08837	56,08878	57,08918	58,08959	59,09
x_6	9,822857	9,957143	10,09143	10,22571	10,36
x_7	86,92408	87,90306	88,88204	89,86102	90,84
GCV	1827,446	1834,784	2050,794	2073,227	1763,539

Hasil pemodelan regresi linier dengan satu titik knot yang disajikan di Tabel 4.2, didapatkan nilai GCV minimum untuk model regresi Spline linier dengan satu titik knot sebesar 1763,539 yang bersesuaian dengan titik knot pada variabel

$$\begin{aligned} x_1 &= 100; & x_2 &= 100; \\ x_3 &= 100; & x_4 &= 65,66; \\ x_5 &= 59,09; & x_6 &= 10,36; \\ x_7 &= 90,84. \end{aligned}$$

Setelah dilakukan pendekatan regresi Spline linier dengan satu knot, selanjutnya dilakukan pendekatan menggunakan dua titik knot. Model regresi Spline linier dengan dua knot adalah sebagai berikut:

$$\hat{y} = \widehat{\beta}_0 + \widehat{\beta}_1 x_1 + \widehat{\beta}_2 (x_1 - K_1)_+^1 + \widehat{\beta}_3 (x_1 - K_2)_+^1 \dots + \widehat{\beta}_{19} x_7 + \widehat{\beta}_{20} (x_7 - K_{13})_+^1 + \widehat{\beta}_{21} (x_7 - K_{14})_+^1$$

Nilai GCV untuk model regresi Spline linier dengan dua titik knot disajikan pada Tabel 4.3.

Tabel 4.3 Titik Knot dan GCV untuk Spline Dua Knot

No	1	2	3	4	5
x_1	70,54694	70,54694	70,54694	70,54694	70,54694
	75,57551	76,29388	77,01224	77,73061	78,44898
x_2	93,22186	93,22186	93,22186	93,22186	93,22186
	94,3791	94,54442	94,70974	94,87506	95,04038
x_3	61,1002	61,1002	61,1002	61,1002	61,1002
	67,74163	68,69041	69,63918	70,58796	71,53673
x_4	10,72011	10,72011	10,72011	10,72011	10,72011
	20,1002	21,44021	22,78023	24,12024	25,46025
x_5	18,07327	18,07327	18,07327	18,07327	18,07327
	25,07612	26,07653	27,07694	28,07735	29,07776
x_6	4,854286	4,854286	4,854286	4,854286	4,854286
	5,794286	5,928571	6,062857	6,197143	6,331429
x_7	50,70184	50,70184	50,70184	50,70184	50,70184
	57,55469	58,53367	59,51265	60,49163	61,47061
GCV	1311,735	1081,755	925,1711	1294,586	1838,266

Tabel 4.3 memberikan nilai GCV minimum sebesar 925,1711. Perubahan perilaku pola data dari GCV minimum terjadi pada saat titik knot pada variabel

$x_1 = 70,5469$ dan $77,01224$; $x_2 = 93,22186$ dan $94,70974$;

$x_3 = 61,1002$ dan $69,63918$; $x_4 = 10,72011$ dan $22,78023$;

$x_5 = 18,07327$ dan $27,07694$; $x_6 = 4,854286$ dan $6,062857$;

$x_7 = 50,7018$ dan $59,51265$.

Kemudian dilakukan pendekatan regresi Spline linier tiga titik knot dengan model seperti berikut:

$$\hat{y} = \widehat{\beta}_0 + \widehat{\beta}_1 x_1 + \widehat{\beta}_2 (x_1 - K_1)_+^1 + \widehat{\beta}_3 (x_1 - K_2)_+^1 \dots + \widehat{\beta}_{25} x_7 \\ + \widehat{\beta}_{26} (x_7 - K_{19})_+^1 + \widehat{\beta}_{27} (x_7 - K_{20})_+^1 \\ + \widehat{\beta}_{28} (x_7 - K_{21})_+^1$$

Nilai GCV untuk model regresi Spline linier dengan tiga titik knot disajikan pada Tabel 4.4.

Tabel 4.4 Titik Knot dan GCV untuk Spline Tiga Knot

No	1	2	3	4	5
x_1	66,9551	66,9551	66,9551	66,9551	66,9551
	96,40816	97,12653	97,12653	97,12653	97,12653
	100	97,8449	98,56327	99,28163	100
x_2	92,39525	92,39525	92,39525	92,39525	92,39525
	99,1734	99,33872	99,33872	99,33872	99,33872
	100	99,50404	99,66936	99,83468	100
x_3	56,35633	56,35633	56,35633	56,35633	56,35633
	95,25612	96,2049	96,2049	96,2049	96,2049
	100	97,15367	98,10245	99,05122	100
x_4	4,02004	4,02004	4,02004	4,02004	4,02004
	58,96058	60,3006	60,3006	60,3006	60,3006
	65,66065	61,64061	62,98062	64,32064	65,66065
x_5	13,07122	13,07122	13,07122	13,07122	13,07122
	54,08796	55,08837	55,08837	55,08837	55,08837
	59,09	56,08878	57,08918	58,08959	59,09
x_6	4,182857	4,182857	4,182857	4,182857	4,182857
	9,688571	9,822857	9,822857	9,822857	9,822857
	10,36	9,957143	10,09143	10,22571	10,36
x_7	45,80694	45,80694	45,80694	45,80694	45,80694
	85,9451	86,92408	86,92408	86,92408	86,92408
	90,84	87,90306	88,88204	89,86102	90,84
GCV	2350,907	1022,225	514,5102	1156,164	2322,591

Nilai GCV minimum dan letak titik knot yang bersesuaian pada model regresi Spline linier dengan tiga titik knot ditunjukkan pada Tabel 4.4. Pada Tabel 4.4 diperoleh nilai GCV minimum sebesar 514,5102 dimana variabel

$$x_1 = 66,9551; 97,12653; \text{ dan } 98,56327;$$

$$x_2 = 92,39525; 99,33872; \text{ dan } 99,66936;$$

$$x_3 = 56,35633; 96,2049; \text{ dan } 98,10245;$$

$$x_4 = 4,02004; 60,3006; \text{ dan } 62,98062;$$

$$x_5 = 13,07122; 55,08837; \text{ dan } 57,08918;$$

$$x_6 = 4,182857; 9,822857; \text{ dan } 10,09143;$$

$$x_7 = 45,80694; 86,92408; \text{ dan } 88,88204;$$

terjadi perubahan pola data. Kemudian dilakukan pendekatan regresi Spline linier dengan menggunakan kombinasi ketiga

titik knot. Nilai GCV untuk model regresi Spline linier dengan tiga titik knot disajikan pada Tabel 4.5.

Tabel 4.5 Nilai Knot dan GCV untuk Kombinasi Ketiga Titik Knot

No	Kombinasi							GCV
	x_1	x_2	x_3	x_4	x_5	x_6	x_7	
1	66,9551	92,39525	56,35633	10,72011	13,07122	4,854286	90,84	1138,603
	97,12653	99,33872	96,2049		55,08837			
	98,56327	99,66936	98,10245	22,78023	57,08918	6,062857		
2	66,9551	92,39525	56,35633	10,72011	13,07122	4,854286	50,70184	540,2727
	97,12653	99,33872	96,2049		55,08837			
	98,56327	99,66936	98,10245	22,78023	57,08918	6,062857	59,51265	
3	66,9551	92,39525	56,35633	10,72011	13,07122	4,854286	45,80694	450,8456
	97,12653	99,33872	96,2049		55,08837		86,92408	
	98,56327	99,66936	98,10245	22,78023	57,08918	6,062857	88,88204	
4	66,9551	92,39525	56,35633	10,72011	13,07122	4,182857	90,84	1172,058
	97,12653	99,33872	96,2049		55,08837	9,822857		
	98,56327	99,66936	98,10245	22,78023	57,08918	10,09143		
5	66,9551	92,39525	56,35633	10,72011	13,07122	4,182857	50,70184	1241,596
	97,12653	99,33872	96,2049		55,08837	9,822857		
	98,56327	99,66936	98,10245	22,78023	57,08918	10,09143	59,51265	

Hasil pemodelan menggunakan kombinasi dari ketiga knot yang ditunjukkan pada Tabel 4.5 diperoleh nilai GCV yang paling minimum yaitu sebesar 450,8456 dengan letak titik knot berada pada

$$\begin{aligned}
 x_1 &= 66,9551; 97,12653; \text{ dan } 98,56327; \\
 x_2 &= 92,39525; 99,33872; \text{ dan } 99,66936; \\
 x_3 &= 56,35633; 96,2049; \text{ dan } 98,10245; \\
 x_4 &= 10,72011 \text{ dan } 22,78023; \\
 x_5 &= 13,07122; 55,08837; \text{ dan } 57,08918; \\
 x_6 &= 4,854286 \text{ dan } 6,062857; \\
 x_7 &= 45,80694; 86,92408; \text{ dan } 88,88204.
 \end{aligned}$$

Nilai GCV minimum dari pemodelan menggunakan knot 1, 2, 3, dan kombinasi tiga titik knot, dihasilkan nilai GCV paling minimum adalah model dengan kombinasi knot. Titik-titik knot dengan GCV minimum akan digunakan untuk memodelkan

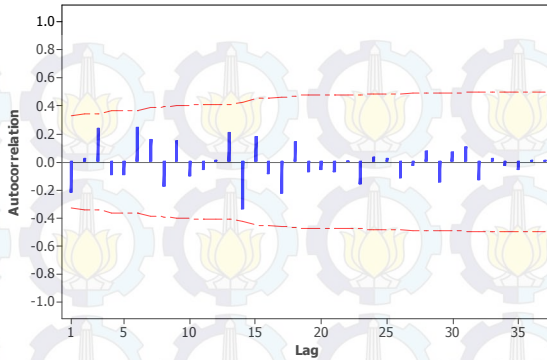
angka kematian maternal. Berikut adalah model regresi spline linier dengan kombinasi knot:

$$\begin{aligned} \hat{y} = & -28,67 + 89,49x_1 - 88,73(x_1 - 66,95)_+^1 \\ & + 113,39(x_1 - 97,13)_+^1 - 275,05(x_1 - 98,56)_+^1 + \\ & 5,22x_2 - 2,3(x_2 - 92,4)_+^1 + 311,81(x_2 - 99,34)_+^1 + \\ & -758,18(x_2 - 99,67)_+^1 + 171,88x_3 + \\ & -171,86(x_3 - 56,36)_+^1 + 7,04(x_3 - 96,2)_+^1 + \\ & -28,52(x_3 - 98,1)_+^1 - 135,01x_4 + \\ & 257,49(x_4 - 10,72)_+^1 - 121,96(x_4 - 22,78)_+^1 + \\ & 26,56x_5 - 28(x_5 - 13,07)_+^1 + 616,6(x_5 - 55,1)_+^1 + \\ & -592,18(x_5 - 57,1)_+^1 + 22x_6 - 63,33(x_6 - 4,85)_+^1 + \\ & 187,51(x_6 - 6,06)_+^1 + -359,41x_7 + \\ & 358,42(x_7 - 45,8)_+^1 + 15,67(x_7 - 86,92)_+^1 + \\ & 7,84(x_7 - 88,88)_+^1 \end{aligned}$$

Model regresi Spline linier menghasilkan nilai R^2 sebesar 96,39% yang berarti kedelapan variabel prediktor mampu menjelaskan sebesar 96,39% permasalahan kematian maternal di kabupaten/kota di Jawa Timur.

4.2.3 Uji Asumsi Residual

Pengujian asumsi residual dilakukan untuk mengetahui residual yang dihasilkan dari pemodelan memenuhi asumsi identik, independen, dan berdistribusi normal. Uji asumsi residual yang dilakukan pada regresi Spline sama seperti pada uji asumsi residual pada regresi parametrik. Uji asumsi independen dilakukan dengan pendekatan grafis menggunakan ACF plot berikut:



Gambar 4.9 Residual ACF Plot

Dapat dilihat pada Gambar 4.9 dari autokorelasi lag 1 hingga lag ke 38 berada di dalam batas toleransi sehingga hal ini menunjukkan bahwa tidak terdapat kasus autokorelasi pada residual.

Setelah itu dilakukan pengujian asumsi residual yang identik. Uji identik ini bertujuan untuk mengetahui apakah varians dari residual homogen. Apabila varians residual tidak terpenuhi maka akan mengakibatkan hasil estimasi parameter tidak efisien. Hipotesis asumsi residual identik adalah sebagai berikut:

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

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

Uji hipotesis statistik yang dapat digunakan untuk uji identik ialah uji Glejser dengan hasil yang disajikan pada Tabel 4.6:

Tabel 4.6 ANOVA Uji Glejser

Sumber Variasi	df	SS	MS	F	P-value
Regresi	26	563,4663	21,67178	0,5378	0,9056
Error	11	443,3184	40,30167		
Total	37	1006,785	-		

Tabel 4.6 menunjukkan bahwa nilai MSR dan MSE yang dihasilkan pada uji Glejser sebesar 21,67178 dan 40,30167 sehingga menghasilkan nilai statistik uji F sebesar 0,5378. P -value pada uji Glejser sebesar 0,9056. Hal ini mengindikasikan terjadinya gagal tolak H_0 , artinya tidak terdapat heteroskedastisitas. Dengan kata lain asumsi identik pada residual terpenuhi. Kemudian dilakukan uji asumsi residual berdistribusi normal menggunakan uji Kolmogorov-Smirnov dengan hipotesis sebagai berikut:

H_0 : Residual mengikuti distribusi normal

H_1 : Residual tidak mengikuti distribusi normal

Dengan menggunakan $\alpha = 0,05$, didapatkan hasil pengujian residual seperti pada Tabel 4.7.

Tabel 4.7. Hasil Uji Kolmogorov Smirnov

K. Smirnov	Pvalue
1,096	0,181

Berdasarkan Tabel 4.7 diketahui bahwa nilai Z_{hitung} 1,096 dan Z_{tabel} sebesar 1.96. Oleh karena $Z_{hitung} < Z_{tabel}$ maka gagal tolak H_0 yang berarti bahwa residual mengikuti distribusi normal. Sama halnya dengan P -value bernilai 0,181 yang berarti nilainya lebih besar dari $\alpha = 0,05$, maka ditarik kesimpulan gagal tolak H_0 yang artinya residual telah berdistribusi normal.

4.2.4 Pengujian Parameter Model Regresi Spline Linier

Uji signifikansi parameter model regresi Spline linier dengan tiga titik knot dilakukan untuk mengetahui variabel prediktor yang berpengaruh secara signifikan terhadap angka kematian maternal. Pengujian parameter dilakukan dengan dua macam cara yaitu uji serentak dan uji individu.

Hipotesis yang digunakan untuk mengetahui pengaruh parameter secara serentak adalah sebagai berikut:

$$H_0: \beta_1 = \beta_2 = \dots = \beta_{26} = 0$$

$$H_1: \text{Minimal ada satu } \beta_k \neq 0 ; k=1, 2, \dots, 26$$

Tabel ANOVA model regresi Spline linier dapat dilihat pada Tabel 4.8.

Tabel 4.8 Tabel ANOVA Model Regresi Spline Linier

<i>Source of Variation</i>	Df	SS	MS	F_{hitung}	P_{value}
Regression	26	53566,22	2060,239	11,303	0,000
Error	11	2005,077	182,2797		
Total	37	55571,3			

Berdasarkan hasil tabel ANOVA diperoleh nilai p-value sebesar 0,00. Jadi dari hasil tersebut dapat diambil keputusan tolak H_0 yang berarti minimal ada satu parameter berpengaruh signifikan terhadap model.

Setelah dilakukan uji parameter secara serentak selanjutnya dilakukan pengujian parameter secara individu. Hipotesis yang digunakan adalah sebagai berikut.

$$H_0: \beta_k = 0$$

$$H_1: \beta_k \neq 0 ; k=1, 2, \dots, 26$$

Berikut adalah hasil pengujian parameter secara individu.

Tabel 4.9 Hasil Pengujian Parameter Secara Individu

Variabel	Parameter	Coef	P-value	Keterangan
	β_0	-28,67	0,000	Signifikan
x_1	β_1	89,49	0,000	Signifikan
	β_2	-88,73	0,001	Signifikan
	β_3	113,39	0,000	Signifikan
	β_4	-275,05	0,000	Signifikan
	β_5	5,22	0,639	Tidak Signifikan
x_2	β_6	-2,3	0,834	Tidak Signifikan
	β_7	311,81	0,003	Signifikan
	β_8	-758,18	0,000	Signifikan
	β_9	-171,88	0,000	Signifikan
x_3	β_{10}	-171,86	0,000	Signifikan
	β_{11}	7,04	0,398	Tidak Signifikan

Tabel 4.9 Hasil Pengujian Parameter Secara Individu (Lanjutan)

Variabel	Parameter	Coef	P-value	Keterangan
x_4	β_{12}	-28,52	0,088	Tidak Signifikan
	β_{13}	-135,01	0,000	Signifikan
	β_{14}	257,49	0,000	Signifikan
	β_{15}	-121,96	0,000	Signifikan
x_5	β_{16}	26,56	0,001	Signifikan
	β_{17}	-28	0,001	Signifikan
	β_{18}	616,6	0,000	Signifikan
	β_{19}	-592,18	0,000	Signifikan
x_6	β_{20}	22	0,174	Tidak Signifikan
	β_{21}	-63,33	0,030	Signifikan
	β_{22}	187,51	0,000	Signifikan
	β_{23}	-359,41	0,000	Signifikan
x_7	β_{24}	358,42	0,000	Signifikan
	β_{25}	15,67	0,009	Signifikan
	β_{26}	7,84	0,009	Signifikan

Berdasarkan Tabel 4.9, parameter β_5 , β_6 , β_{11} , β_{12} , dan β_{20} tidak berpengaruh signifikan terhadap model, tetapi parameter β_0 , β_1 , β_2 , β_3 , β_4 , β_7 , β_8 , β_9 , β_{10} , β_{13} , β_{14} , β_{15} , β_{16} , β_{17} , β_{18} , β_{19} , β_{21} , β_{22} , β_{23} , β_{24} , β_{25} , dan β_{26} signifikan dalam model.

4.2.5 Interpretasi Hasil Model Regresi Spline Linier

Dalam pemodelan menggunakan regresi Spline linier menggunakan taraf signifikansi $\alpha = 5\%$ didapat kesimpulan bahwa faktor-faktor yang mempengaruhi angka kematian maternal di di Jawa Timur adalah persentase ibu hamil yang mendapatkan tablet Fe1 (x_1), persentase ibu hamil melaksanakan program K1 (x_2), persentase ibu hamil berisiko tinggi/komplikasi yang ditangani (x_3), persentase rumah tangga berperilaku hidup bersih sehat (x_4), persentase penduduk perempuan yang pernah kawin di bawah umur (x_5), persentase penduduk perempuan dengan pendidikan paling tinggi SD (x_6), dan persentase balita dengan bidan sebagai penolong pertama (x_7). Model regresi

nonparametrik Spline untuk angka kematian maternal di Jawa Timur dapat dituliskan seperti berikut:

$$\begin{aligned} \hat{y} = & -28,67 + 89,49x_1 - 88,73(x_1 - 66,95)_{\frac{1}{+}} \\ & + 113,39(x_1 - 97,13)_{\frac{1}{+}} - 275,05(x_1 - 98,56)_{\frac{1}{+}} + \\ & 5,22x_2 - 2,3(x_2 - 92,4)_{\frac{1}{+}} + 311,81(x_2 - 99,34)_{\frac{1}{+}} + \\ & -758,18(x_2 - 99,67)_{\frac{1}{+}} + 171,88x_3 + \\ & -171,86(x_3 - 56,36)_{\frac{1}{+}} + 7,04(x_3 - 96,2)_{\frac{1}{+}} + \\ & -28,52(x_3 - 98,1)_{\frac{1}{+}} - 135,01x_4 + \\ & 257,49(x_4 - 10,72)_{\frac{1}{+}} - 121,96(x_4 - 22,78)_{\frac{1}{+}} + \\ & 26,56x_5 - 28(x_5 - 13,07)_{\frac{1}{+}} + 616,6(x_5 - 55,1)_{\frac{1}{+}} + \\ & -592,18(x_5 - 57,1)_{\frac{1}{+}} + 22x_6 - 63,33(x_6 - 4,85)_{\frac{1}{+}} + \\ & 187,51(x_6 - 6,06)_{\frac{1}{+}} + -359,41x_7 + \\ & 358,42(x_7 - 45,8)_{\frac{1}{+}} + 15,67(x_7 - 86,92)_{\frac{1}{+}} + \\ & 7,84(x_7 - 88,88)_{\frac{1}{+}} \end{aligned}$$

Kemudian, interpretasi dari model Spline terbaik adalah sebagai berikut.

1. Dengan mengasumsikan variabel $x_2, x_3, x_4, x_5, x_6,$ dan x_7 konstan, maka pengaruh persentase ibu hamil yang mendapatkan tablet Fe1 terhadap angka kematian maternal adalah sebagai berikut:

$$\hat{y} = \begin{cases} 89,49x_1 - 28,67, & x_1 < 66,95 \\ 0,76x_1 + 5911,8, & 66,95 \leq x_1 < 97,13 \\ 114,15x_1 - 5101,77, & 97,13 \leq x_1 < 98,56 \\ -160,9x_1 + 22007,16, & x_1 \geq 98,56 \end{cases}$$

apabila persentase ibu hamil yang mendapatkan tablet Fe1 kurang dari 66,95%, yaitu pada kota Pasuruan, maka jika ibu hamil yang mendapat tablet Fe1 naik sebesar 1% maka angka kematian maternal di kabupaten/kota Jawa Timur akan naik sebesar 89,49. Apabila persentase ibu hamil yang mendapatkan tablet Fe1 berkisar antara 66,95% dan 97,13%, maka jika persentase ibu hamil yang mendapatkan tablet Fe1 naik sebesar 1% maka angka kematian maternal di kabupaten/kota Jawa Timur akan

naik sebesar 0,76. Dan bila ibu hamil yang mendapatkan tablet Fe1 lebih dari 98,56% yaitu pada kabupaten Trenggalek, kabupaten Lumajang, Jember, Bondowoso, Sumenep, Mojokerto maka angka kematian maternal akan turun sebesar 160,9.

2. Dengan mengasumsikan variabel $x_1, x_3, x_4, x_5, x_6,$ dan x_7 konstan, maka pengaruh persentase ibu hamil melaksanakan program K1 terhadap angka kematian maternal adalah sebagai berikut:

$$\hat{y} = \begin{cases} 5,22x_2 - 28,67, & x_2 < 92,4 \\ 2,92x_2 + 183,85, & 92,4 \leq x_2 < 99,34 \\ 314,73x_2 - 30791,36, & 99,34 \leq x_2 < 99,67 \\ -443,45x_2 + 4476,45, & x_2 \geq 99,67 \end{cases}$$

apabila persentase ibu hamil melaksanakan program K1 di antara 99,34% dan 99,67%, yaitu pada kabupaten Probolinggo apabila persentase ibu hamil melaksanakan program K1 naik sebesar 1% maka angka kematian maternal akan naik sebesar 314,73. Jika persentase ibu hamil melaksanakan program K1 lebih dari 99,67%, yaitu pada kabupaten Trenggalek, Malang, Gresik, Sumenep dan kota Kediri serta Madiun apabila persentase ibu hamil melaksanakan program K1 naik sebesar 1% maka angka kematian maternal akan turun sebesar 443,45.

3. Dengan mengasumsikan variabel $x_1, x_2, x_4, x_5, x_6,$ dan x_7 konstan, pengaruh persentase ibu hamil berisiko tinggi/komplikasi yang ditangani terhadap angka kematian maternal adalah sebagai berikut:

$$\hat{y} = \begin{cases} 171,88x_3 - 28,67, & x_3 < 56,36 \\ 0,02x_3 + 9657,36, & 56,36 \leq x_3 < 96,2 \\ 7,06x_3 + 8980,11, & 96,2 \leq x_3 < 98,1 \\ -21,46x_3 + 11777,92, & x_3 \geq 98,1 \end{cases}$$

Apabila persentase ibu hamil berisiko tinggi/komplikasi yang ditangani kurang dari 56,36%, yaitu pada Kabupaten Bangkalan apabila persentase ibu hamil berisiko tinggi/komplikasi yang ditangani naik sebesar 1% maka angka kematian maternal akan naik

sebesar 171,88. Sedangkan persentase ibu hamil berisiko tinggi/komplikasi yang ditangani di antara 56,36% dan 96,92%, yaitu pada kabupaten Sumenep, Pamekasan, Jember, Banyuwangi, Tulungagung, Lamongan, Sampang, Gresik, Sidoarjo, Kediri, Mojokerto, Madiun, Situbondo, Blitar, Magetan, Probolinggo, Trenggalek, Pasuruan, Malang, Ponorogo, Bondowoso, Ngawi, Tuban, dan kota Blitar, Probolinggo, Batu, Surabaya, Pasuruan, Malang, Madiun apabila persentase ibu hamil berisiko tinggi/komplikasi yang ditangani naik sebesar 1% maka angka kematian maternal akan naik sebesar 0,02.

4. Dengan mengasumsikan variabel $x_1, x_2, x_3, x_5, x_6,$ dan x_7 konstan, pengaruh persentase rumah tangga berperilaku hidup bersih sehat terhadap angka kematian maternal adalah sebagai berikut:

$$\hat{y} = \begin{cases} -135,01x_4 - 28,67, & x_4 < 10,72 \\ 122,48x_4 - 2788,96, & 10,72 \leq x_4 < 22,78 \\ 0,52x_4 - 10,714, & x_4 \geq 22,78 \end{cases}$$

Jika persentase rumah tangga berperilaku hidup bersih sehat lebih dari 10,72%, yaitu pada kabupaten Sumenep dan Pamekasan apabila persentase rumah tangga berperilaku hidup bersih sehat naik sebesar 1% maka angka kematian maternal akan turun sebesar 135,01. Bila persentase rumah tangga berperilaku hidup bersih sehat di antara 10,72% dan 22,78%, yaitu pada kabupaten Bondowoso, Situbondo, Sampang, Probolinggo, dan Mojokerto apabila persentase rumah tangga berperilaku hidup bersih sehat naik sebesar 1% maka angka kematian maternal akan naik sebesar 122,48. Dan bila persentase rumah tangga berperilaku hidup bersih sehat di atas 22,78%, apabila persentase rumah tangga berperilaku hidup bersih sehat naik sebesar 1% maka angka kematian maternal akan naik sebesar 0,52.

5. Dengan mengasumsikan variabel $x_1, x_2, x_3, x_4, x_6,$ dan x_7 konstan, pengaruh persentase penduduk perempuan yang

pernah kawin di bawah umur terhadap angka kematian maternal adalah sebagai berikut:

$$\hat{y} = \begin{cases} 26,56x_5 - 28,67, & x_5 < 13,07 \\ -1,44x_5 + 337,29, & 13,07 \leq x_5 < 55,1 \\ 615,16x_5 - 33637,37, & 55,1 \leq x_5 < 57,1 \\ 22,98x_5 + 176,11, & x_5 \geq 57,1 \end{cases}$$

Apabila persentase penduduk perempuan yang pernah kawin di bawah umur kurang dari 13,07%, yaitu pada kota Blitar, kota Madiun, kota Malang, kota Surabaya, kota Mojokerto, kota Kediri dan kabupaten Sidoarjo apabila persentase penduduk perempuan yang pernah kawin di bawah umur naik sebesar 1% maka angka kematian maternal akan naik sebesar 26,56. Sedangkan persentase penduduk perempuan yang pernah kawin di bawah umur di antara 13,07% dan 55,1%, yaitu pada kabupaten Kediri, Pacitan, Pasuruan, Mojokerto, Nganjuk, Jombang, Ponorogo, Tulungagung, Gresik, Blitar, Trenggalek, Magetan, Madiun, Ngawi, Malang, Bangkalan, Tuban, Pasuruan, Banyuwangi, Lumajang, Bojonegoro, Lamongan, Jember, Pamekasan, Sampang, Sumenep, dan kota Pasuruan, Batu, Probolinggo, apabila persentase penduduk perempuan yang pernah kawin di bawah umur naik sebesar 1% maka angka kematian maternal akan turun sebesar 1,44. Dan bila persentase penduduk perempuan yang pernah kawin di bawah umur di antara 55,1% dan 57,1%, yaitu pada kabupaten Probolinggo dan Situbondo, apabila persentase penduduk perempuan yang pernah kawin di bawah umur naik sebesar 1% maka angka kematian maternal akan naik sebesar 615,66.

6. Dengan mengasumsikan variabel x_1, x_2, x_3, x_4, x_5 dan x_7 konstan, pengaruh persentase penduduk perempuan dengan pendidikan paling tinggi SD dengan angka kematian maternal adalah sebagai berikut:

$$\hat{y} = \begin{cases} 22x_6 - 28,67, & x_6 < 4,85 \\ -41,3x_6 + 278,48, & 4,85 \leq x_6 < 6,06 \\ 146,21x_6 - 857,83, & x_6 \geq 6,06 \end{cases}$$

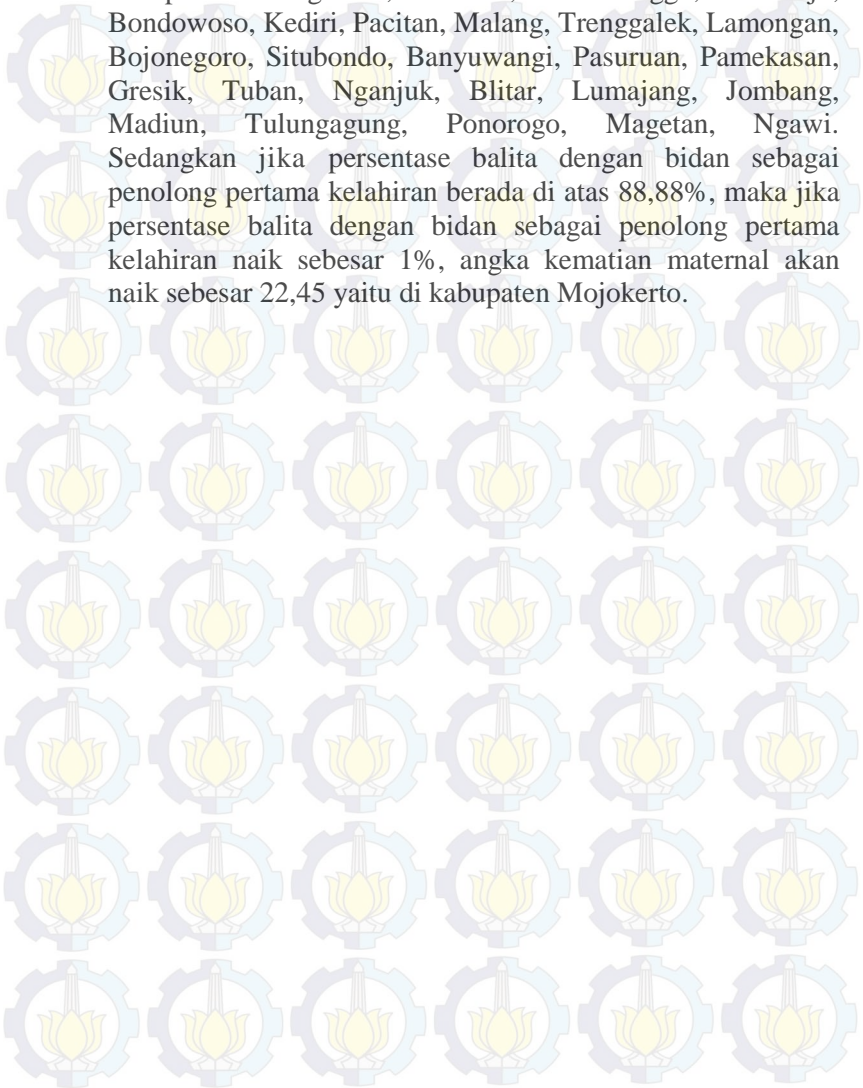
Apabila persentase penduduk perempuan dengan pendidikan paling tinggi SD di antara 4,85% hingga 6,06% maka jika persentase penduduk perempuan dengan pendidikan paling tinggi SD naik sebesar 1% maka angka kematian maternal akan turun sebesar 41,3 yaitu pada kabupaten Situbondo, Pacitan, Nganjuk, Ngawi, Madiun, Jombang, Magetan, Mojokerto, Banyuwangi, Tuban, Gresik, Bojonegoro, Ponorogo, Kediri, Sidoarjo, Sumenep, Probolinggo, Malang, Pasuruan, Lamongan, Bondowoso, serta kota Malang, Madiun, Probolinggo, dan Mojokerto. Dan bila persentase penduduk perempuan dengan pendidikan paling tinggi SD di atas 6,06% maka jika persentase penduduk perempuan dengan pendidikan paling tinggi SD naik sebesar 1% maka angka kematian maternal akan naik sebesar 146,21 yaitu pada kabupaten Blitar, Tulungagung, Jember, Pamekasan, Bangkalan, Sampang, dan kota Pasuruan.

7. Dengan mengasumsikan variabel x_1, x_2, x_3, x_4, x_5 , dan x_6 konstan, pengaruh persentase balita dengan bidan sebagai penolong pertama kelahiran terhadap angka kematian maternal adalah sebagai berikut:

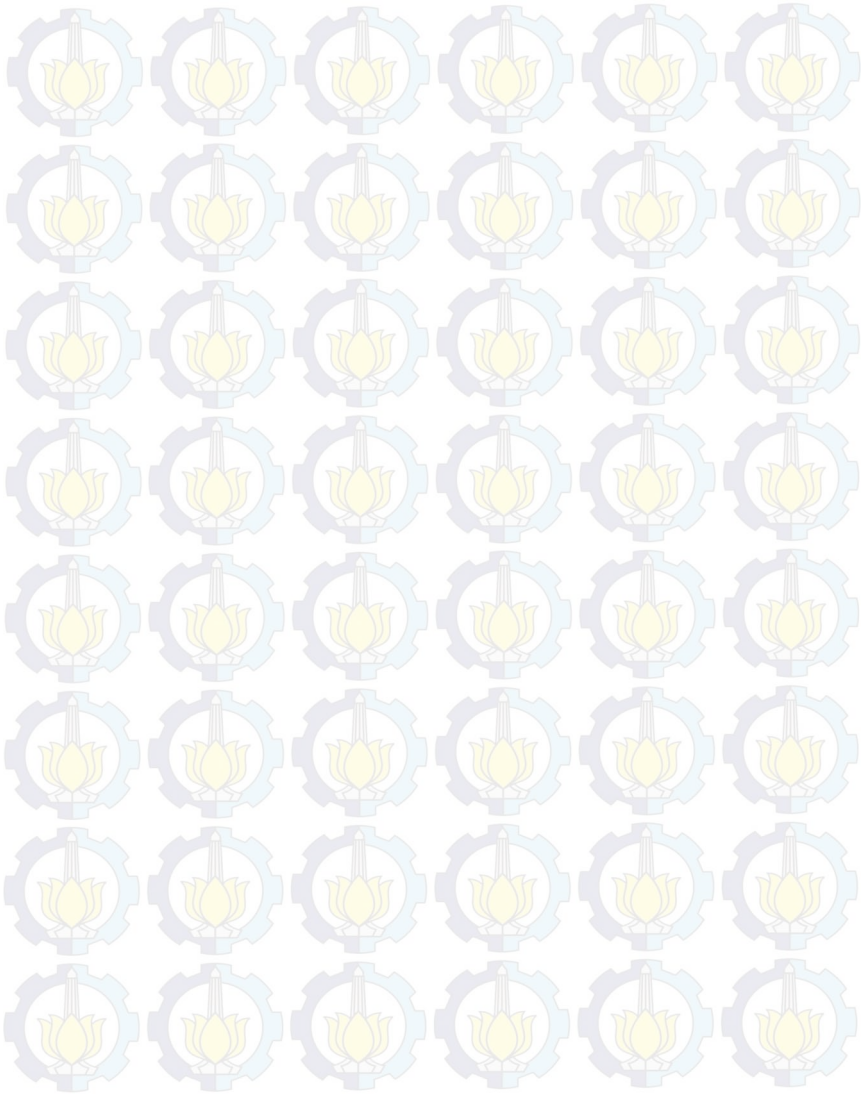
$$\hat{y} = \begin{cases} -359,41x_7 - 28,67, & x_7 < 45,8 \\ -0,99x_7 - 16444,31, & 45,8 \leq x_7 < 86,92 \\ 14,61x_7 - 17806,34, & 86,92 \leq x_7 < 88,88 \\ 22,45x_7 - 18503,2, & x_7 \geq 88,88 \end{cases}$$

Jika persentase balita dengan bidan sebagai penolong pertama kelahiran berada di bawah 45,8%, yaitu pada kabupaten Sumenep dan Sampang, maka jika persentase balita dengan bidan sebagai penolong pertama kelahiran naik sebesar 1%, angka kematian maternal akan turun sebesar 359,41. Sedangkan jika persentase balita dengan bidan sebagai penolong pertama kelahiran berada di antara 45,8% hingga 86,92%, maka jika persentase balita dengan bidan sebagai penolong pertama kelahiran naik sebesar 1%, angka

kematian maternal akan turun sebesar 0,99 yaitu pada kabupaten Bangkalan, Jember, Probolinggo, Sidoarjo, Bondowoso, Kediri, Pacitan, Malang, Trenggalek, Lamongan, Bojonegoro, Situbondo, Banyuwangi, Pasuruan, Pamekasan, Gresik, Tuban, Nganjuk, Blitar, Lumajang, Jombang, Madiun, Tulungagung, Ponorogo, Magetan, Ngawi. Sedangkan jika persentase balita dengan bidan sebagai penolong pertama kelahiran berada di atas 88,88%, maka jika persentase balita dengan bidan sebagai penolong pertama kelahiran naik sebesar 1%, angka kematian maternal akan naik sebesar 22,45 yaitu di kabupaten Mojokerto.



(Halaman ini sengaja dikosongkan)



BAB V

KESIMPULAN DAN SARAN

5.1 Kesimpulan

Berdasarkan hasil dan pembahasan yang telah dilakukan pada bab sebelumnya maka dapat diambil kesimpulan sebagai berikut.

1. Menurut deskripsi angka kematian maternal tiap kabupaten/kota di Jawa Timur, didapatkan angka kematian maternal tertinggi adalah Kota Probolinggo sebesar 230,64. Kabupaten/kota yang memiliki persentase ibu yang mendapatkan tablet Fe1 terendah adalah kota Pasuruan yaitu sebesar 64,8%. Rata-rata persentase ibu hamil yang melakukan kontak pertama dengan sarana kesehatan untuk mendapatkan pelayanan antenatal di provinsi Jawa Timur pada tahun 2011 sebesar 96,75%. Variasi data pada persentase ibu hamil berisiko tinggi ditangani 251,52. Jika ditinjau dari rumah tangga yang melaksanakan 10 indikator perilaku sehat, maka yang memiliki persentase tertinggi adalah kabupaten Ngawi yaitu sebesar 65,66 %. Jika ditinjau dari persentase penduduk pernah kawin dengan umur kawin pertama di bawah 17 tahun, maka yang tertinggi adalah Kabupaten Bondowoso sebesar 59,09%. Rata-rata persentase penduduk perempuan dengan pendidikan paling tinggi SD sebesar 5,682%. Jika ditinjau dari persentase balita dengan bidan sebagai penolong pertama, persentase tertinggi adalah Kabupaten Mojokerto sebesar 90,84%.
2. Faktor-faktor yang mempengaruhi angka kematian maternal di Jawa Timur adalah persentase ibu hamil yang mendapatkan tablet Fe1 (x_1), persentase ibu hamil melaksanakan program K1 (x_2), persentase ibu hamil berisiko tinggi/komplikasi yang ditangani (x_3), persentase rumah tangga berperilaku hidup bersih sehat (x_4), persentase penduduk perempuan yang pernah kawin di bawah umur (x_5), persentase penduduk perempuan dengan pendidikan paling tinggi SD (x_6), dan

persentase balita dengan bidan sebagai penolong pertama (x_7). Sehingga faktor-faktor yang mempengaruhi angka kematian maternal di Jawa Timur dapat dituliskan pada model regresi Spline linier sebagai berikut.

$$\begin{aligned} \hat{y} = & -28,67 + 89,49x_1 - 88,73(x_1 - 66,95)_+^1 \\ & + 113,39(x_1 - 97,13)_+^1 - 275,05(x_1 - 98,56)_+^1 + \\ & 5,22x_2 - 2,3(x_2 - 92,4)_+^1 + 311,81(x_2 - 99,34)_+^1 + \\ & -758,18(x_2 - 99,67)_+^1 + 171,88x_3 + \\ & -171,86(x_3 - 56,36)_+^1 + 7,04(x_3 - 96,2)_+^1 + \\ & -28,52(x_3 - 98,1)_+^1 - 135,01x_4 + \\ & 257,49(x_4 - 10,72)_+^1 - 121,96(x_4 - 22,78)_+^1 + \\ & 26,56x_5 - 28(x_5 - 13,07)_+^1 + 616,6(x_5 - 55,1)_+^1 + \\ & -592,18(x_5 - 57,1)_+^1 + 22x_6 - 63,33(x_6 - 4,85)_+^1 + \\ & 187,51(x_6 - 6,06)_+^1 + -359,41x_7 + \\ & 358,42(x_7 - 45,8)_+^1 + 15,67(x_7 - 86,92)_+^1 + \\ & 7,84(x_7 - 88,88)_+^1 \end{aligned}$$

Berdasarkan model Spline linier yang optimal di atas didapatkan nilai R^2 sebesar 96,39% dan nilai MSE sebesar 182,2797 serta asumsi residual yang telah terpenuhi sehingga dapat dikatakan baik dalam pemodelan.

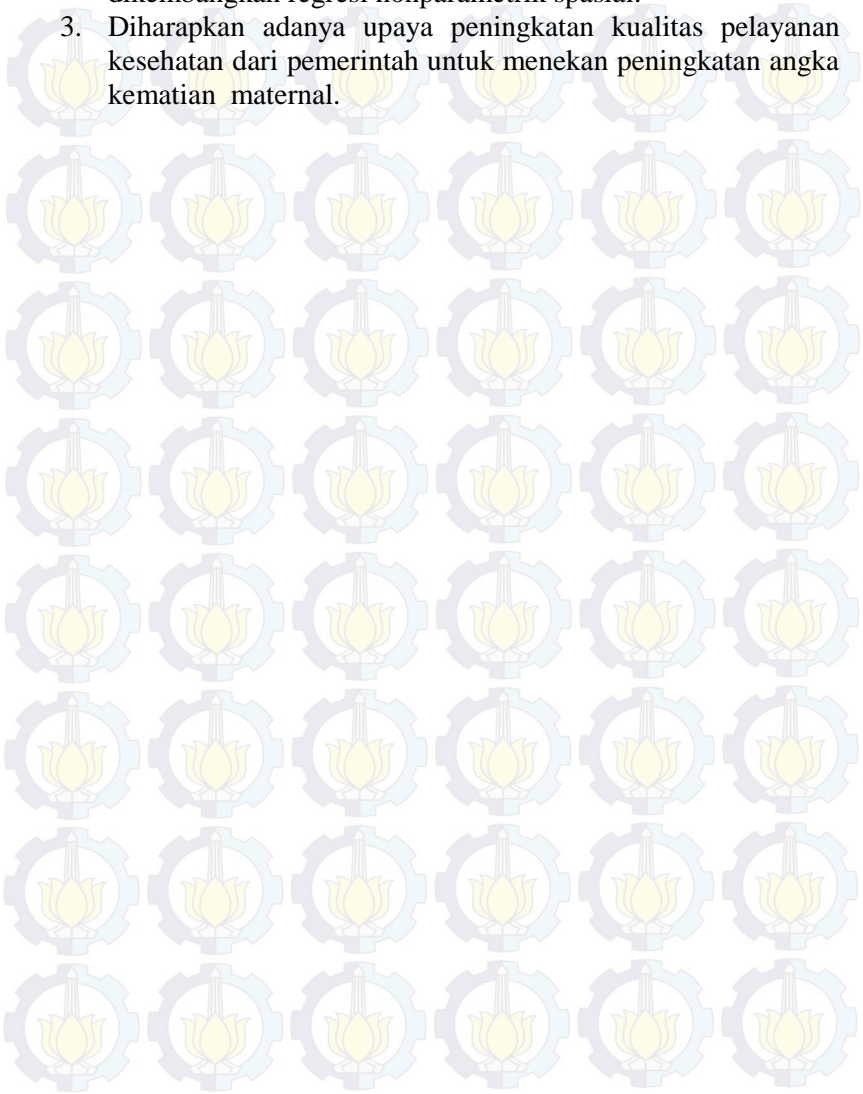
5.2 Saran

Pada penelitian ini masih banyak permasalahan yang belum dikaji secara mendalam dan detail. Oleh karena itu, saran yang dapat direkomendasikan pada penelitian selanjutnya dan untuk kebijakan pemerintah adalah sebagai berikut.

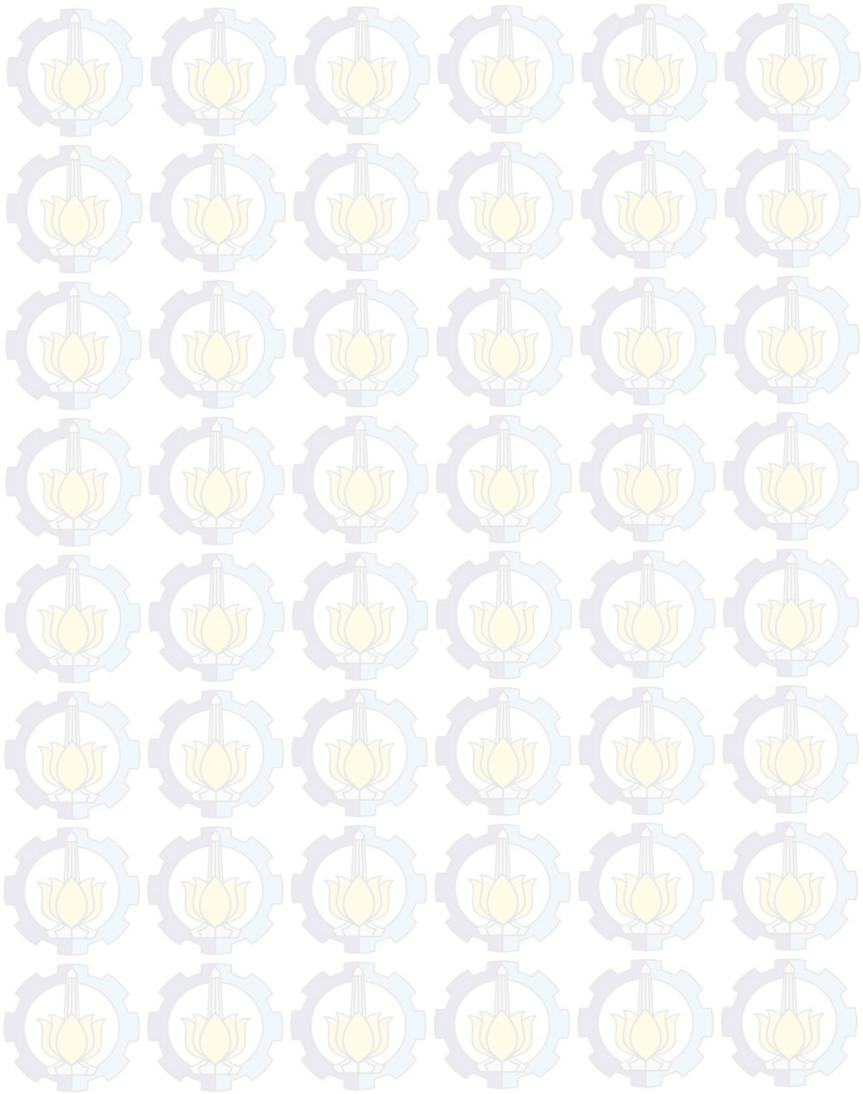
1. Penelitian ini masih menggunakan program regresi Spline linier dengan tiga knot. Perlu adanya pengembangan program menjadi Spline kuadratik dan Spline kubik dengan menggunakan kombinasi knot.
2. Penelitian ini masih merupakan pemodelan regresi nonparametrik Spline yang belum memperhitungkan

pengaruh spasial, untuk penelitian selanjutnya perlu dikembangkan regresi nonparametrik spasial.

3. Diharapkan adanya upaya peningkatan kualitas pelayanan kesehatan dari pemerintah untuk menekan peningkatan angka kematian maternal.



(Halaman ini sengaja dikosongkan)



DAFTAR PUSTAKA

- Badan Pusat Statistik Jawa Timur. 2011. *Survey Sosial Ekonomi Nasional Jawa Timur*, Badan Pusat Statistik Provinsi Jawa Timur Surabaya.
- Budiantara, I.N.. 2005. *Model Keluarga Spline Polinomial Truncated dalam Regresi Semiparametrik*. Surabaya: Berkala MIPA, Institut Teknologi Sepuluh Nopember
- Chamidah, Nur. 2008. *Pemodelan Regresi Binomial Negatif untuk Mengatasi Overdispersi pada Regresi Poisson pada Kasus Kematian Ibu Melahirkan di Jawa Timur*. Surabaya: Program Pascasarjana, Institut Teknologi Sepuluh Nopember
- CIA, 2010. *World Factbook*. <URL: <https://www.cia.gov/library/publications/the-world-factbook/rankorder/2223rank.html>> [15 Juli 2013]
- Darnah. 2009. *Pendekatan Ukuran R^2 Devians Pada Model Regresi Poisson*. Surabaya: Program Pascasarjana, Institut Teknologi Sepuluh Nopember
- Depkes RI. 1993. *Pengertian dukun Bayi*. <URL:<http://tutoriakuliah.blogspot.com/2010/01/pengertian-dukun-bayi.html>> [17 September 2011]
- Dinas Kesehatan Provinsi Jawa Timur. 2011. *Profil Kesehatan Provinsi Jawa Timur*. Surabaya : Dinkes Jatim.
- Draper, N.R. and Smith H. 1992, *Applied Regression Analysis, Second Edition*, John Willey & Sons, Inc, New York.
- Eubank, R. L. 1999, *Spline Smoothing and Nonparametric Regression*, Marcel Dekker, New York.
- Kusumawati, Dita Ayu. 2012. *Gambaran Faktor Penyebab Kematian Maternal di Wilayah Kerja Dinas Kesehatan Kabupaten Magetan Tahun 2010*. Magetan: Politeknik Kesehatan Kemenkes Surabaya
- Merdekawati, Inggar Putri. 2012. *Pemodelan Regresi Spline Truncated Multivariabel Pada Faktor-Faktor yang Mempengaruhi Kemiskinan di Kabupaten/Kota Provinsi Jawa Tengah*. Surabaya: Institut Teknologi Sepuluh Nopember

- Novita, Laili. 2011. *Pemodelan Maternal Mortality di Jawa Timur dengan Pendekatan Geographically Weighted Poisson Regression*. Surabaya: Institut Teknologi Sepuluh Nopember
- Pertiwi, Lina Dwi. 2012. *Spatial Durbin Model untuk Mengidentifikasi Faktor-faktor yang Mempengaruhi Kematian Ibu di Jawa Timur*. Surabaya: Institut Teknologi Sepuluh Nopember
- PPS Universitas Udayana. 2012. <URL: http://www.pps.unud.ac.id/thesis/pdf_thesis/unud-290-1606964304-bab%20ii%20revisi.pdf> [25 Agustus 2013]
- Proboharsari, Marisa. 2007. *Analisis Faktor Sosial Ekonomi Terhadap Angka Kematian Maternal di Jawa Timur Tahun 2001-2004*. Surabaya: Universitas Airlangga
- Royston, Erica. 1994. *Pencegahan Kematian Ibu Hamil*. Jakarta: Perkumpulan Perinatologi Indonesia Indonesia (perinasia) dan Binarupa Aksara.
- Safrudin dan Hamidah. 2009. *Kebidanan Komunitas*. Jakarta: EGC.
- Srianingsih. 2011. Beberapa Faktor Determinan yang Meningkatkan Risiko Terjadinya Kematian Ibu Akibat Perdarahan di Pulau Lombok Provinsi Nusa Tenggara Barat: Studi Kasus-Kontrol. Denpasar: Universitas Udayana
- Wei, W.W.S., 1990. *Time Series Univariate and Multivariate Methods*. Canada: Addison Wesley Publishing Company, Inc.
- World Health Organization (WHO). 2010. *Trends in Maternal Mortality: 1990 to 2010*. Geneva.

BIODATA PENULIS



Nuraziza Arfan lahir di Madiun pada 24 Maret 1991. Putri bungsu dari Arief Srijanto dan Wahidin Nuriana ini penyuka buku dan kucing. Penulis telah menempuh pendidikan formal di MI ISLAMİYAH 02 Madiun, SMPN 1 Madiun, dan SMAN 2 Madiun. Penulis yang hobi membaca novel dan menulis ini melanjutkan ke

jenjang perguruan tinggi yaitu di jurusan Statistika ITS melalui SNMPTN.

Semasa perkuliahan, penulis aktif di organisasi HIMASTA ITS sebagai staf Kemitraan HUMAS pada periode 2011/2012 dan melanjutkan sebagai sekretaris departemen Hubungan Luar pada periode berikutnya. Prestasi keilmiah yang pernah dicapai adalah mendapatkan hibah DIKTI untuk Program Kreativitas Mahasiswa Pengabdian Masyarakat pada tahun pertama dan Kewirausahaan pada tahun kedua dan ketiga. Penulis selalu berpedoman pada prinsip yaitu *just work really hard, because great things don't come easily*.

Untuk berdiskusi lebih lanjut mengenai tugas akhir, hubungi penulis melalui:

Email: zizarfan@gmail.com

Twitter: @zizarfan

DAFTAR LAMPIRAN

	halaman
Lampiran 1 Data Angka Kematian Maternal dan Faktor Yang Mempengaruhi di Kabupaten/Kota Provinsi Jawa Timur	51
Lampiran 2 Program Regresi Spline Linier Dengan <i>Software</i> R 2.15.2	53
Lampiran 3 Output Uji Glejser	71
Lampiran 4 Hasil Perpotongan Titik Knot pada <i>Scatterplot</i>	72



(Halaman ini sengaja dikosongkan)

LAMPIRAN

Lampiran 1 Data Angka Kematian Maternal dan Faktor yang Mempengaruhi di Kabupaten/Kota Provinsi Jawa Timur Tahun 2011

Kabupaten/Kota	y	x_1	x_2	x_3	x_4	x_5	x_6	x_7
Kab. Pacitan	105.17	85.46	96.93	100.00	47.09	18.1	4.94	72.70
Kab. Ponorogo	105.81	90.09	94.06	91.82	34.14	20.66	5.54	84.43
Kab. Trenggalek	138.59	99.44	100.00	81.89	38.08	22.51	4.53	73.57
Kab. Tulungagung	122.67	88.32	97.64	58.44	33.36	21.81	6.37	83.81
Kab. Blitar	125.04	93.21	97.92	79.85	34.80	22	6.17	81.90
Kab. Kediri	120.60	78.86	95.27	75.55	39.90	17.03	5.56	72.24
Kab. Malang	63.39	93.22	100.00	88.98	51.91	29.79	5.86	73.18
Kab. Lumajang	61.15	100.00	99.83	100.00	31.35	33.67	4.79	82.67
Kab. Jember	142.88	100.00	96.77	57.67	63.25	38.89	6.76	62.71
Kab. Banyuwangi	81.02	88.86	91.90	58.36	35.79	33.36	5.43	75.56
Kab. Bondowoso	147.98	100.00	98.30	93.42	13.59	59.09	5.95	69.26
Kab. Situbondo	211.70	87.62	94.68	79.52	14.34	56.98	4.93	75.05
Kab. Probolinggo	80.59	94.38	94.83	80.61	19.39	55.79	5.85	64.06
Kab. Pasuruan	92.28	95.55	99.01	85.89	34.96	31.62	5.88	76.61
Kab. Sidoarjo	78.19	93.54	98.79	73.79	47.87	10.07	5.58	64.48
Kab. Mojokerto	95.96	86.34	97.25	75.81	22.06	18.89	5.36	90.84
Kab. Jombang	128.53	91.36	93.43	98.13	43.67	20.65	5.34	83.21
Kab. Nganjuk	115.97	87.67	94.07	100.00	34.30	19.79	5.11	81.23
Kab. Madiun	118.19	90.43	96.07	78.71	45.78	23.59	5.23	83.30
Kab. Magetan	118.51	91.88	95.12	80.33	32.87	22.81	5.34	85.19
Kab. Ngawi	126.72	93.01	93.01	93.98	65.66	25.42	5.19	85.78
Kab. Bojonegoro	92.50	90.37	98.97	100.00	42.85	34.33	5.52	74.35
Kab. Tuban	96.87	92.12	94.01	95.67	31.13	31.22	5.51	79.22
Kab. Lamongan	88.71	77.26	97.19	64.78	44.45	36.37	5.92	73.68
Kab. Gresik	98.82	95.18	100.00	68.16	53.59	21.98	5.51	78.30

Kabupaten/Kota	Y	x_1	x_2	x_3	x_4	x_5	x_6	x_7
Kab. Bangkalan	66.42	88.27	94.95	53.51	49.07	30.04	9.16	57.17
Kab. Sampang	128.09	86.51	98.45	66.27	15.12	42.75	10.36	44.85
Kab. Pamekasan	128.17	82.46	93.52	57.22	7.80	40.89	6.83	78.15
Kab. Sumenep	86.96	100.00	100.00	56.62	7.00	45.55	5.63	42.87
Kota Kediri	108.58	94.40	100.00	100.00	34.11	13.03	4.82	71.28
Kota Blitar	101.78	99.33	96.33	56.77	34.21	10.72	5.64	80.66
Kota Malang	90.43	93.42	96.28	92.66	35.61	11.47	5.62	64.96
Kota Probolinggo	230.64	90.14	99.54	60.54	48.23	28.89	4.86	67.96
Kota Pasuruan	56.27	64.80	93.76	92.59	33.43	18.87	7.27	76.26
Kota Mojokerto	52.74	100.00	98.85	100.00	53.33	11.86	5.2	66.23
Kota Madiun	26.06	100.00	100.00	96.92	44.65	11.31	4.6	74.99
Kota Surabaya	116.72	90.87	93.19	83.38	61.39	11.76	3.78	63.28
Kota Batu	134.54	96.56	96.56	61.97	26.09	22.59	3.97	66.14

Keterangan:

y = Angka Kematian Maternal di Jawa Timur

x_1 = Persentase ibu hamil yang mendapatkan tablet Fe1

x_2 = Persentase ibu hamil melaksanakan program K1

x_3 = Presentase ibu hamil berisiko tinggi yang ditangani

x_4 = Persentase rumah tangga berperilaku hidup bersih sehat

x_5 = Persentase penduduk perempuan yang pernah kawin di bawah umur

x_6 = Persentase penduduk perempuan dengan pendidikan paling tinggi SD

x_7 = Persentase balita dengan bidan sebagai penolong pertama kelahiran

Lampiran 2 Program Regresi Spline Linier Dengan *Software R* 2.15.2

a. Menentukan Titik Knot

```

# Satu Titik Knot
GCV1=function()
{
  data=read.csv("e://data.csv",header=FALSE)
  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))
  knot1=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)
      knot1[j,i]=a[j]
    }
  }
  aa=rep(1,p)
  data1=matrix(ncol=m,nrow=p)
  data2=data[,2:q]
  a1=length(knot1[,1])
  GCV=rep(NA,a1)
  Rsq=rep(NA,a1)
  for (i in 1:a1)
  {
    for (j in 1:m)
    {
      for (k in 1:p)
      {

```

```

if (data[k,(j+1)]<knot1[i,j]) data1[k,j]=0 else data1[k,j]=data[k,(j+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
    }
Rsq[j]=(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)
s1=min(GCV)
write.csv(GCV,file="output GCV1.csv")
write.csv(Rsq,file="output Rsq1.csv")
write.csv(knot1,file="output knot1.csv")
}

```

```

# Dua Titik Knot
GCV2=function()
{
  data=read.csv("e://data.csv",header=FALSE)
  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)
Rsqr=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
    }
    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)
Rsq=as.matrix(Rsq)
s1=min(GCV)
write.csv(GCV,file="output GCV2.csv")
write.csv(Rsq,file="output Rsq2.csv")
write.csv(knot2,file="output knot2.csv")
}

```

```

# Tiga Titik Knot
GCV3=function()
{
  data=read.csv("e://data.csv",header=FALSE)
  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)*(nk-2)/6)
  knot1=cbind(rep(NA,(z+1)))
    for (i in (1:m))
    {
      knot2=rbind(rep(NA,3))
    }
}

```

```

for (j in 1:(nk-2))
{
for (k in (j+1):(nk-1))
{
for (g in (k+1):nk)
{
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[,2:q]
a1=length(knot1[,1])
GCV=rep(NA,a1)
Rsq=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)
s1=min(GCV)
write.csv(GCV,file="output GCV3.csv")
write.csv(Rsq,file="output Rsq3.csv")
write.csv(knot1,file="output knot3.csv")
}

```

```

# Kombinasi Knot
data=read.csv("e://data.csv",header=FALSE)
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
# prediktor dengan 1 knot, 2 knot, 3 knot
x1=read.csv("e://x11.csv",header=FALSE)
x2=read.csv("e://x22.csv",header=FALSE)
x3=read.csv("e://x33.csv",header=FALSE)
x4=read.csv("e://x44.csv",header=FALSE)

```



```

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[,2],data[,2],data[,2]))
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[,3])
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[,3],data[,3]))
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[,3],data[,3],data[,3]))
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[,4])
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[,4],data[,4]))
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[,4],data[,4],data[,4]))

```

```

{
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[,5])
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[,5],data[,5]))
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[,5],data[,5],data[,5]))
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[,6])
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[,6],data[,6]))
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[,6],data[,6],data[,6]))
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]
}
}
}
if (a[i,6]==1)
{
gab=as.matrix(x6[,1])
gen=as.matrix(data[,7])
ff=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]) ff[w,j]=0 else ff[w,j]=gen[w,j]-gab[h,j]
}
}
else
if (a[i,6]==2)
{
gab=as.matrix(x6[,2:3])
gen=as.matrix(cbind(data[,7],data[,7]))
ff=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]) ff[w,j]=0 else ff[w,j]=gen[w,j]-gab[h,j]
}
}
else
{
gab=as.matrix(x6[,4:6])
gen=as.matrix(cbind(data[,7],data[,7],data[,7]))
ff=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]) ff[w,j]=0 else ff[w,j]=gen[w,j]-gab[h,j]
}
}
if (a[i,7]==1)
{
gab=as.matrix(x7[,1])
gen=as.matrix(data[,8])
gg=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]) gg[w,j]=0 else gg[w,j]=gen[w,j]-gab[h,j]
}
}
}
else

```

```

if (a[i,7]==2)
{
gab=as.matrix(x7[,2:3])
gen=as.matrix(cbind(data[,8],data[,8]))
gg=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]) gg[w,j]=0 else gg[w,j]=gen[w,j]-gab[h,j]
}
}
else
{
gab=as.matrix(x7[,4:6])
gen=as.matrix(cbind(data[,8],data[,8],data[,8]))
gg=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]) gg[w,j]=0 else gg[w,j]=gen[w,j]-gab[h,j]
}
}
ma=as.matrix(cbind(aa,bb,cc,dd,ee,ff,gg))
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
}
Rsq=(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) s=x1[,1] else
if (a[i,1]==2) s=x1[,2:3] else
s=x1[,4:6]
if (a[i,2]==1) sp=x2[,1] else
if (a[i,2]==2) sp=x2[,2:3] else
sp=x2[,4:6]
if (a[i,3]==1) spl=x3[,1] else
if (a[i,3]==2) spl=x3[,2:3] else
spl=x3[,4:6]
if (a[i,4]==1) spli=x4[,1] else
if (a[i,4]==2) spli=x4[,2:3] else
spli=x4[,4:6]
if (a[i,5]==1) splin=x5[,1] else
if (a[i,5]==2) splin=x5[,2:3] else
splin=x5[,4:6]
if (a[i,6]==1) spline=x6[,1] else
if (a[i,6]==2) spline=x6[,2:3] else
spline=x6[,4:6]
if (a[i,7]==1) splinee=x7[,1] else
if (a[i,7]==2) splinee=x7[,2:3] else
splinee=x7[,4:6]
kkk=cbind(s,sp,spl,spli,splin,spline,splinee)
cat("-----", "\n")
print(i)
print(kkk)
print(Rsq)
}
write.csv(GCV,file="d:/GCVkomziza.csv")
write.csv(Rsq,file="d:/Rsqkomziza.csv")
}

```

```

#Uji Parameter
uji=function(alpha,para)
{
  data=read.csv("d://dataziza.csv", header=FALSE)
  knot=read.csv("d://kombinasi.csv", header=FALSE)
  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+2],data[,m+3],data[,m+3],data[,m+3],data[,m+4],data[,m+4],data[,m+4],data[,m+4],data[,m+5],data[,m+5],data[,m+6],data[,m+6],data[,m+6])
  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],data[,7],data.knot[,15:16],data[,8],data.knot[,17:19])
  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)
}

```



```

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="d:/residuziza.csv")
write.csv(pval,file="d:/pvalziza.csv")
write.csv(mx,file="d:/mxziza.csv")
write.csv(yhat,file="d:/yhatziza.csv")
}

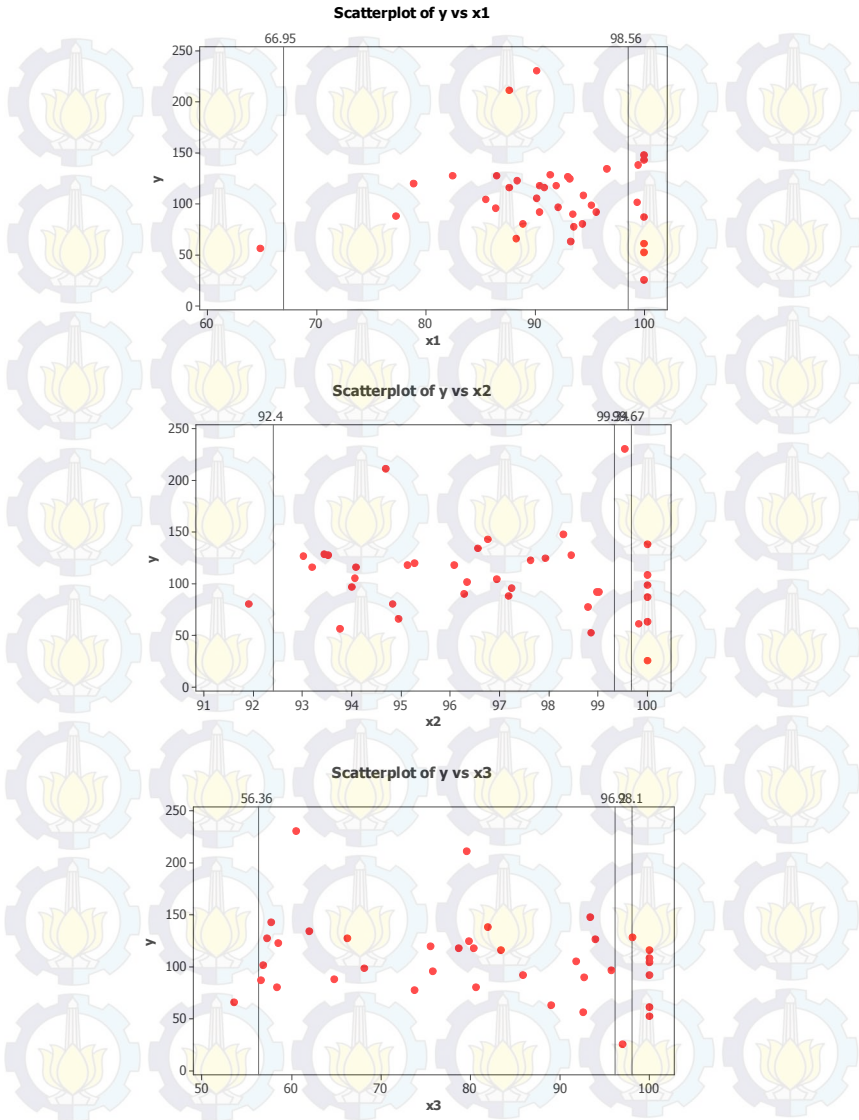
```

Lampiran 3 Output Uji Glejser

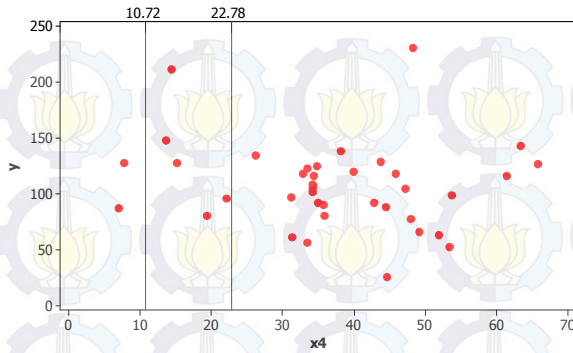
Analysis of Variance				
Sumber	df	SS	MS	Fhit
Regresi	26	563.4663	21.67178	0.537739
Error	11	443.3184	40.30167	
Total	37	1006.785		

s= 6.34836 Rsq= 55.96691
pvalue(F)= 0.9056307

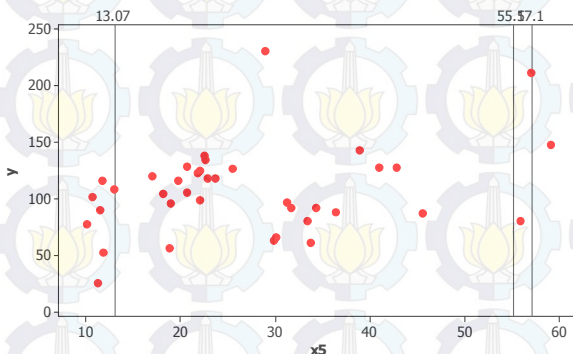
Lampiran 4 Hasil Perpotongan Titik Knot pada *Scatter Plot*



Scatterplot of y vs x4



Scatterplot of y vs x5



Scatterplot of y vs x6

