



TUGAS AKHIR – SS141501

**PEMODELAN FAKTOR-FAKTOR YANG
MEMPENGARUHI *AGE SPESIFIC FERTILY RATE*
(ASFR) DI PROVINSI JAWA TIMUR DENGAN
PENDEKATAN REGRESI NONPARAMETRIK
SPLINE**

**RAHMAWATI MAISAROH HIDAYAT
NRP 1315 105 030**

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

**PROGRAM STUDI SARJANA
DEPARTEMEN STATISTIKA
FAKULTAS MATEMATIKA DAN ILMU PENGETAHUAN ALAM
INSTITUT TEKNOLOGI SEPULUH NOPEMBER
SURABAYA 2017**



TUGAS AKHIR – SS141501

**PEMODELAN FAKTOR-FAKTOR YANG
MEMPENGARUHI *AGE SPESIFIC FERTILY RATE*
(ASFR) DI PROVINSI JAWA TIMUR DENGAN
PENDEKATAN REGRESI NONPARAMETRIK
SPLINE**

**RAHMAWATI MAISAROH HIDAYAT
NRP 1315 105 019**

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

**PROGRAM STUDI SARJANA
DEPARTEMEN STATISTIKA
FAKULTAS MATEMATIKA DAN ILMU PENGETAHUAN ALAM
INSTITUT TEKNOLOGI SEPULUH NOPEMBER
SURABAYA 2017**



FINAL PROJECT – SS141501

**MODELING FACTORS AFFECTING AGE SPECIFIC
FERTILITY RATE (ASFR) IN EAST JAVA
PROVINCE USING NONPARAMETRIC
REGRESSION SPLINE**

**RAHMAWATI MAISAROH HIDAYAT
NRP 1315 105 019**

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

**UNDERGRADUATE PROGRAM
DEPARTMENT OF STATISTICS
FACULTY OF MATHEMATICS AND NATURAL SCIENCES
SEPULUH NOPEMBER INSTITUTE OF TECHNOLOGY
SURABAYA 2017**

LEMBAR PENGESAHAN

**PEMODELAN FAKTOR-FAKTOR YANG
MEMPENGARUHI *AGE SPESIFIC FERTILITY*
RATE (ASFR) DI PROVINSI JAWA TIMUR
DENGAN PENDEKATAN REGRESI
NONPARAMETRIK SPLINE**

TUGAS AKHIR

Diajukan Untuk Memenuhi Salah Satu Syarat
Memperoleh Gelar Sarjana Sains
pada

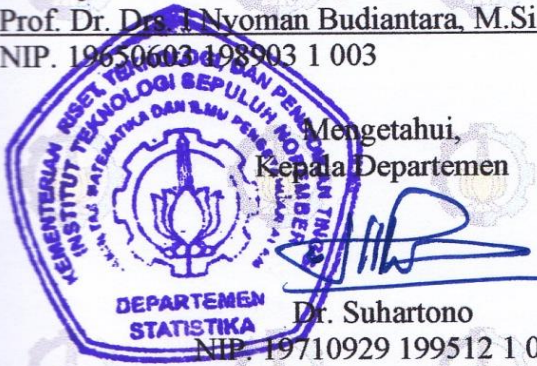
Program Studi Sarjana Departemen Statistika
Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam
Institut Teknologi Sepuluh Nopember

Oleh :


RAHMAWATI MAISAROH HIDAYAT
NRP. 1315 105 019

Disetujui oleh Pembimbing:

Prof. Dr. Drs. I Nyoman Budiantara, M.Si.
NIP. 19650603198903 1 003



Mengetahui,
Kepala Departemen



Dr. Suhartono
NIP. 19710929 199512 1 001

SURABAYA, JULI 2017

PEMODELAN FAKTOR – FAKTOR YANG MEMPENGARUHI AGE SPESIFIC FERTILITY RATE (ASFR) DI PROVINSI JAWA TIMUR DENGAN PENDEKATAN REGRESI NONPARAMETRIK SPLINE

Nama Mahasiswa : Rahmawati Maisaroh Hidayat
NRP : 1315 105 019
Jurusan : Statistika
Dosen Pembimbing : Prof.Dr.Drs.I Nyoman Budiantara, M.Si

Abstrak

Provinsi Jawa Timur menduduki peringkat 2 dengan jumlah penduduk terbanyak di Indonesia. Akibat meningkatnya jumlah penduduk Provinsi Jawa Timur tiap tahunnya membuat angka ASFR di Jawa Timur sebesar 37,2 % dan peringkat pertama angka ASFR tertinggi di Pulau Jawa, dimana angka ini sudah melampaui rata-rata angka ASFR nasional sebesar 33,1 % Penelitian ini menggunakan empat variabel yang diduga mempengaruhi ASFR. Data yang digunakan adalah data pada tahun 2015 yang diambil di Badan Pusat Statistik Provinsi Jawa Timur, dan Badan Kependudukan dan Keluarga Berencana Nasional (BKKBN) perwakilan Jawa Timur. Faktor-faktor yang mempengaruhi ASFR, tidak memiliki pola tertentu (nonparametrik) sehingga pendekatan regresi nonparametrik spline dengan titik knot optimum menggunakan metode Generalized Cross Validation (GCV). Berdasarkan hasil analisis didapat 3 variabel yang signifikan terhadap model, yakni persentase wanita usia kawin pertama < 20 tahun, persentase wanita tamat SMA, dan laju pertumbuhan penduduk. Model regresi spline menghasilkan koefisien determinasi sebesar 69,43%.

Kata kunci: ASFR, GCV, Provinsi Jawa Timur, Regresi Nonparametrik, Spline

(Halaman ini sengaja dikosongkan)

MODELING FACTORS AFFECTING AGE SPESIFIC FERTILITY RATE (ASFR) IN EAST JAVA PROVINCE USING NONPARAMETRIC REGRESSION SPLINE

Student Name : Rahmawati Maisaroh Hidayat
NRP : 1315 105 019
Department : Statistics
Supervisor : Prof.Dr.Drs.I Nyoman Budiantara, M.Si

Abstract

East Java Province is The 2nd rank with the largest population in Indonesia. Every of the increasing population of East Java Province each year to make ASFR in East Java of 37.2% and the first rank of the highest ASFR rate in Java, which figure has exceeded the national ASFR figure of 33.1% This study uses four Variables suspected to affect ASFR. The data used is data in 2015 taken at the Central Bureau of Statistics of East Java Province, and the National Population and Family Planning (BKKBN) representative of East Java. Factors affecting ASFR, have a certain pattern (nonparametric) so that the best modeling is nonparametric regression. With spline approach with optimum knot point obtained with Generalized Cross Validation (GCV) method. Based on the analysis, there are 3 significant variables to the model, namely the percentage percentage of first married women <20 years old, percentage of women of senior high school, and population growth rate. The spline regression model yields a determination coefficient of 69,43%.

Keywords: *ASFR, GCV, East Java Province, Regression Nonparametric, Spline*

(Halaman ini sengaja dikosongkan)

KATA PENGANTAR

Puji syukur Alhamdulillah selalu penulis panjatkan kehadirat Allah SWT yang memberikan kemudahan, petunjuk, serta rahmat dan karunia-Nya, sehingga penulis dapat menyelesaikan laporan Tugas Akhir dengan Judul **”PEMODELAN FAKTOR – FAKTOR YANG MEMPENGARUHI AGE SPESIFIC FERTILITY RATE (ASFR) DI JAWA TIMUR DENGAN PENDEKATAN REGRESI NONPARAMETRIK SPLINE”**.

Selesainya Tugas Akhir serta laporan ini tak lepas dari peranan berbagai pihak. Oleh karena itu penulis ingin mengucapkan terima kasih yang sedalam-dalamnya kepada :

1. Bapak Prof. Dr. Drs. I Nyoman Budiantara, M.Si selaku dosen pembimbing yang telah memberikan segala nasehat serta pengetahuan baru dengan sabarnya demi terselesaikannya Tugas Akhir ini.
2. Ibu Dr. Vita Ratnasari, S.Si, M.Si dan Ibu Erna O.P, M.Si selaku dosen penguji yang telah memberikan saran, kritik dan masukan demi kesempurnaan Tugas Akhir ini.
3. Bapak Dr. Suhartono, M.Sc selaku Kepala Departemen Statistika FMIPA ITS yang telah memberikan fasilitas-fasilitas untuk kelancaran Tugas Akhir.
4. Ibu Dr. Sutikno, M.Si selaku Ketua Program Studi S1 Departemen Statistika FMIPA ITS yang sangat sabar mengawal proses berjalannya Tugas Akhir mahasiswa S1 dengan bimbingan dan fasilitas yang diberikan.
5. Bapak Irhamah, M.Si, Ph.D selaku dosen wali saya yang telah bersedia menjadi orang tua pengganti saya di lingkungan perkuliahan terutama selalu memantau proses perkuliahan baik akademik maupun non-akademik saya.
6. Perwakilan Badan Kependudukan dan Keluarga Berencana Nasional Jawa Timur selaku instansi yang telah bersedia memberi izin menggunakan data yang diperlukan di Tugas Akhir saya.

7. Teman-teman senasib seperjuangan, LJ Statistika 2015 atas semua sedih dan senang bersama. Bersyukur ada ditengah kalian.
8. Rumah tempat saya mengabdikan dan mendapatkan banyak pengalaman berharga, Statistika-ITS.
9. Pihak-pihak lain yang telah mendukung dan membantu atas terselesaikannya Tugas Akhir ini yang tidak dapat disebutkan satu persatu.

Besar harapan penulis agar Tugas Akhir ini bermanfaat dan menambah wawasan keilmuan bagi berbagai pihak. Tugas Akhir ini masih belum sempurna, oleh karena itu saran dan kritik yang membangun sangat diharapkan demi sempurnanya Tugas Akhir ini.

Surabaya, Juli 2017

Rahmawati Maisaroh Hidayat

DAFTAR ISI

	Halaman
HALAMAN JUDUL	i
LEMBAR PENGESAHAN	v
ABSTRAK	vii
ABSTRACT	ix
KATA PENGANTAR	xi
DAFTAR ISI	xiii
DAFTAR GAMBAR	xvii
DAFTAR TABEL	xix
DAFTAR LAMPIRAN	xxi
BAB I . PENDAHULUAN	
1.1 Latar Belakang.....	1
1.2 Perumusan Masalah.....	5
1.3 Tujuan Penelitian.....	5
1.4 Manfaat Penelitian.....	6
1.5 Batasan Masalah.....	6
BAB II. TINJAUAN PUSTAKA	
2.1 Statistika Deskriptif.....	7
2.2 Analisis Regresi.....	8
2.3 Regresi Nonparametrik Spline.....	8
2.4 Pemilihan Titik Knot Optimal.....	10
2.5 Pengujian parameter Model.....	10
2.5.1 Uji Serentak.....	10
2.5.2 Uji Parsial.....	11
2.6 Uji Asumsi Residual.....	12
2.6.1 Uji Identik.....	12
2.6.2 Uji Independen.....	13
2.6.3 Uji Distribusi Normal.....	14

2.7	<i>Age Specific Fertility Rate (ASFR)</i>	14
BAB III. METODOLOGI PENELITIAN		
3.1	Sumber Data dan Variabel Penelitian.....	15
3.2	Langkah-langkah Penelitian	17
BAB IV. HASIL DAN PEMBAHASAN		
4.1	Karakteristik ASFR dan Faktor yang diduga Mempengaruhi	19
4.2	Pemodelan ASFR Provinsi Jawa Timur Menggunakan Regresi Nonparametrik <i>Spline</i>	22
4.2.1	<i>Scatterplot</i> antara ASFR dengan Faktor yang diduga Mempengaruhi	22
4.2.2	Model Regresi Nonparametrik <i>Spline</i>	23
4.2.3	Pemilihan Titik Knot Optimum.....	23
4.2.3.1	Pemilihan Titik Knot Optimum dengan Satu Titik Knot	24
4.2.3.2	Pemilihan Titik Knot Optimum dengan Dua Titik Knot.....	25
4.2.3.3	Pemilihan Titik Knot Optimum dengan Tiga Titik Knot	26
4.2.3.4	Pemilihan Titik Knot Optimum dengan Kombinasi Titik Knot.....	28
4.2.4	Pengujian Parameter Model Regresi Nonparametrik <i>Spline</i>	29
4.2.4.1	Pengujian Parameter Model Secara Serentak	29
4.2.4.2	Pengujian Parameter Model Secara Parsial	30
4.2.5	Pemilihan Titik Knot Optimum dengan Tiga Prediktor	31
4.2.5.1	Pemilihan Titik Knot Optimum dengan Satu Titik Knot Tiga Prediktor	31

4.2.5.2	Pemilihan Titik Knot Optimum dengan Dua Titik Knot Tiga Prediktor	32
4.2.5.3	Pemilihan Titik Knot Optimum dengan Tiga Titik Knot Tiga Prediktor.....	33
4.2.5.4	Pemilihan Titik Knot Optimum dengan Kombinasi Titik Knot Tiga Prediktor	35
4.2.6	Penaksiran Parameter Model Regresi Nonparametrik <i>Spline</i> Tiga Prediktor	36
4.2.7	Pengujian Parameter Model Regresi Nonparametrik <i>Spline</i> Tiga Prediktor	37
4.2.7.1	Pengujian Parameter Model Secara Serentak Tiga Prediktor.....	37
4.2.7.2	Pengujian Parameter Model Secara Parsial Tiga Prediktor.....	38
4.2.9	Pengujian Asumsi Residual	39
4.2.9.1	Asumsi Identik.....	39
4.2.9.2	Asumsi Independen	39
4.2.9.3	Pengujian Distribusi Normal	40
4.2.10	Interpretasi Model Regresi Nonparametrik <i>Spline</i>	41
BAB V. KESIMPULAN DAN SARAN		
5.1	Kesimpulan	47
5.2	Saran	48
DAFTAR PUSTAKA		49
LAMPIRAN.....		51
BIODATA PENULIS.....		79

(Halaman ini sengaja dikosongkan)

DAFTAR GAMBAR

	Halaman
Gambar 3.1 Diagram Alir Langkah-langkah Penelitian.....	20
Gambar 4.1 Diagram Batang Kriminalitas Pencurian Sapi Tiap Kabupaten/kota di Jawa Timur	23
Gambar 4.2 <i>Scatterplot</i> antara Jumlah Kriminalitas Pencurian Motor (Y) dengan Lima Variabel X_1 , X_2 , X_3 , X_4 , dan X_5	25
Gambar 4.3 ACF dan Residual	41
Gambar 4.4 Hasil Uji Kolmogorov-Smirnov	41

(Halaman ini sengaja dikosongkan)

DAFTAR TABEL

Halaman

Tabel 2.1	Analisis Varians (ANOVA)	11
Tabel 3.1	Variabel Penelitian & Definisi Operasional	15
Tabel 3.2	Struktur Data Penelitian	16
Tabel 4.1	Karakteristik Pencurian Motor dan Faktor yang Diduga Mempengaruhi	19
Tabel 4.2	Pemilihan Titik Knot Optimum dengan Satu Titik Knot	24
Tabel 4.3	Pemilihan Titik Knot Optimum dengan Dua Titik Knot	25
Tabel 4.4	Pemilihan Titik Knot Optimum dengan Tiga Titik Knot	27
Tabel 4.5	Pemilihan Titik Knot Optimum dengan Kombinasi Titik Knot	28
Tabel 4.6	ANOVA Model Regresi <i>Spline</i> Secara Serentak ..	30
Tabel 4.7	Parameter Model Regresi Secara Parsial.....	30
Tabel 4.8	Pemilihan Titik Knot Optimum dengan Satu Titik Knot Tiga Prediktor	32
Tabel 4.9	Pemilihan Titik Knot Optimum dengan Dua Titik Knot Tiga Prediktor	33
Tabel 4.10	Pemilihan Titik Knot Optimum dengan Tiga Titik Knot Tiga Prediktor	34
Tabel 4.11	Pemilihan Titik Knot Optimum dengan Kombinasi Titik Knot Tiga Prediktor	35
Tabel 4.12	ANOVA Model Regresi <i>Spline</i> Secara Serentak Tiga Prediktor	37
Tabel 4.13	Parameter Model Regresi Secara Parsial Tiga Prediktor	38
Tabel 4.14	ANOVA dari Uji Glejser.....	39

(Halaman ini sengaja dikosongkan)

DAFTAR LAMPIRAN

Halaman

Lampiran A.	Data Jumlah ASFR dan Faktor – factor yang Diduga Mempengaruhinya Tahun 2015	50
Lampiran B1.	Program GCV 1 Knot dengan <i>Software R</i>	52
Lampiran B2.	Program GCV 2 Knot dengan <i>Software R</i>	55
Lampiran B3.	Program GCV 3 Knot dengan <i>Software R</i>	58
Lampiran B4.	Program GCV Kombinasi Knot dengan <i>Software R</i>	61
Lampiran C.	Program Uji Serentak dan Parsial Model Regresi Nonparametrik Spline Linear dengan <i>Software R</i>	64
Lampiran D.	Program Uji Glejser dengan <i>Software R</i>	68
Lampiran E.	<i>Output</i> Uji Serentak dan Parsial Model Regresi Nonparametrik Spline Linear dengan <i>Software R</i>	73
Lampiran F.	<i>Output</i> Uji Glejser dengan <i>Software R</i>	76

(Halaman ini sengaja dikosongkan)

BAB I

PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Pengertian Program Berencana tidak terbatas pada aspek pengaturan kelahiran saja akan tetapi perkembangan kependudukan dan pembangunan keluarga sejahtera. Program Keluarga Berencana yang dilaksanakan secara resmi pada awal tahun tujuh puluhan merupakan upaya pemerintah Indonesia dalam mengatasi pertumbuhan penduduk yang makin pesat. Program Keluarga Berencana pada awalnya dilaksanakan pada Provinsi Jawa Bali. Sejak Pelita III program KB bukan hanya ditujukan di Jawa Bali tapi semua provinsi yang ada di Indonesia.

Menurut UU No. 10 Tahun 1992, Keluarga Berencana (KB) adalah upaya peningkatan kepedulian dan peran serta masyarakat melalui pendewasaan usia perkawinan, pengaturan jarak kelahiran, pembinaan ketahanan keluarga dan peningkatan kesejahteraan keluarga untuk mewujudkan keluarga kecil bahagia dan sejahtera. Sesuai dengan Undang-Undang di atas, KB lebih meningkatkan peran serta masyarakat, yang sesuai dengan nilai-nilai agama, sosial ekonomi dan sosial budaya yang ada di masyarakat setempat. Sejalan dengan berjalannya waktu, menurut undang-undang No.52 tahun 2009 Keluarga Berencana adalah upaya mengatur kelahiran anak, jarak dan usia ideal melahirkan mengatur kehamilan, melalui promosi, perlindungan dan bantuan sesuai dengan hak reproduksi untuk mewujudkan keluarga yang berkualitas.

Untuk menunjang keberhasilan pembangunan, juga untuk menangani permasalahan penduduk antara lain meliputi jumlah, komposisi dan distribusi penduduk maka diperlukan adanya upaya pengendalian jumlah penduduk. Pengendalian fertilitas merupakan salah satu cara untuk mengendalikan jumlah penduduk dan pengendalian jumlah penduduk lainnya adalah mortalitas (kematian) dan migrasi (perpindahan tempat). Fertilitas diartikan sebagai kemampuan seorang wanita untuk menghasilkan kelahiran hidup merupakan salah satu faktor penambah jumlah penduduk

disamping migrasi masuk, tingkat kelahiran dimasa lalu mempengaruhi tingginya tingkat fertilitas masa kini. Fertilitas merupakan hasil reproduksi nyata dari seorang atau sekelompok wanita, sedangkan dalam pengertian demografi menyatakan banyaknya bayi yang lahir hidup. Besar kecilnya jumlah kelahiran dalam suatu penduduk, tergantung pada beberapa faktor misalnya struktur umur, tingkat pendidikan, umur pada waktu kawin pertama, banyaknya perkawinan, status pekerjaan wanita, penggunaan alat kontrasepsi dan pendapatan/kekayaan.

Dalam melakukan pengukuran terhadap tingkat fertilitas, terdapat beberapa persoalan yang dihadapi, sehingga pengukuran terhadap fertilitas ini dilakukan melalui dua macam pendekatan yaitu *Yearly Performance* dan *Reproductive History* yang kemudian dibagi lagi menjadi beberapa teknik penghitungan yang masing-masing memiliki kebaikan dan kelemahan. Salah satu teknik yang termasuk dalam pendekatan *Yearly Performance* adalah *Age Spesific Fertility Rate (ASFR)* atau Angka Kelahiran Menurut Kelompok Umur.

ASFR merupakan salah satu indikator yang berkaitan dengan KB dalam MDG's yang di harapkan akan memberikan kontribusi dalam upaya peningkatan kesehatan ibu. Tingkat kelahiran menurut kelompok umur tertentu atau ASFR adalah banyaknya kelahiran yang terjadi pada wanita dalam kelompok umur tertentu dalam unsur reproduksi per 1000 wanita. Berdasarkan data dari Badan Pusat Statistik (BPS), jumlah penduduk Indonesia pada tahun 2010 adalah sebanyak 237.641.326 jiwa, sedangkan penyebaran penduduk terbesar berada di Pulau Jawa dengan persentase 57,5% jumlah penduduk Indonesia (negeripesona, 2015). Provinsi Jawa Timur menduduki peringkat 2 dengan jumlah penduduk terbanyak di Indonesia (Bappenas, 2014). Akibat meningkatnya jumlah penduduk Provinsi Jawa Timur tiap tahunnya membuat angka ASFR di Jawa Timur sebesar 37,2 % dan peringkat pertama angka ASFR tertinggi di Pulau Jawa, dimana angka ini sudah melampaui rata-rata angka ASFR nasional sebesar 33,1 %.

Sasaran strategis BKKBN 2015-2019 terhadap angka ASFR sebanyak 38 per 1000 kelahiran, namun pada kenyataannya tahun 2015 angka ASFR di Jawa Timur sebanyak 46 per 1000 kelahiran (BKKBN, 2016). Rawannya angka ASFR di Jawa Timur bukan saja terdapat pada tingkat fertilitasnya yang tinggi dan waktu yang panjang sampai di masa depan, tapi jumlah populasinya yang juga dominan. Penyebab ASFR pada usia 15-19 tahun sebagai pendongkrak adalah hamil di luar nikah dan menikah di usia muda (pernikahan di usia dini). Dua hal itu bukan hanya rawan untuk menurunkan kadar kualitas kependudukan pada umumnya, tapi rawan untuk menghancurkan diri-sendiri. Tingginya angka ASFR, dengan kelahiran di usia 15-19 tahun, berisiko pada penurunan kadar kualitas diri dalam kesehatan, ekonomi, dan sosial-pendidikan. ASFR berisiko pula pada kespro (kesehatan reproduksi) ibu yang juga mendongkrak AKI (angka kematian ibu) dan AKB (angka kematian bayi). Sisi ekonomi, mereka belum memiliki penghasilan memadai yang ditambah beban dengan menafkahi anak dan berpotensi untuk terperangkap dalam kemiskinan. Sisi sosial-pendidikan, mereka telah terpasung untuk mengaktualisasikan potensi diri dalam penguasaan ilmu pengetahuan dan keterampilan (bkkbncenter, 2016). Untuk menekan angka ASFR di Jawa Timur maka perlu dilakukan penelitian terhadap faktor-faktor yang mempengaruhi ASFR di Jawa Timur.

Untuk menganalisis faktor-faktor yang mempengaruhi ASFR di Jawa Timur digunakan metode analisis regresi. Analisis regresi adalah metode yang digunakan untuk memodelkan hubungan antara variabel respon (y) dan variabel prediktor (x). Regresi nonparametrik merupakan suatu metode statistika yang digunakan untuk mengetahui hubungan antara variabel respon dengan variabel prediktor yang tidak diketahui bentuk kurva regresinya hanya diasumsikan *smooth* (mulus) dalam arti termuat dalam suatu ruang fungsi tertentu. Regresi nonparametrik merupakan regresi yang sangat fleksibel dalam memodelkan pola data (Budiantara, 2001). Sementara metode *spline* adalah metode

yang banyak digunakan dan mempunyai kelebihan dalam mengatasi pola data yang tidak mengikuti pola tertentu dan polanya berubah-ubah pada sub-sub interval tertentu.

Berbagai penelitian telah dilakukan terkait dengan ASFR diantaranya yakni Fitrianiingsih (2015) meneliti tentang faktor-faktor penyebab pernikahan usia muda perempuan Desa Sumberdanti Kecamatan Sukowono Kabupaten Jember. Sedangkan, Naibaho (2013) meneliti tentang faktor-faktor yang mempengaruhi pernikahan usia muda di Kabupaten Deli Serdang, Puspitasari (2006) meneliti tentang perkawinan usia muda dan dampaknya terhadap pola asuh keluarga di Kecamatan Leuwisari Kabupaten Tasikmalaya. Sedangkan penelitian terkait dengan *spline* digunakan oleh Sulistya (2014) meneliti tentang pemodelan faktor-faktor yang mempengaruhi angka gizi buruk di Kabupaten Sampang. Berdasarkan penelitian sebelumnya, masih belum ada penelitian yang mengkaji ASFR di Jawa Timur dan faktor-faktor yang mempengaruhinya dengan regresi nonparametrik *spline*. Metode *Spline* dipilih karena pola data antara ASFR dan variabel-variabel yang mempengaruhi tidak mengikuti pola tertentu. Akibatnya, diperoleh suatu model regresi terbaik.

1.2 Perumusan Masalah

Berdasarkan latar belakang yang telah dipaparkan, masalah yang akan dibahas dalam penelitian ini adalah sebagai berikut.

1. Bagaimana karakteristik ASFR dan faktor-faktor penyebabnya di Provinsi Jawa Timur berdasarkan analisa deskriptif?
2. Bagaimana pemodelan dan menyelidiki variabel-variabel yang mempengaruhi ASFR di Provinsi Jawa Timur menggunakan regresi nonparametrik *spline*?

1.3 Tujuan Penelitian

Tujuan penelitian yang ingin dicapai berdasarkan rumusan masalah yang telah diuraikan adalah sebagai berikut.

1. Menganalisa secara deskriptif karakteristik ASFR dan faktor-faktor penyebabnya di Provinsi Jawa Timur.
2. Memodelkan dan menyelidiki variabel-variabel yang mempengaruhi ASFR di Provinsi Jawa Timur menggunakan regresi nonparametrik *spline*.

1.4 Manfaat Penelitian

Manfaat penelitian ini dapat digunakan untuk bidang keilmuan dan untuk masyarakat luas, yaitu.

1. Manfaat untuk masyarakat
 - Dengan diketahuinya faktor-faktor yang berpengaruh terhadap ASFR, diharapkan dapat menekan angka ASFR di Jawa Timur
 - Dapat direkomendasikan kepada Kepala Perwakilan Badan Kependudukan dan Keluarga Berencana Nasional (BKKBN) Provinsi Jawa Timur untuk membuat program guna menanggulangi ASFR di Jawa Timur
2. Manfaat bidang keilmuan
 - Memberikan salah satu alternatif dalam pemodelan dengan Regresi Nonparametrik *Spline* yang lebih baik dan representatif
 - Mengembangkan bidang keilmuan Statistika dalam menyelesaikan persoalan riil, khususnya permodelan terhadap ASFR di Jawa Timur.

1.4 Batasan Masalah

Batasan masalah pada penelitian ini adalah model regresi *spline* yang menggunakan *spline* linier, dengan satu titik knot, dua titik knot, tiga titik knot, serta kombinasi titik knot. Titik knot optimal di pilih menggunakan metode GCV.

(Halaman ini sengaja dikosongkan)

BAB II TINJAUAN PUSTAKA

2.1 Statistika Deskriptif

Statistika deskriptif adalah metode-metode yang berkaitan dengan pengumpulan dan penyajian suatu gugus data sehingga memberikan informasi yang berguna (Walpole, 1995). Statistika deskriptif hanya memberikan informasi mengenai data dan tidak menarik suatu kesimpulan (inferensi). Ukuran pemusatan data, ukuran penyebaran data, grafik, dan diagram termasuk dalam kategori statistika deskriptif.

Ukuran pemusatan data dan ukuran penyebaran data merupakan suatu alat yang dapat digunakan untuk mendefinisikan ukuran-ukuran numerik yang menjelaskan karakteristik dari data (Walpole, 1995). Rata-rata dan varians sering digunakan untuk mendeskripsikan segugus data. Rata-rata adalah hasil pembagian antara jumlah nilai setiap pengamatan dengan banyaknya data pengamatan yang dapat dituliskan dengan Persamaan (2.1)

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

dengan :

\bar{x} : Rata-rata

x_i : pengamatan ke- i ; $i = 1, 2, \dots, n$

n : banyaknya pengamatan

Varians (s^2) ialah kuadrat simpangan dari semua nilai data terhadap rata-rata yang dituliskan dengan Persamaan (2.2).

$$s^2 = \frac{\sum_{i=1}^n (x_i - \bar{x})^2}{n - 1} \quad (2.2)$$

Nilai maksimum merupakan nilai tertinggi/terbesar yang terdapat dalam segugus data. Sedangkan nilai minimum adalah nilai terendah yang terdapat dalam sekumpulan data.

2.2 Analisis Regresi

Analisis regresi merupakan salah satu metode Statistika yang digunakan untuk mengetahui pola hubungan antara satu atau lebih variabel. Terdapat dua jenis variabel dalam analisis regresi yakni variabel independen yang biasa dilambangkan dengan x dan variabel dependen yang dilambangkan dengan y , dimana kedua variabel tersebut saling berkorelasi. Selain untuk mengetahui pola hubungan, analisis regresi juga dapat digunakan untuk peramalan atau prediksi (*forecasting*). Misalkan terdapat sekumpulan data berpasangan (x_i, y_i) yang secara umum dapat dimodelkan dengan model regresi sebagai berikut.

$$y_i = f(x_i) + \varepsilon_i \quad ; i = 1, 2, \dots, n \quad (2.3)$$

dengan :

- y_i : respon ke $-i$
- $f(x_i)$: kurva regresi pada prediktor ke- i
- ε_i : *error* yang diasumsikan identik, independen, dan berdistribusi normal

2.3 Regresi Nonparametrik *Spline*

Pendekatan Regresi nonparametrik *spline* digunakan jika kurva regresi antara variabel respon dengan variabel prediktor tidak membentuk suatu pola tertentu atau tidak ada informasi masa lalu yang lengkap mengenai pola data. Dalam hal ini, pengamatan-pengamatan yang akan dikaji tidak selalu memenuhi asumsi-asumsi yang mendasari uji parametrik sehingga kerap kali dibutuhkan teknik-teknik inferensial dengan validitas yang tidak bergantung pada asumsi-asumsi yang kaku. Regresi nonparametrik memiliki fleksibilitas yang tinggi, karena data diharapkan mencari sendiri bentuk estimasi kurva regresinya

tanpa dipengaruhi oleh faktor subyektifitas peneliti (Eubank, 1988).

Secara umum, model regresi nonparametrik dapat disajikan sebagai berikut.

$$y_i = f(t_i) + \varepsilon_i, \quad i = 1, 2, \dots, n \quad (2.4)$$

dengan y_i adalah variabel respon, dan $f(t_i)$ adalah kurva regresi yang tidak diketahui bentuknya, dan ε_i adalah error yang diasumsikan berdistribusi $N(0, \sigma^2)$. *Spline* merupakan model polinomial yang tersegmen. Polinomial tersegmen memegang peranan penting dalam teori dan aplikasi statistika. Regresi *spline* memiliki titik knot yang merupakan titik perpaduan yang menunjukkan perubahan perilaku kurva pada selang yang berbeda (Hardle, 1990). Secara umum fungsi *spline* $f(t_i)$ berorde m dengan titik knot k_1, k_2, \dots, k_j dapat dinyatakan sebagai berikut.

$$f(t_i) = \sum_{j=0}^m \gamma_j t_i^j + \sum_{j=1}^J \gamma_{m+j} (t_i - k_j)_+^m, \quad (2.5)$$

dengan γ_j merupakan parameter-parameter model dan m merupakan orde *spline* (Budiantara, 2001). Persamaan (2.4) bila disubstitusikan pada persamaan (2.5) diperoleh persamaan regresi nonparametrik *spline* sebagai berikut.

$$y_i = \sum_{j=0}^m \gamma_j t_i^j + \sum_{j=1}^J \gamma_{m+j} (t_i - k_j)_+^m + \varepsilon_i, \quad (2.6)$$

$$i = 1, 2, \dots, n,$$

dengan fungsi truncated diberikan oleh :

$$(t_i - k_j)_+^m = \begin{cases} (t_i - k_j)^m, & t_i \geq k_j \\ 0 & , t_i < k_j \end{cases}. \quad (2.7)$$

2.4 Pemilihan Titik Knot Optimal

Titik knot merupakan titik perpaduan bersama dimana terdapat perubahan perilaku pada data. Model regresi *spline* terbaik tergantung pada titik knot optimal. Salah satu metode untuk mencari titik knot optimal yang sering dipakai adalah *Generalized Cross Validation* (GCV) (Wahba, 1990). Titik knot optimal diperoleh dari nilai GCV minimum. Metode GCV secara umum adalah sebagai berikut.

$$GCV(k_1, k_2, \dots, k_J) = \frac{MSE(k_1, k_2, \dots, k_J)}{(n^{-1} \text{trace}[I - A(k_1, k_2, \dots, k_J)])^2}, \quad (2.8)$$

dengan \mathbf{I} adalah matriks identitas, n adalah jumlah pengamatan, $A(k_1, k_2, \dots, k_J) = \mathbf{X}(\mathbf{X}^T \mathbf{X})^{-1} \mathbf{X}^T$, dan $MSE(k_1, k_2, k_3, \dots, k_J)$ diberikan oleh

$$MSE(k_1, k_2, k_3, \dots, k_J) = n^{-1} \sum_{i=1}^n (y_i - \hat{f}(x_i))^2, \quad (2.9)$$

(Eubank, 1998).

2.5 Pengujian Parameter Model

2.5.1 Uji Serentak

Uji serentak dilakukan untuk mengetahui signifikansi parameter model regresi secara bersama-sama. Hipotesis yang digunakan adalah sebagai berikut.

$$H_0 : \gamma_1 = \gamma_2 = \dots = \gamma_{m+J} = 0$$

$$H_1 : \text{paling sedikit ada satu } \gamma_i \neq 0, \quad i = 1, 2, \dots, m, \\ m + 1, m + 2, \dots, m + J.$$

Nilai $m + J$ adalah jumlah parameter dalam model regresi.

Tabel 2.1 Analisis Varians (ANOVA)

Sumber Variasi	Derajat Bebas (df)	Jumlah Kuadrat (SS)	Rataan Kuadrat (MS)	F_{hitung}
Regresi	$m + J$	$\sum_{i=1}^n (\hat{y}_i - \bar{y})^2$	$\frac{\sum_{i=1}^n (\hat{y}_i - \bar{y})^2}{m + J}$	$\frac{MS_{\text{regresi}}}{MS_{\text{residual}}}$
Residual	$n - (m + J) - 1$	$\sum_{i=1}^n (y_i - \hat{y}_i)^2$	$\frac{\sum_{i=1}^n (y_i - \hat{y}_i)^2}{n - (m + J) - 1}$	
Total (terkoreksi)	$n - 1$	$\sum_{i=1}^n (y_i - \bar{y})^2$	-	

Daerah penolakan H_0 apabila nilai $F_{\text{hitung}} > F_{\alpha(m+J), (n-(m+J)-1)}$ atau $P_{\text{value}} < \alpha$. Jika H_0 ditolak, maka dapat disimpulkan bahwa minimal terdapat satu parameter pada model regresi *spline* yang signifikan, atau minimal terdapat satu variabel prediktor yang berpengaruh terhadap respon.

2.5.2 Uji Parsial

Pengujian parameter secara parsial (individu) dilakukan apabila pada pengujian parameter model secara serentak didapatkan kesimpulan bahwa minimal terdapat satu parameter yang signifikan. Hal tersebut bertujuan untuk mengetahui parameter mana yang berpengaruh dan tidak berpengaruh secara signifikan terhadap model regresi. Hipotesisnya sebagai berikut.

$$H_0 : \gamma_j = 0$$

$$H_1 : \gamma_j \neq 0, j = 1, 2, \dots, m, m + 1, m + 2, \dots, m + J.$$

Statistik uji sebagai berikut.

$$t_j = \frac{\hat{\gamma}_j}{se(\hat{\gamma}_j)}, \quad (2.10)$$

dengan

$$SE(\hat{\gamma}_j) = \sqrt{Var(\hat{\gamma}_j)} \quad (2.11)$$

Untuk memperoleh $Var(\hat{\gamma}_j)$ dapat menggunakan persamaan sebagai berikut.

$$\begin{aligned} Var(\hat{\gamma}) &= Var\left[(\mathbf{X}^T \mathbf{X})^{-1} (\mathbf{X}^T \mathbf{Y})\right] \\ &= (\mathbf{X}^T \mathbf{X})^{-1} \mathbf{X}^T Var(\mathbf{Y}) \left[(\mathbf{X}^T \mathbf{X})^{-1} \mathbf{X}^T\right] \\ &= (\mathbf{X}^T \mathbf{X})^{-1} \mathbf{X}^T (\sigma^2 \mathbf{I}) \mathbf{X} (\mathbf{X}^T \mathbf{X})^{-1} \\ &= \sigma^2 (\mathbf{X}^T \mathbf{X})^{-1} \mathbf{X}^T \mathbf{X} (\mathbf{X}^T \mathbf{X})^{-1} \\ &= \sigma^2 (\mathbf{X}^T \mathbf{X})^{-1} \end{aligned}$$

Dimana nilai σ^2 didekati dengan nilai MSE. Daerah penolakan H_0 adalah $|t_{hit}| \geq t_{(\alpha/2, n-(m+J)-1)}$ atau $P_{value} < \alpha$ (Draper and Smith, 1992).

2.6 Uji Asumsi Residual

Uji asumsi dilakukan untuk mengetahui apakah residual dari data telah memenuhi asumsi IIDN, yaitu Identik, Independen dan berdistribusi Normal.

2.6.1 Asumsi Identik

Pengujian asumsi identik dilakukan untuk mengetahui apakah residual memiliki varians yang sama (homogen). Keadaan dimana residual tidak homogen disebut heteroskedastisitas. Secara visual untuk mengindikasikan adanya heteroskedastisitas yaitu apabila plot antara residual dan estimasi respon (\hat{y}) menunjukkan sebaran data yang tidak random atau membentuk suatu pola tertentu. Mengatasinya dengan transformasi variabel menggunakan *Weighted Least Square* (WLS) (Gujarati, 1992). Cara lain yang dapat dilakukan untuk mengidentifikasi adanya heteroskedastisitas adalah uji glejser dengan cara meregresikan harga mutlak residual dengan variabel prediktor (x). Hipotesis yang digunakan adalah sebagai berikut.

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

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

Statistik uji yang digunakan adalah sebagai berikut.

$$F_{hitung} = \frac{MS_{regresi}}{MS_{residual}} = \frac{[\sum_{i=1}^n (|\hat{e}_i| - |\bar{e}|)^2] / (k-1)}{[\sum_{i=1}^n (|e_i| - |\bar{e}_i|)^2] / (n-k)} \quad (2.12)$$

dengan K adalah banyaknya parameter uji glejser. Daerah penolakan H_0 apabila $F_{hitung} > F_{tabel}(F_{\alpha; (k-1, n-k)})$ atau $P_{value} < \alpha$. Apabila H_0 ditolak maka dapat disimpulkan bahwa minimal ada satu $\sigma_i^2 \neq \sigma^2$ yang berarti terdapat kasus heteroskedastisitas.

2.6.2 Asumsi Independen

Pengujian asumsi independen dilakukan untuk mengetahui apakah korelasi antar residual bernilai nol atau tidak pada pengamatan ke- i dengan pengamatan $i - 1$ (Mubarak, 2012). Asumsi independen terpenuhi apabila tidak terdapat korelasi antar residual atau yang disebut autokorelasi. Salah satu cara untuk mendeteksi adanya autokorelasi dengan membuat plot *Autocorrelation Function* (ACF). Residual memenuhi asumsi

independen apabila tidak ada lag yang keluar dari batas signifikansi pada plot ACF.

Fungsi autokorelasi (ACF) dengan CI $(1-\alpha)$ maka rumus yang digunakan dan batas signifikansi atas serta batas signifikansi bawah diberikan oleh persamaan sebagai berikut.

$$-t_{n-1;\alpha/2}SE(\hat{\rho}_v) < \rho_v < t_{n-1;\alpha/2}SE(\hat{\rho}_v)$$

$$SE(\hat{\rho}_v) = \sqrt{\frac{1 + 2 \sum_{i=1}^{v-1} \hat{\rho}_i^2}{n}} \quad (2.13)$$

dimana,

$$\hat{\rho}_v = \frac{\sum_{t=w+1}^n (e_t - \bar{e})(e_{t-w} - \bar{e})}{\sum_{n=1}^n (e_t - \bar{e})^2} \quad (2.14)$$

Jika terdapat nilai autokorelasi yang keluar dari batas signifikansi maka dikatakan asumsi independen tidak terpenuhi. Begitu juga, jika tidak terdapat lag yang keluar dari batas signifikansi menunjukkan bahwa asumsi independen terpenuhi.

2.6.3 Uji Distribusi Normal

Pengujian asumsi distribusi normal dilakukan untuk mengetahui apakah residual telah berdistribusi normal atau tidak. Secara visual pengujian distribusi normal bisa dilakukan dengan *normal probability plot residual*. Residual berdistribusi normal apabila plot cenderung mengikuti garis lurus 45^0 . Cara lain dapat dilakukan dengan uji Kolmogorov Smirnov dengan hipotesis sebagai berikut.

$H_0: F_0(x) = F(x)$ (Residual berdistribusi Normal)

$H_1: F_0(x) \neq F(x)$ (Residual tidak berdistribusi Normal)

Statistik uji yang digunakan adalah sebagai berikut.

$$D = \max |F_0(x) - S_N(x)|. \quad (2.15)$$

$F_0(x)$ adalah fungsi distribusi frekuensi kumulatif. $S_N(x) = k/N$ adalah fungsi peluang kumulatif yang diobservasi dari suatu sampel random dengan N observasi. k adalah banyaknya observasi yang sama atau kurang dari x. Daerah penolakan H_0

jika $|D| > q_{(1-\alpha)}$ dimana nilai $q_{(1-\alpha)}$ berdasarkan tabel *Kolmogorov-Smirnov* atau $P_{\text{value}} < \alpha$ (Daniel, 1989).

2.7 *Age Spesific Fertility Rate (ASFR)*

Age Spesific Fertility Rate (ASFR) adalah banyaknya kelahiran pada perempuan kelompok umur tertentu (studi kasus kelompok umur 15-19 tahun) pada satu periode per 1000 penduduk perempuan pada kelompok umur yang sama pada pertengahan periode yang sama (KKB, 2011). Rumus untuk menghitung ASFR :

$$ASFR_{15-19\text{tahun}} = \frac{B_{15-19\text{tahun}}}{P_{15-19\text{tahun}}^f} \times 1000 \quad (2.)$$

dimana

B_i = Jumlah kelahiran dari perempuan pada kelompok umur 15-19 tahun pada tahun tertentu.

P_i^f = Jumlah penduduk perempuan pada kelompok umur 15-19 tahun pada pertengahan tahun yang sama dengan bilangan konstanta biasanya 1000.

BAB III METODOLOGI PENELITIAN

3.1 Sumber Data dan Variabel Penelitian

Data yang digunakan dalam penelitian ini adalah data sekunder pada tahun 2015 yang diperoleh dari Badan Pusat Statistik Provinsi Jawa Timur, dan Badan Kependudukan dan Keluarga Berencana Nasional (BKKBN) perwakilan Jawa Timur. Variabel yang digunakan dalam penelitian ini terdiri atas variabel respon (Y) yaitu ASFR dan 4 variabel prediktor (X) yang diduga berpengaruh seperti yang disajikan pada tabel 3.1.

Tabel 3.1 Variabel Penelitian

Variabel	Keterangan
Y	<i>Age Specific Fertility Rate</i> (ASFR)
X ₁	Persentase Wanita Usia Kawin Pertama < 20 tahun
X ₂	Persentase Wanita Tamat SMA
X ₃	Laju Pertumbuhan Penduduk (LPP)
X ₄	Persentase Penduduk Miskin (PPM)

Definisi operasional dari variabel penelitian di atas yakni sebagai berikut.

1. Y menyatakan *Age Specific Fertility Rate* (ASFR) usia 15-19 tahun pada kurun waktu tertentu yang di catat oleh Badan Kependudukan dan Keluarga Berencana Nasional (BKKBN) perwakilan Jawa Timur dengan rumus (KKB, 2011).

$$ASFR_{15-19\text{tahun}} = \frac{B_{15-19\text{tahun}}}{P_{15-19\text{tahun}}^f} \times 1000$$

2. X₁ menyatakan persentase wanita usia kawin pertama < 20 tahun pada kurun waktu tertentu (LKIP BKKBN, 2016).
3. X₂ menyatakan persentase wanita tamat SMA. Pendidikan 12 tahun merupakan program wajib belajar yang sudah lama di

terapkan di Indonesia, pendidikan merupakan modal untuk memperoleh pekerjaan dan kehidupan yang layak di masa depan (PAKP, 2015).

5. X_3 menyatakan laju pertumbuhan penduduk di Provinsi Jawa Timur pada kurun waktu tertentu (IKR, 2016).
6. X_4 menyatakan persentase penduduk miskin. Kemiskinan merupakan permasalahan bangsa yang mendesak dan memerlukan langkah-langkah penanganan dan pendekatan yang sistemik, terpadu dan menyeluruh (IKR, 2016).

Struktur data penelitian disajikan pada Tabel 3.2.

Tabel 3.2 Struktur Data Penelitian

Kabupaten/ Kota	y	x_1	x_2	x_3	x_4
1	y_1	$x_{1,1}$	$x_{2,1}$	$x_{3,1}$	$x_{4,1}$
2	y_2	$x_{1,2}$	$x_{2,2}$	$x_{3,2}$	$x_{4,2}$
3	y_3	$x_{1,3}$	$x_{2,3}$	$x_{3,3}$	$x_{4,3}$
⋮	⋮	⋮	⋮	⋮	⋮
38	y_{38}	$x_{1,38}$	$x_{2,38}$	$x_{3,38}$	$x_{4,38}$

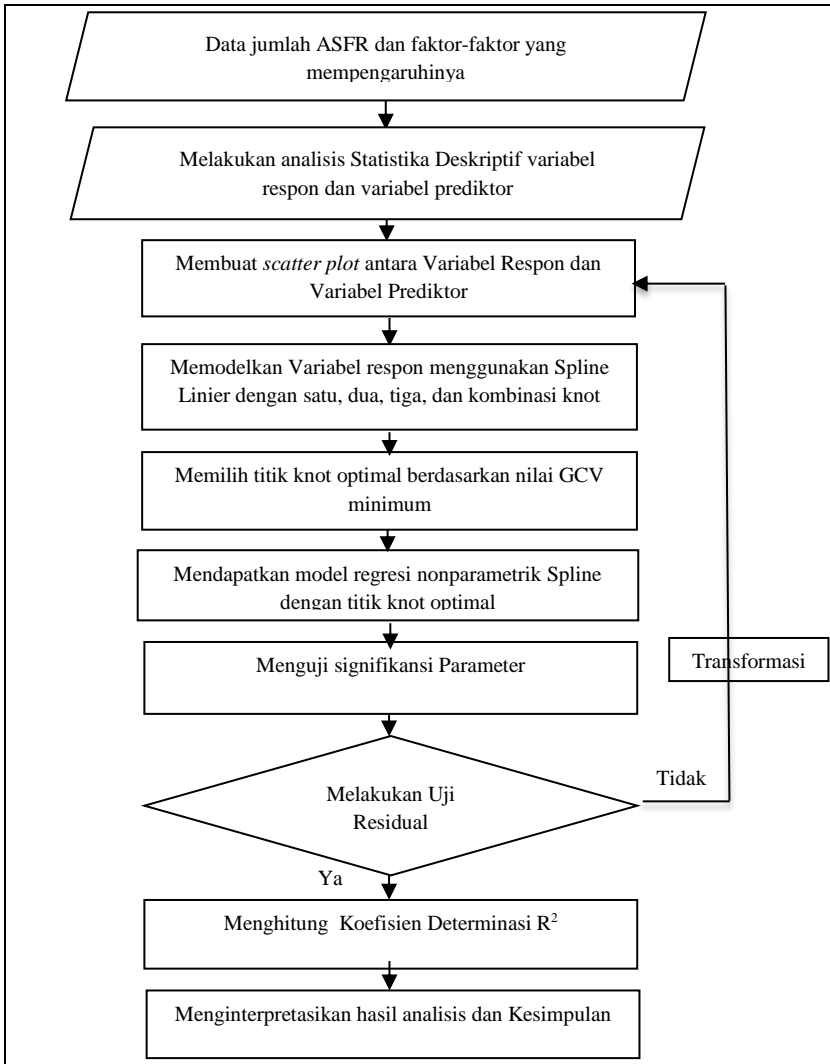
3.2 Langkah-Langkah Penelitian

Langkah-langkah analisis yang akan dilakukan dalam penelitian ini adalah sebagai berikut.

1. Melakukan analisis deskriptif terhadap karakteristik ASFR di Provinsi Jawa Timur.
2. Memodelkan ASFR di Provinsi Jawa Timur dengan pendekatan Spline.
 - i. Membuat *scatterplot* antara variabel respon dengan masing-masing variabel prediktor.
 - ii. Memodelkan variabel respon dengan menggunakan Spline linier dan berbagai titik knot (satu, dua, tiga, dan kombinasi knot).

- iii. Menentukan titik-titik knot optimal yang didasarkan pada nilai GCV minimum.
- iv. Menetapkan model Spline terbaik
 - v. Menguji signifikansi parameter secara serentak dan parsial
 - vi. Melakukan pemeriksaan asumsi IIDN
- vii. Menginterpretasikan hasil analisis dan mengambil kesimpulan.

Untuk lebih jelasnya dapat dilihat diagram alir pada Gambar 3.1 mengenai langkah-langkah analisis.



Gambar 3.1 Diagram Alir Langkah-langkah Penelitian

BAB IV ANALISIS DAN PEMBAHASAN

4.1 Karakteristik ASFR dan Faktor yang diduga Mempengaruhi

Karakteristik ASFR 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 Karakteristik ASFR dan Faktor yang Diduga Mempengaruhi.

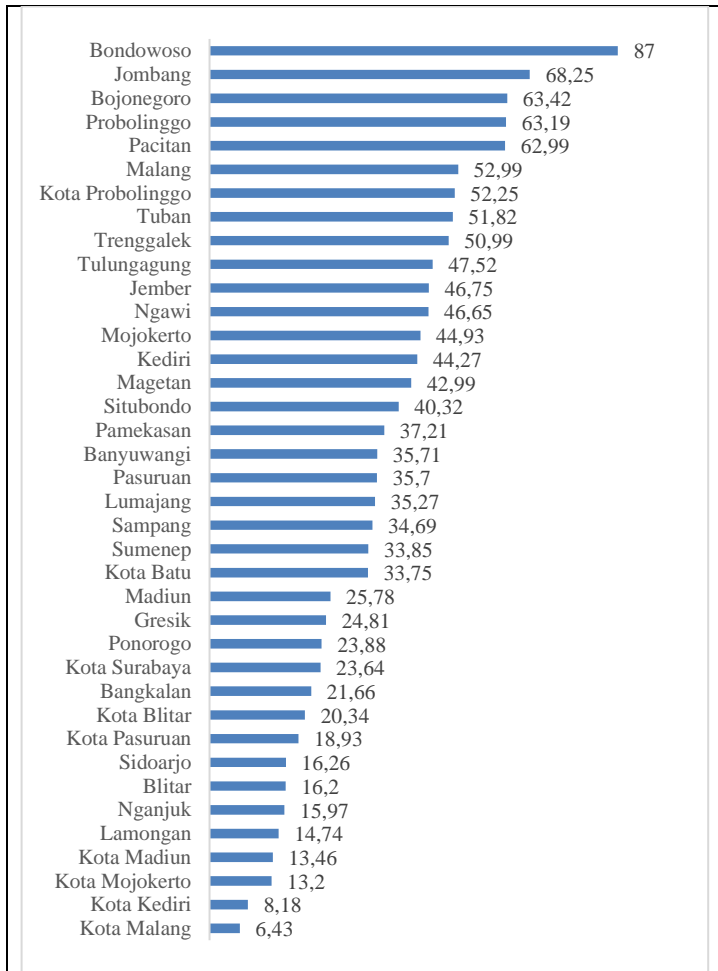
Variable	Mean	Variance	Minimum	Maximum
Y	36,21	352,98	6,43	87
X ₁	20,93	158,87	0,71	50,96
X ₂	92,89	19,99	80,99	98,08
X ₃	0,57	0,11	0,03	1,57
X ₄	12,16	25,34	4,6	25,69

Tabel 4.1 menunjukkan bahwa rata-rata ASFR (Y) di Provinsi Jawa Timur tahun 2015 sebesar 36,21 persen dengan varians 352,98. ASFR terendah mencapai angka 6,43 persen di kota Malang dan ASFR terbesar mencapai 87 persen di kabupaten Bondowoso dari 38 kabupaten/kota di Provinsi Jawa Timur. Hal ini mengindikasikan bahwa ASFR pada tahun 2015 di Jawa Timur mencapai angka antara 6,43 sampai 87 persen. Sedangkan karakteristik variabel X₁ yakni persentase wanita usia kawin pertama < 20 tahun yang menunjukkan bahwa rata-rata persentase wanita usia kawin pertama < 20 tahun di Provinsi Jawa Timur tahun 2015 sebesar 20,93 persen dengan varians 158,87. persentase wanita usia kawin pertama < 20 tahun terendah pada tahun 2015 yakni sebesar 0,71 persen di kabupaten Sidoarjo dan persentase wanita usia kawin pertama < 20 tahun terbesar mencapai angka 50,96 persen di kota Mojokerto. Tabel 4.1 juga menunjukkan karakteristik variabel X₂ yakni persentase wanita

tamat SMA dengan rata-rata sebesar 92,89 persen dan varians sebesar 19,99. Persentase wanita tamat SMA terendah menunjukkan angka 80,99 persen di kota Madiun dan persentase tertinggi mencapai 98,08 di kabupaten Sampang.

Karakteristik variabel X_3 yakni laju pertumbuhan penduduk dengan rata-rata sebesar 0,57 dan varians sebesar 0,11. Laju pertumbuhan penduduk di Provinsi Jawa Timur pada tahun 2015 terendah mencapai 0,03 persen di kabupaten Lamongan dan tertinggi mencapai 1,57 persen di kabupaten Sidoarjo. Variabel X_4 yakni persentase penduduk miskin dengan rata-rata sebesar 12,16 persen dan varians sebesar 25,34. persentase penduduk miskin di Provinsi Jawa Timur pada tahun 2015 terendah mencapai 4,6 persen di kota Malang dan tertinggi mencapai 25,69 persen di kabupaten Sampang.

ASFR tiap kabupaten/kota di Jawa Timur disajikan dalam diagram batang yang dapat dilihat pada Gambar 4.1 yang diurutkan dari yang tertinggi hingga terendah. Visualisasi pada Gambar 4.1 menunjukkan bahwa kabupaten/kota yang memiliki ASFR tertinggi ialah kabupaten Bondowoso sebesar 87 persen. Sedangkan kabupaten/kota yang memiliki ASFR terendah ialah Kota Malang sebesar 6,43 persen.



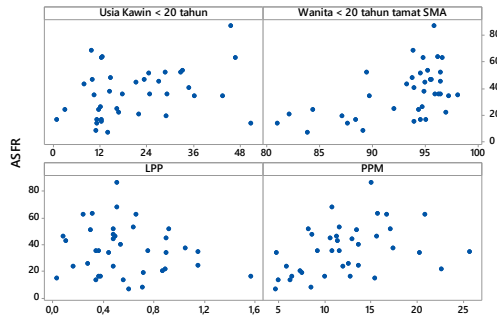
Gambar 4.1 Diagram Batang Kriminalitas Pencurian Motor Tiap Kabupaten/kota di Jawa Timur

4.2 Pemodelan *Age Spesific Fertility Rate* (ASFR) Provinsi Jawa Timur Menggunakan Regresi Nonparametrik *Spline*

Pemodelan *Age Spesific Fertility Rate* (ASFR) di 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 scatter plot antara ASFR dengan masing-masing faktor yang diduga mempengaruhi, membentuk model regresi nonparametrik *Spline* untuk estimasi parameter, memilih titik knot optimal yang menghasilkan nilai *Generalized Cross Validation* (GCV) terkecil, membentuk persamaan regresi dengan knot yang paling optimal, uji estimasi parameter, uji residual, dan interpretasi model regresi.

4.2.1 *Scatterplot* antara ASFR dengan Faktor yang diduga Mempengaruhi

Pola hubungan yang terbentuk antara variabel respon yakni ASFR dengan variabel prediktor yaitu persentase wanita usia kawin pertama < 20 tahun (X_1), persentase wanita tamat SMA (X_2), laju pertumbuhan penduduk (X_3) dan persentase penduduk miskin (X_4) dapat ditunjukkan pada Gambar 4.2. Gambar 4.2 menunjukkan bahwa pola hubungan yang terbentuk antara ASFR (Y) dengan empat variabel yang diduga memengaruhinya. Berdasarkan hasil *scatterplot* tersebut ada kecenderungan bahwa keempat pola data tidak ada yang membentuk suatu pola tertentu. Dengan demikian, dalam pemodelan regresi digunakan pendekatan regresi nonparametrik.



Gambar 4.2 Scatterplot antara ASFR (Y) dengan Lima Variabel X_2 , X_3 , dan X_4

4.2.2 Model Regresi Nonparametrik *Spline*

Setelah melihat pola hubungan antara ASFR dengan lima variabel yang diduga berpengaruh maka selanjutnya adalah memodelkan data tersebut. Metode yang digunakan untuk memodelkan ASFR dengan variabel yang diduga berpengaruh adalah regresi nonparametrik *Spline*. Alasan penggunaan metode tersebut telah dijelaskan pada bagian sebelumnya. Adapun model regresi nonparametrik *Spline* dengan q variabel prediktor adalah sebagai berikut.

$$y_i = \sum_{k=1}^q \left(\sum_{j=0}^p \gamma_{kj} t_{kji}^j + \sum_{j=1}^r \gamma_{kj(p+j)} (t_{kji} - K_{kj})_+^p \right) + \varepsilon_i$$

4.2.3 Pemilihan Titik Knot Optimum

Dalam pendekatan regresi nonparametrik *Spline*, dikenal adanya titik knot. Titik knot merupakan titik perpaduan bersama dimana terdapat perubahan perilaku data. Didalam sebuah plot antara variabel respon dan prediktor yang termasuk dalam komponen nonparametrik dapat dibuat beberapa potongan berdasarkan titik knot. Metode yang digunakan untuk mencari titik knot optimal adalah *Generalized Cross Validation (GCV)*. Titik knot optimal diperoleh dari nilai GCV yang paling minimum.

4.2.3.1 Pemilihan Titik Knot Optimum dengan Satu Titik Knot

Pemilihan titik knot optimum pada variabel-variabel yang diduga mempengaruhi ASFR dengan menggunakan metode GCV dimulai dengan menggunakan satu titik knot. Dengan menggunakan satu titik knot tersebut diharapkan dapat menemukan nilai GCV yang paling minimum. Nilai GCV paling minimum diharapkan nantinya dapat menghasilkan model *Spline* terbaik. Adapun model regresi nonparametrik *Spline* dengan menggunakan satu titik knot pada variabel-variabel yang mempengaruhi ASFR adalah sebagai berikut.

$$\hat{y} = \hat{\gamma}_0 + \hat{\gamma}_1 x_1 + \hat{\gamma}_2 (x_1 - K_1)_+ + \hat{\gamma}_3 x_2 + \hat{\gamma}_4 (x_2 - K_2)_+ + \hat{\gamma}_5 x_3 + \hat{\gamma}_6 (x_3 - K_3)_+ + \hat{\gamma}_7 x_4 + \hat{\gamma}_8 (x_4 - K_4)_+$$

Berikut adalah hasil perhitungan GCV untuk regresi nonparametrik *Spline* dengan menggunakan satu titik knot.

Tabel 4.2 Pemilihan Titik Knot Optimum dengan Satu Titik Knot

No.	GCV	x_1	x_2	x_3	x_4
1	318,58	44,81	95,98	1,38	23,11
2	312,64	47,88	97,03	1,47	24,39
3	291,1	46,86	96,68	1,44	23,97
4	287,5	45,83	96,34	1,41	23,54
5	325,35	48,91	97,38	1,51	24,83
6	329,73	27,37	90,06	0,85	15,79
7	330,17	28,39	90,41	0,88	16,22
8	331,61	1,73	81,34	0,06	5,03
9	334,16	25,32	89,36	0,78	14,93
10	337,1	17,12	86,57	0,53	11,48

Berdasarkan Tabel 4.2, nilai GCV paling minimum adalah 287,5, dengan titik knot optimum untuk masing-masing variabel adalah sebagai berikut.

$$K_1 = 45,83 \quad K_2 = 96,34 \quad K_3 = 1,41 \quad K_4 = 23,54$$

Selanjutnya, hasil dari GCV dengan menggunakan satu titik knot akan dibandingkan dengan hasil dari GCV dengan menggunakan dua titik knot, dan tiga titik knot. Perbandingan

hasil GCV tersebut dilakukan untuk memperoleh nilai GCV yang paling minimum dan diharapkan dapat menghasilkan model *Spline* terbaik.

4.2.3.2 Pemilihan Titik Knot Optimum dengan Dua Titik Knot

Setelah mendapatkan knot optimum dengan nilai GCV minimum dari satu titik knot, maka selanjutnya dilakukan pemilihan titik knot optimum dengan menggunakan dua titik knot. Proses yang akan dilakukan sama halnya dengan sebelumnya menggunakan satu titik sehingga diperoleh nilai GCV yang paling minimum dengan menggunakan dua titik knot.

Adapun model regresi nonparametrik *Spline* dengan menggunakan dua titik knot pada variabel-variabel yang mempengaruhi ASFR adalah sebagai berikut.

$$\hat{y} = \hat{\gamma}_0 + \hat{\gamma}_1 x_1 + \hat{\gamma}_2 (x_1 - K_1)_+ + \hat{\gamma}_3 (x_1 - K_2)_+ + \hat{\gamma}_4 x_2 + \hat{\gamma}_5 (x_2 - K_3)_+ + \hat{\gamma}_6 (x_2 - K_4)_+ + \hat{\gamma}_7 x_3 + \hat{\gamma}_8 (x_3 - K_5)_+ + \hat{\gamma}_9 (x_3 - K_6)_+ + \hat{\gamma}_{10} x_4 + \hat{\gamma}_{11} (x_4 - K_7)_+ + \hat{\gamma}_{12} (x_4 - K_8)_+$$

Pada persamaan diatas dapat dilihat bahwa untuk masing-masing variabel prediktor dibutuhkan dua titik knot. Sama halnya dengan menggunakan satu titik knot, untuk memperoleh knot yang optimum dipilih melalui nilai GCV yang paling minimum.

Berikut adalah hasil perhitungan GCV untuk regresi nonparametrik *Spline* dengan menggunakan dua titik knot.

Tabel 4.3 Pemilihan Titik Knot Optimum dengan Dua Titik Knot

No.	GCV	x_1	x_2	x_3	x_4
1	290,12	1,74	81,34	0,06	5,03
		46,86	96,68	1,44	23,97
2	291,1	46,86	96,68	1,44	23,97
		48,91	97,38	1,51	24,83
3	293,36	14,04	85,52	0,44	10,20
		45,83	96,34	1,41	23,54
4	294,2	13,02	85,18	0,41	9,76
		45,83	96,34	1,41	23,54
5	295,11	11,99	84,83	0,38	9,33
		45,83	96,34	1,41	23,54

Tabel 4.3 Pemilihan Titik Knot Optimum dengan Dua Titik Knot (Lanjutan)

No.	GCV	x_1	x_2	x_3	x_4
6	296,97	0,71	80,99	0,03	4,6
		50,96	98,08	1,57	25,69
7	298,43	43,78	95,64	1,35	22,68
		45,83	96,34	1,41	23,54
8	299,05	43,78	95,64	1,35	22,68
		44,81	95,99	1,38	23,11
9	282,93	1,74	81,34	0,06	5,03
		45,83	96,34	1,41	23,54
10	287,5	45,83	96,34	1,41	23,54
		50,96	98,08	1,57	25,69

Berdasarkan Tabel 4.3 nilai GCV minimum yang diperoleh adalah 282,93 dengan dua titik knot optimum untuk masing-masing variabel adalah sebagai berikut.

($K_1 = 1,74$; $K_2 = 45,83$), ($K_3 = 81,34$; $K_4 = 96,34$),
 ($K_5 = 0,5$; $K_6 = 1,41$), ($K_7 = 11,06$; $K_8 = 23,54$).

4.2.3.3 Pemilihan Titik Knot Optimum dengan Tiga Titik Knot

Setelah mendapatkan knot optimum dengan nilai GCV minimum dari satu titik knot dan dua titik knot, maka selanjutnya dilakukan pemilihan titik knot optimum dengan menggunakan tiga titik knot. Proses yang dilakukan untuk memilih titik knot optimum dengan menggunakan tiga titik knot, sama halnya dengan yang dilakukan sebelumnya yaitu dengan menggunakan nilai GCV minimum. Adapun model regresi nonparametrik *Spline* dengan menggunakan tiga titik knot pada variabel-variabel yang mempengaruhi ASFR adalah sebagai berikut.

$$\hat{y} = \hat{\gamma}_0 + \hat{\gamma}_1 x_1 + \hat{\gamma}_2 (x_1 - K_1)_+ + \hat{\gamma}_3 (x_1 - K_2)_+ + \hat{\gamma}_4 (x_1 - K_3)_+ + \hat{\gamma}_5 x_2 + \hat{\gamma}_6 (x_2 - K_4)_+ + \hat{\gamma}_7 (x_2 - K_5)_+ + \hat{\gamma}_8 (x_2 - K_6)_+ + \hat{\gamma}_9 x_3 + \hat{\gamma}_{10} (x_3 - K_7)_+ + \hat{\gamma}_{11} (x_3 - K_8)_+ + \hat{\gamma}_{12} (x_3 - K_9)_+ + \hat{\gamma}_{13} x_4 + \hat{\gamma}_{14} (x_4 - K_{10})_+ + \hat{\gamma}_{15} (x_4 - K_{11})_+ + \hat{\gamma}_{16} (x_4 - K_{12})_+$$

Pada persamaan diatas dapat dilihat bahwa untuk masing-masing variabel prediktor dibutuhkan tiga titik knot. Berikut adalah hasil perhitungan GCV untuk regresi nonparametrik *Spline* dengan menggunakan tiga titik knot.

Tabel 4.4 Pemilihan Titik Knot Optimum dengan Tiga Titik Knot

No.	GCV	x_1	x_2	x_3	x_4
1	260,89	8,91	83,78	0,28	8,04
		10,97	84,48	0,34	8,90
		44,81	95,99	1,38	23,11
2	264,06	8,91	83,78	0,28	8,04
		11,99	84,83	0,38	9,33
		44,81	95,99	1,38	23,11
3	273,71	7,89	83,43	0,25	7,61
		11,99	84,83	0,38	9,33
		45,83	96,34	1,41	23,54
4	276,48	36,60	93,20	1,13	19,66
		37,63	93,55	1,16	20,09
		38,65	93,89	1,19	20,53
5	278,33	8,91	83,78	0,28	8,04
		10,97	84,48	0,34	8,90
		46,86	96,68	1,44	23,97
6	204,51	9,94	84,13	0,31	8,47
		10,97	84,48	0,34	8,90
		45,83	96,34	1,41	23,54
7	225,19	8,91	83,78	0,28	8,04
		10,97	84,48	0,34	8,90
		45,83	96,34	1,41	23,54
8	232,49	9,94	84,13	0,31	8,47
		10,97	84,48	0,34	8,90
		44,81	95,99	1,38	23,11
9	245,09	9,94	84,13	0,31	8,47
		10,97	84,48	0,34	8,90
		46,86	96,68	1,44	23,97
10	248,07	8,91	83,78	0,28	8,04
		11,99	84,83	0,38	9,33
		45,83	96,34	1,41	23,54

Berdasarkan Tabel 4.5 nilai GCV minimum yang diperoleh adalah 237,09 dengan titik knot optimum untuk masing-masing variabel adalah sebagai berikut.

($K_1 = 9,94$; $K_2 = 10,94$; $K_3 = 45,83$),

($K_4 = 84,13$; $K_5 = 84,48$; $K_6 = 96,34$),

($K_7 = 0,31$; $K_8 = 0,34$; $K_9 = 1,41$),

($K_{10} = 8,47$; $K_{11} = 8,9$; $K_{12} = 23,54$).

4.2.3.4 Pemilihan Titik Knot Optimum dengan Kombinasi Titik Knot

Setelah mendapatkan knot optimum dengan nilai GCV minimum dari satu titik knot, dua titik knot, dan tiga titik knot, maka selanjutnya dilakukan pemilihan titik knot optimum dengan menggunakan kombinasi titik knot. Proses yang dilakukan untuk memilih titik knot optimum dengan menggunakan kombinasi titik knot, sama halnya dengan yang dilakukan sebelumnya yaitu dengan menggunakan nilai GCV minimum. Berikut adalah hasil perhitungan GCV untuk regresi nonparametrik *Spline* dengan menggunakan kombinasi titik knot.

Tabel 4.5 Pemilihan Titik Knot Optimum dengan Kombinasi Titik Knot

No.	GCV	x_1	x_2	x_3	x_4
1	204,51	9,94	84,13	0,31	8,47
		10,97	84,48	0,34	8,90
		45,83	96,34	1,41	23,54
2	198,68	9,94	81,34	0,31	23,54
		10,97	96,34	0,34	
		45,83		1,41	
3	199,09	9,94	96,34	0,31	23,54
		10,97		0,34	
		45,83		1,41	
4	215,42	9,94	81,34	0,31	5,03
		10,97	96,34	0,34	23,54
		45,83			

Berdasarkan hasil dari pemilihan titik knot yang paling optimum yang telah dilakukan, maka berikut adalah ringkasan GCV terkecil yang dihasilkan.

GCV dengan satu titik knot	= 287,5
GCV dengan dua titik knot	= 282,93
GCV dengan tiga titik knot	= 204,51
GCV dengan kombinasi titik knot	= 198,68

Dari nilai GCV terkecil yang dihasilkan dengan berbagai titik knot, dapat dilihat bahwa nilai GCV yang paling minimum adalah menggunakan kombinasi titik knot (3,2,3,1) dengan nilai R^2 sebesar 74,98 %.

4.2.4 Pengujian Parameter Model Regresi Nonparametrik *Spline*

Pengujian parameter model regresi nonparametrik *Spline* dilakukan untuk mengetahui signifikansi parameter yang didapatkan dari hasil pemodelan dengan regresi nonparametrik *Spline*. Atau dengan kata lain, pengujian parameter dilakukan untuk mengetahui apakah parameter yang dihasilkan dari pemodelan dengan menggunakan regresi nonparametrik *Spline* memiliki pengaruh yang signifikan terhadap ASFR. Adapun tahap yang dilakukan dalam pengujian parameter model ini dimulai dengan pengujian parameter secara serentak. Apabila dalam pengujian parameter secara serentak diperoleh hasil yang signifikan atau terbukti parameter berpengaruh secara signifikan terhadap ASFR, maka selanjutnya dilakukan pengujian parameter secara individu/parsial. Pengujian parameter secara parsial dilakukan untuk mengetahui parameter mana yang memberikan pengaruh signifikan terhadap ASFR.

4.2.4.1 Pengujian Parameter Model Secara Serentak

Untuk melakukan pengujian parameter secara serentak maka menggunakan hipotesis sebagai berikut.

$$H_0 : \gamma_1 = \gamma_2 = \gamma_3 = \dots = \gamma_{13} = 0$$

$$H_1 : \text{minimal terdapat satu } \gamma_j \neq 0 ; j = 1, 2, \dots, 13$$

Hasil ANOVA untuk model regresi nonparametrik *Spline* secara serentak disajikan pada Tabel 4.6 sebagai berikut.

Tabel 4.6 ANOVA Model Regresi *Spline* Secara Serentak

Sumber	Df	<i>Sum of Square</i>	<i>Mean Square</i>	F_{hitung}	P-value
Regresi	13	9827,734	755,9795	5,60773	0,0001
<i>Error</i>	24	3235,446	134,8103		
Total	37	13063,18			

Berdasarkan hasil ANOVA seperti yang disajikan pada Tabel 4.7 dapat diketahui bahwa nilai p-value adalah kurang dari nilai α yang telah ditetapkan yaitu sebesar 0,05 dan F_{hitung} ($5,60773$) $> F_{(0,05;13;24)}$ ($2,16$). Sehingga dapat disimpulkan bahwa H_0 ditolak. Jadi, terdapat minimal satu parameter yang signifikan terhadap ASFR. Selanjutnya, untuk mengetahui parameter mana yang memberikan pengaruh yang signifikan terhadap ASFR maka perlu dilakukan pengujian parameter secara parsial.

4.2.4.2 Pengujian Parameter Secara Parsial

Untuk melakukan pengujian signifikansi parameter secara parsial maka menggunakan hipotesis sebagai berikut.

$$H_0 : \gamma_j = 0$$

$$H_1 : \gamma_j \neq 0, \text{ dimana } j = 1, 2, \dots, 13$$

Berikut adalah hasil pengujian signifikansi parameter secara parsial.

Tabel 4.7 Parameter Model Regresi Secara Parsial

Variabel	Parameter	Koefisien	<i>P-value</i>	Keputusan
	γ_0	-17,77	0,07	Tidak signifikan
X_1	γ_1	2,78	0,23	Tidak signifikan
	γ_2	-37,54	0,002	Signifikan
	γ_3	35,85	0,0006	Signifikan
	γ_4	-8,17	0,007	Signifikan
X_2	γ_5	-0,07	0,83	Tidak signifikan
	γ_6	1,07	0,16	Tidak signifikan
	γ_7	-47,96	0,004	Signifikan

Tabel 4.7 Parameter Model Regresi Secara Parsial (Lanjutan)

Variabel	Parameter	Koefisien	<i>P-value</i>	Keputusan
X ₃	γ_8	138,76	0,005	Signifikan
	γ_9	-650,92	0,04	Signifikan
	γ_{10}	507,14	0,08	Tidak signifikan
	γ_{11}	-8,61	0,95	Tidak signifikan
X ₄	γ_{12}	1,59	0,07	Tidak signifikan
	γ_{13}	21,81	0,08	Tidak signifikan

Berdasarkan Tabel 4.8 terlihat bahwa terdapat satu variabel yang tidak berpengaruh secara signifikan terhadap ASFR. Kemudian dilakukan perhitungan kembali sehingga mendapatkan variabel yang berpengaruh secara signifikan terhadap ASFR.

4.2.5 Pemilihan Titik Knot Optimum Tiga Prediktor

Seperti prosedur sebelumnya, didalam sebuah plot antara variabel respon dan prediktor yang termasuk dalam komponen nonparametrik dapat dibuat beberapa potongan berdasarkan titik knot. Metode yang digunakan untuk mencari titik knot optimal adalah *Generalized Cross Validation* (GCV). Titik knot optimal diperoleh dari nilai GCV yang paling minimum.

4.2.5.1 Pemilihan Titik Knot Optimum dengan Satu Titik Knot Tiga Prediktor

Pemilihan titik knot optimum pada tiga variabel yang diduga mempengaruhi ASFR dengan menggunakan metode GCV dimulai dengan menggunakan satu titik knot. Adapun model regresi nonparametrik *Spline* dengan menggunakan satu titik knot pada tiga variabel yang mempengaruhi ASFR adalah sebagai berikut.

$$\hat{y} = \hat{\gamma}_0 + \hat{\gamma}_1 x_1 + \hat{\gamma}_2 (x_1 - K_1)_+ + \hat{\gamma}_3 x_2 + \hat{\gamma}_4 (x_2 - K_2)_+ + \hat{\gamma}_5 x_3 + \hat{\gamma}_6 (x_3 - K_3)_+$$

Berikut adalah hasil perhitungan GCV untuk regresi nonparametrik *Spline* dengan menggunakan satu titik knot tiga prediktor.

Tabel 4.8 Pemilihan Titik Knot Optimum dengan Satu Titik Knot Tiga Prediktor

No.	GCV	x_1	x_2	x_3
1	296,21	45,86	96,68	1,44
2	294,33	45,83	96,34	1,41
3	303,39	47,88	97,03	1,47
4	304,22	44,81	95,98	1,38
5	308,54	16,09	86,22	0,5
6	310,76	15,07	85,87	0,47
7	311,46	17,12	86,57	0,53
8	312,38	10,96	84,48	0,34
9	313,06	14,04	85,52	0,44
10	315,65	2,76	81,69	0,09

Berdasarkan Tabel 4.9, nilai GCV paling minimum adalah 294,33, dengan titik knot optimum untuk masing-masing variabel adalah sebagai berikut.

$$K_1 = 45,83 \quad K_2 = 96,34 \quad K_3 = 1,41$$

4.2.5.2 Pemilihan Titik Knot Optimum dengan Dua Titik Knot Tiga Prediktor

Setelah mendapatkan knot optimum dengan nilai GCV minimum dari satu titik knot tiga prediktor, maka selanjutnya dilakukan pemilihan titik knot optimum dengan menggunakan dua titik knot tiga prediktor. Adapun model regresi nonparametrik *Spline* dengan menggunakan dua titik knot pada tiga variabel yang mempengaruhi ASFR adalah sebagai berikut.

$$\hat{y} = \hat{\gamma}_0 + \hat{\gamma}_1 x_1 + \hat{\gamma}_2 (x_1 - K_1)_+ + \hat{\gamma}_3 (x_1 - K_2)_+ + \hat{\gamma}_4 x_2 + \hat{\gamma}_5 (x_2 - K_3)_+ + \hat{\gamma}_6 (x_2 - K_4)_+ + \hat{\gamma}_7 x_3 + \hat{\gamma}_8 (x_3 - K_5)_+ + \hat{\gamma}_9 (x_3 - K_6)_+$$

Berikut adalah hasil perhitungan GCV untuk regresi nonparametrik *Spline* dengan menggunakan dua titik knot Tiga Prediktor.

Tabel 4.9 Pemilihan Titik Knot Optimum dengan Dua Titik Knot Tiga Prediktor

No.	GCV	x_1	x_2	x_3
1	279,77	0,71	80,99	0,03
		50,96	98,08	1,57
2	280,82	43,78	95,64	1,35
		45,83	96,34	1,41
3	281,04	46,86	96,68	1,44
		48,91	97,38	1,51
4	282,08	44,81	95,99	1,38
		45,83	96,34	1,41
5	277,45	43,78	95,64	1,35
		44,81	95,99	1,38
6	283,81	9,94	84,13	0,31
		10,97	84,48	0,34
7	286,91	16,09	86,22	0,50
		45,83	96,34	1,41
8	288,31	42,76	95,29	1,32
		45,83	96,34	1,41
9	289,52	17,12	86,57	0,53
		45,83	96,34	1,41
10	290,01	44,81	95,99	1,38
		48,91	97,38	1,51

Berdasarkan Tabel 4.10 nilai GCV minimum yang diperoleh adalah 277,45 dengan dua titik knot optimum untuk masing-masing variabel adalah sebagai berikut.

($K_1 = 43,78$; $K_2 = 44,81$), ($K_3 = 95,64$; $K_4 = 95,99$),
 ($K_5 = 1,35$; $K_6 = 1,38$).

4.2.5.3 Pemilihan Titik Knot Optimum dengan Tiga Titik Knot Tiga Prediktor

Setelah mendapatkan knot optimum dengan nilai GCV minimum dari satu titik knot tiga prediktor dan dua titik knot tiga prediktor, maka selanjutnya dilakukan pemilihan titik knot optimum dengan menggunakan tiga titik knot tiga prediktor. Adapun model regresi nonparametrik *Spline* dengan

menggunakan tiga titik knot pada tiga variabel yang mempengaruhi ASFR adalah sebagai berikut.

$$\hat{y} = \hat{\gamma}_0 + \hat{\gamma}_1 x_1 + \hat{\gamma}_2 (x_1 - K_1)_+ + \hat{\gamma}_3 (x_1 - K_2)_+ + \hat{\gamma}_4 (x_1 - K_3)_+ + \hat{\gamma}_5 x_2 + \hat{\gamma}_6 (x_2 - K_4)_+ + \hat{\gamma}_7 (x_2 - K_5)_+ + \hat{\gamma}_8 (x_2 - K_6)_+ + \hat{\gamma}_9 x_3 + \hat{\gamma}_{10} (x_3 - K_7)_+ + \hat{\gamma}_{11} (x_3 - K_8)_+ + \hat{\gamma}_{12} (x_3 - K_9)_+$$

Berikut adalah hasil perhitungan GCV untuk regresi nonparametrik *Spline* dengan menggunakan tiga titik knot Tiga Prediktor.

Tabel 4.10 Pemilihan Titik Knot Optimum dengan Tiga Titik Knot Tiga Prediktor

No.	GCV	x_1	x_2	x_3
1	230,22	9,94	84,13	0,31
		10,97	84,48	0,34
		44,81	95,99	1,38
2	233,32	9,94	84,13	0,31
		10,97	84,48	0,34
		46,86	96,68	1,44
3	251,28	9,94	84,13	0,31
		10,97	84,48	0,34
		43,78	95,64	1,35
4	257,69	8,91	83,78	0,28
		10,97	84,48	0,34
		45,83	96,34	1,41
5	258,97	9,94	84,13	0,31
		10,97	84,48	0,34
		47,88	97,03	1,48
6	266,25	8,91	83,78	0,28
		10,97	84,48	0,34
		44,81	95,99	1,38
7	268,1	9,94	84,13	0,31
		10,97	84,48	0,34
		42,76	95,29	1,32

Tabel 4.10 Pemilihan Titik Knot Optimum dengan Tiga Titik Knott Tiga Prediktor (lanjutan)

No.	GCV	x_1	x_2	x_3
8	220,77	9,94	84,13	0,31
		10,97	84,48	0,34
		45,83	96,34	1,41
9	273,22	9,94	84,13	0,31
		10,97	84,48	0,34
		49,93	97,73	1,54
10	279,74	9,94	84,13	0,31
		10,97	84,48	0,34
		15,07	85,87	0,47

Berdasarkan Tabel 4.12 nilai GCV minimum yang diperoleh adalah 220,77 dengan titik knot optimum untuk masing-masing variabel adalah sebagai berikut.

($K_1 = 9,94$; $K_2 = 10,97$; $K_3 = 45,83$),

($K_4 = 84,13$; $K_5 = 84,48$; $K_6 = 96,34$),

($K_7 = 0,31$; $K_8 = 0,34$; $K_9 = 1,41$).

4.2.5.4 Pemilihan Titik Knot Optimum dengan Kombinasi Titik Knot Tiga Prediktor

Setelah mendapatkan knot optimum dengan nilai GCV minimum dari satu titik knot tiga prediktor, dua titik knot tiga prediktor, dan tiga titik knot tiga prediktor, maka selanjutnya dilakukan pemilihan titik knot optimum dengan menggunakan kombinasi titik knot tiga prediktor. Berikut adalah hasil perhitungan GCV untuk regresi nonparametrik *Spline* dengan menggunakan kombinasi titik knot tiga prediktor.

Tabel 4.11 Pemilihan Titik Knot Optimum dengan Kombinasi Titik Knot Tiga Prediktor

No.	GCV	x_1	x_2	x_3
1	217,31	9,94	95,64	0,31
		10,97	95,99	0,34
		45,83		1,41

Tabel 4.11 Pemilihan Titik Knot Optimum dengan Kombinasi Titik Knot Tiga Prediktor (Lanjutan)

No.	GCV	x_1	x_2	x_3
2	247,56	9,94	96,34	1,35
		10,97		1,38
		45,83		
3	208,15	9,94	96,34	0,31
		10,96		0,34
		45,83		1,41
4	254,21	9,94	95,64	1,41
		10,97	95,99	
		45,83		

Berdasarkan hasil dari pemilihan titik knot tiga prediktor yang paling optimum yang telah dilakukan, maka berikut adalah ringkasan GCV terkecil yang dihasilkan.

GCV dengan satu titik knot = 294,33

GCV dengan dua titik knot = 277,45

GCV dengan tiga titik knot = 220,77

GCV dengan kombinasi titik knot = 208,15

Dari nilai GCV terkecil yang dihasilkan dengan berbagai titik knot tiga prediktor, dapat dilihat bahwa nilai GCV yang paling minimum adalah menggunakan kombinasi titik knot (3,1,3) dengan nilai R^2 sebesar 69,43 %.

4.2.6 Penaksiran Parameter Model Regresi Nonparametrik *Spline* Tiga Prediktor

Model regresi nonparametrik *Spline* terbaik dihasilkan melalui perolehan titik knot optimum. Berdasarkan proses pemilihan titik knot yang telah dilakukan sebelumnya diketahui bahwa titik knot paling optimum adalah dengan menggunakan kombinasi titik knot tiga prediktor. Hasil estimasi parameter dengan menggunakan kombinasi titik knot adalah sebagai berikut.

$$\hat{y} = -169,47 + 3,09x_1 - 39,88(x_1 - 9,39)_+ + 37,79(x_1 - 10,96)_+ + \\ - 7,58(x_1 - 45,83)_+ + 1,906x_2 - 18,02(x_2 - 96,33)_+ + 140,67x_3 + \\ - 840,88(x_3 - 0,31)_+ + 705,4(x_3 - 0,34)_+ - 84,68(x_3 - 1,41)_+$$

Model regresi *Spline* dengan kombinasi titik knot ini memiliki R^2 sebesar 69,43%. Hal ini memiliki arti bahwa model regresi *Spline* tersebut dapat menjelaskan ASFR sebesar 69,43%.

4.2.7 Pengujian Parameter Model Regresi Nonparametrik *Spline* Tiga Prediktor

Pengujian parameter model regresi nonparametrik *Spline* dilakukan untuk mengetahui signifikansi parameter yang didapatkan dari hasil pemodelan dengan regresi nonparametrik *Spline* Tiga Prediktor. Atau dengan kata lain, pengujian parameter dilakukan untuk mengetahui apakah parameter yang dihasilkan dari pemodelan dengan menggunakan regresi nonparametrik *Spline* tiga prediktor memiliki pengaruh yang signifikan terhadap ASFR.

4.2.7.1 Pengujian Parameter Model Secara Serentak Tiga Prediktor

Untuk melakukan pengujian parameter secara serentak tiga prediktor maka menggunakan hipotesis sebagai berikut.

$$H_0 : \gamma_1 = \gamma_2 = \gamma_3 = \dots = \gamma_{10} = 0$$

$$H_1 : \text{minimal terdapat satu } \gamma_j \neq 0 ; j = 1, 2, \dots, 10$$

Hasil ANOVA untuk model regresi nonparametrik *Spline* secara serentak tiga prediktor disajikan pada Tabel 4.12 sebagai berikut.

Tabel 4.12 ANOVA Model Regresi *Spline* Secara Serentak Tiga Prediktor

Sumber	Df	Sum of Square	Mean Square	F _{hitung}	P-value
Regresi	10	9067,23	906,72	6,13	0,00008
Error	27	3993,09	147,89		
Total	37	13060,33			

Berdasarkan hasil ANOVA seperti yang disajikan pada Tabel 4.7 dapat diketahui bahwa nilai p-value adalah kurang dari nilai α yang telah ditetapkan yaitu sebesar 0,05 dan $F_{hitung} (6,13) > F_{(0,05;10;27)} (2,20)$. Sehingga dapat disimpulkan bahwa H_0 ditolak. Jadi, terdapat minimal satu parameter yang signifikan terhadap ASFR. Selanjutnya, untuk mengetahui parameter mana yang memberikan pengaruh yang signifikan terhadap ASFR maka perlu dilakukan pengujian parameter secara parsial tiga prediktor.

4.2.7.2 Pengujian Parameter Secara Parsial Tiga Prediktor

Untuk melakukan pengujian signifikansi parameter secara parsial maka menggunakan hipotesis sebagai berikut.

$$H_0 : \gamma_j = 0$$

$$H_1 : \gamma_j \neq 0, \text{ dimana } j = 1, 2, \dots, 10$$

Berikut adalah hasil pengujian signifikansi parameter secara parsial tiga prediktor.

Tabel 4.13 Parameter Model Regresi Secara Parsial Tiga Prediktor

Variabel	Parameter	Koefisien	P-value	Keputusan
	γ_0	-169,47	0,002	Signifikan
X ₁	γ_1	3,09	0,199	Tidak signifikan
	γ_2	-39,88	0,001	Signifikan
	γ_3	37,79	0,0003	Signifikan
	γ_4	-7,58	0,013	Signifikan
X ₂	γ_5	1,90	0,002	Signifikan
	γ_6	-18,02	0,02	Signifikan
X ₃	γ_7	140,67	0,005	Signifikan
	γ_8	-840,89	0,008	Signifikan
	γ_9	705,40	0,014	Signifikan
	γ_{10}	-84,67	0,582	Tidak signifikan

Berdasarkan Tabel 4.15 terlihat bahwa terdapat beberapa parameter yang tidak signifikan terhadap ASFR. Meskipun terdapat parameter yang signifikan, namun secara keseluruhan ketiga variabel berpengaruh terhadap ASFR.

4.2.8 Pengujian Asumsi Residual

Model yang dihasilkan dengan menggunakan analisis regresi nonparametrik *Spline* harus memenuhi beberapa asumsi. Asumsi tersebut antara lain residual harus identik, independen dan berdistribusi normal. Berikut akan disajikan hasil dari pengujian asumsi residual.

4.2.8.1 Asumsi Identik

Pengujian identik dilakukan untuk mengetahui apakah residual memiliki varians yang sama (homogen) atau tidak, atau dengan kata lain uji identik dilakukan pada keadaan heterokedastisitas. Uji glejser dilakukan dengan cara meregresikan harga mutlak residual dengan variabel prediktor yang signifikan terhadap model. Berikut adalah hasil uji *Glejser*.

Tabel 4.14 ANOVA dari Uji *Glejser*

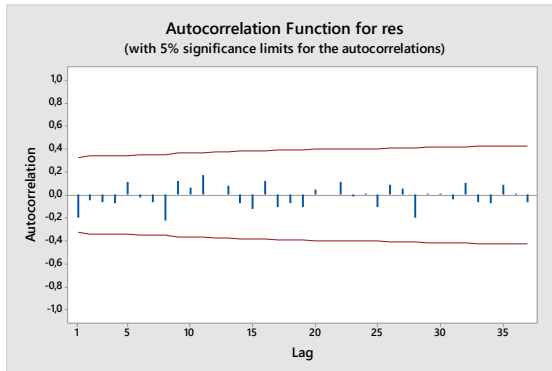
Sumber	Df	<i>Sum of Square</i>	<i>Mean Square</i>	Fhitung	P-value
Regresi	10	473,82	47,38	1,62	0,155
<i>Error</i>	27	791,57	29,32		
Total	37	1265,4			

Berdasarkan ANOVA yang diperoleh dari hasil uji *Glejser* seperti yang disajikan pada Tabel 4.16 diketahui bahwa p-value adalah sebesar 0,155. P-value yang didapatkan adalah lebih besar dari nilai $\alpha(0,05)$ dan $F_{hitung}(1,62) < F_{(0,05;10;27)}(2,20)$. Sehingga dapat disimpulkan bahwa keputusannya adalah H_0 gagal ditolak. Jadi dapat diartikan bahwa tidak terjadi heterokedastisitas. Hal ini menunjukkan bahwa residual telah memenuhi asumsi identik.

4.2.8.2 Asumsi Independen

Pemeriksaan asumsi residual bersifat independen dilakukan untuk mengetahui apakah korelasi antar residual nol atau tidak. Asumsi residual independen terpenuhi apabila tidak terdapat autokorelasi yang keluar dari batas signifikansi. Plot ACF adalah salah satu cara yang digunakan untuk mendeteksi adanya autokorelasi antar residual. Asumsi residual independen

terpenuhi jika pada plot ACF tidak ada autokorelasi yang keluar dari batas signifikansi. Berikut disajikan plot ACF dari residual.

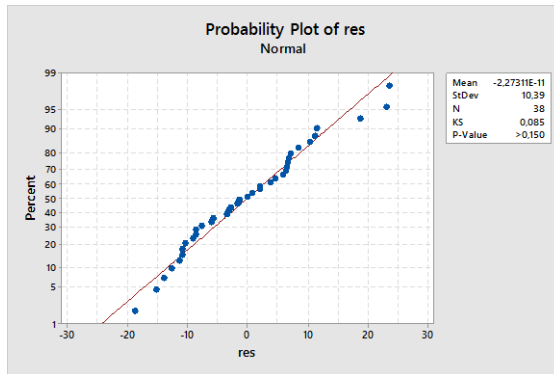


Gambar 4.3 ACF dari Residual

Berdasarkan plot ACF yang dihasilkan seperti pada Gambar 4.3 terlihat bahwa autokorelasi pada semua lag berada di dalam batas signifikansi sebesar ($\pm 0,3938$) atau bisa dikatakan bahwa tidak ada autokorelasi yang keluar dari batas signifikansi. Sehingga dapat disimpulkan bahwa residual telah memenuhi asumsi independen.

4.2.8.3 Uji Distribusi Normal

Pengujian asumsi residual berdistribusi normal dilakukan untuk mengetahui apakah residual telah mengikuti distribusi normal atau tidak. Berikut adalah hasil uji distribusi normal menggunakan Kolmogorov-Smirnov.



Gambar 4.4 Hasil Uji Kolmogorov-Smirnov

Berdasarkan Gambar 4.4 terlihat bahwa p-value yang dihasilkan dari uji Kolmogorov-Smirnov menunjukkan nilai >0.150 , nilai ini lebih dari nilai $\alpha(0,05)$ dan nilai $|D_{maks}(0,8685)| > q_{(1-0,05)}(0,289)$. Maka dapat diputuskan H_0 gagal ditolak. Jadi dapat disimpulkan bahwa residual telah memenuhi asumsi berdistribusi normal.

4.2.9 Interpretasi Model Regresi Nonparametrik *Spline*

Berdasarkan hasil analisis yang telah dilakukan sebelumnya, maka didapatkan model regresi nonparametrik *Spline* yang terbaik adalah dengan menggunakan tiga knot. Berikut adalah model terbaik tiga titik knot.

$$\hat{y} = -169,47 + 3,09x_1 - 39,88(x_1 - 9,39)_+ + 37,79(x_1 - 10,96)_+ + \\ - 7,58(x_1 - 45,83)_+ + 1,906x_2 - 18,02(x_2 - 96,33)_+ + 140,67x_3 + \\ - 840,88(x_3 - 0,31)_+ + 705,4(x_3 - 0,34)_+ - 84,68(x_3 - 1,41)_+$$

dari model tersebut dapat diinterpretasikan sebagai berikut.

1. Apabila variabel x_2 , dan x_3 , dianggap konstan maka besar pengaruh persentase wanita usia kawin pertama < 20 tahun terhadap ASFR adalah

$$\hat{y} = 3,09x_1 - 39,88(x_1 - 9,39)_+ + 37,79(x_1 - 10,96)_+ - 7,58(x_1 - 45,83)_+$$

$$= \begin{cases} 3,09x_1 & ; \quad x_1 < 9,39 \\ -36,79x_1 + 374,47 & ; \quad 9,39 < x_1 < 10,96 \\ 1x_1 - 39,71 & ; \quad 10,96 \leq x_1 < 45,83 \\ -6,58x_1 + 307,68 & ; \quad x_1 \geq 45,83 \end{cases}$$

Berdasarkan model tersebut, dapat diinterpretasikan bahwa pada kabupaten/kota dengan persentase wanita usia kawin pertama < 20 tahun lebih dari 9,39 persen sampai 10,96 persen, apabila persentase wanita usia kawin pertama < 20 tahun naik 1 persen, maka angka ASFR akan berkurang sebesar 36,79 persen. Kabupaten/kota yang masuk dalam segmen ini adalah kabupaten Jombang, kabupaten Ngawi, kabupaten Sampang dan kota Kediri.

Persentase wanita usia kawin pertama < 20 tahun lebih dari 10,96 persen sampai 45,83 persen, apabila persentase wanita usia kawin pertama < 20 tahun naik 1 persen, maka angka ASFR akan bertambah sebesar 1 persen. Kabupaten/kota yang masuk dalam segmen ini adalah kabupaten Pacitan, kabupaten Ponorogo, kabupaten Trenggalek, kabupaten Tulungagung, kabupaten Blitar, kabupaten Kediri, kabupaten Malang, kabupaten Lumajang, kabupaten Jember, kabupaten Banyuwangi, kabupaten Bondowoso, kabupaten Situbondo, kabupaten Pasuruan, kabupaten Mojokerto, kabupaten Nganjuk, kabupaten Madiun, kabupaten Bojonegoro, kabupaten Tuban, kabupaten Lamongan, kabupaten Gresik, kabupaten Bangkalan, kabupaten Pamekasan, kabupaten Sumenep, kota Blitar, kota Malang, kota Probolinggo, kota Pasuruan, kota Madiun, dan kota Batu.

Pada kabupaten/kota dengan persentase wanita usia kawin pertama < 20 tahun lebih dari 45,83 persen dan jika persentase wanita usia kawin pertama < 20 tahun naik 1

persen, maka angka ASFR akan berkurang 5,26 persen. Kabupaten/kota yang termasuk pada segmen ini adalah kabupaten probolinggo, dan kota Mojokerto.

2. Apabila variabel x_1 , dan x_3 , dianggap konstan maka besar pengaruh persentase wanita tamat SMA terhadap ASFR adalah $\hat{y} = 1,906x_2 - 18,02(x_2 - 96,33)_+$

$$= \begin{cases} 1,906x_2 & ; x_2 < 96,33 \\ -16,114x_2 + 1735,87 & ; x_2 \geq 96,33 \end{cases}$$

Berdasarkan model tersebut, dapat diinterpretasikan bahwa pada kabupaten/kota dengan persentase wanita tamat SMA kurang dari 96,33 persen dan apabila persentase wanita tamat SMA naik 1 persen, maka angka ASFR akan bertambah sebesar 1,906 persen. Kabupaten/kota yang termasuk pada segmen ini adalah kabupaten Pacitan, kabupaten Ponorogo, kabupaten Trenggalek, kabupaten Tulungagung, kabupaten Blitar, kabupaten Kediri, kabupaten Malang, kabupaten Lumajang, kabupaten Jember, kabupaten Bondowoso, kabupaten Situbondo, kabupaten Pasuruan, kabupaten Sidoarjo, kabupaten Jombang, kabupaten Nganjuk, kabupaten Madiun, kabupaten Magetan, Kabupaten Ngawi, kabupaten Bojonegoro, kabupaten Lamongan, kabupaten Gresik, kabupaten Pamekasan, kota Blitar, kota Malang, kota Madiun, kota Kediri, kota Probolinggo, kota Pasuruan, kota Mojokerto, kota Surabaya dan kota Batu.

Persentase wanita tamat SMA lebih dari 96,33 persen dan apabila persentase wanita tamat SMA naik 1 persen, maka angka ASFR akan berkurang sebesar 16,114 persen. Kabupaten/kota yang termasuk pada segmen ini adalah kabupaten Banyuwangi, kabupaten probolinggo, kabupaten Mojokerto, kabupaten Tuban, kabupaten Bangkalan, kabupaten Sampang, dan kabupaten Sumenep.

3. Apabila variabel x_1 , dan x_2 , dianggap konstan maka besar pengaruh laju pertumbuhan penduduk terhadap ASFR adalah

$$\hat{y} = 140,67x_3 - 840,88(x_3 - 0,31)_+ + 705,4(x_3 - 0,34)_+ +$$

$$-84,68(x_3 - 1,41)_+$$

$$= \begin{cases} 140,67x_3 & ; \quad x_3 < 0,31 \\ -700,21x_3 + 260,67 & ; \quad 0,31 \leq x_3 < 0,34 \\ 5,19x_3 + 20,83 & ; \quad 0,34 \leq x_3 < 1,41 \\ -79,49x_3 + 140,23 & ; \quad x_3 \geq 1,41 \end{cases}$$

Berdasarkan model tersebut, dapat diinterpretasikan bahwa pada kabupaten/kota dengan laju pertumbuhan penduduk kurang dari 0,31 persen dan apabila laju pertumbuhan penduduk naik 1 persen, maka angka ASFR akan bertambah sebesar 140,67 persen. Kabupaten/kota yang termasuk pada segmen ini adalah kabupaten Pacitan, kabupaten Ponorogo, kabupaten Trenggalek, kabupaten Madiun, kabupaten Magetan, kabupaten Ngawi, dan kabupaten Lamongan. Apabila pada kabupaten/kota di Jawa Timur dengan laju pertumbuhan penduduk antara 0,31 persen sampai 0,34 persen, jika laju pertumbuhan penduduk naik 0,1 persen, maka angka ASFR akan cenderung berkurang 70,021 persen. Kabupaten/kota yang termasuk dalam segmen ini adalah kabupaten Bojonegoro.

Selanjutnya, pada kabupaten/kota di Jawa Timur dengan laju pertumbuhan penduduk antara 0,34 sampai 1,41 persen, jika laju pertumbuhan penduduk naik 1 persen, maka angka ASFR akan cenderung bertambah 5,19 persen. Kabupaten/kota yang termasuk dalam segmen ini adalah kabupaten Tulungagung, kabupaten Blitar, kabupaten Kediri, kabupaten Malang, kabupaten Lumajang, kabupaten Jember, kabupaten Banyuwangi, kabupaten Bondowoso, kabupaten Situbondo, kabupaten Pasuruan, kabupaten Mojokerto, kabupaten Jombang, kabupaten Nganjuk, kabupaten Tuban, kabupaten

Gresik, Kabupaten Bangkalan, kabupaten Sampang, kabupaten Pamekasan, kabupaten Sumenep, kota Kediri, kota Blitar, kota Malang, kota Probolinggo, kota Pasuruan, kota Mojokerto, kota Madiun, kota Surabaya dan kota Batu.

(Halaman ini sengaja dikosongkan)

BAB V KESIMPULAN DAN SARAN

5.1 Kesimpulan

Kesimpulan yang dapat diambil dari penelitian ASFR di Provinsi Jawa Timur adalah sebagai berikut.

1. Kabupaten/kota yang memiliki ASFR terendah mencapai angka 6,43 persen di kota Malang dan ASFR terbesar mencapai 87 persen di kabupaten Bondowoso dari 38 kabupaten/kota di Provinsi Jawa Timur. Persentase wanita usia kawin pertama < 20 tahun terendah pada tahun 2015 yakni sebesar 0,71 persen di kabupaten Sidoarjo dan persentase wanita usia kawin pertama < 20 tahun terbesar mencapai angka 50,96 persen di kota Mojokerto. Persentase wanita tamat SMA terendah menunjukkan angka 80,99 persen di kota Madiun dan persentase tertinggi mencapai 98,08 di kabupaten Sampang. Laju pertumbuhan penduduk di Provinsi Jawa Timur pada tahun 2015 terendah mencapai 0,03 persen di kabupaten Lamongan dan tertinggi mencapai 1,57 persen di kabupaten Sidoarjo. Persentase penduduk miskin di Provinsi Jawa Timur pada tahun 2015 terendah mencapai 4,6 persen di kota Malang dan tertinggi mencapai 25,69 persen di kabupaten Sampang.
2. Model regresi nonparametrik spline paling optimum dengan menggunakan kombinasi titik knot (3,1,3) dan terdapat 3 variabel yang berpengaruh signifikan terhadap ASFR adalah sebagai berikut.

$$\hat{y} = -169,47 + 3,09x_1 - 39,88(x_1 - 9,39)_+ + 37,79(x_1 - 10,96)_+ + \\ -7,58(x_1 - 45,83)_+ + 1,906x_2 - 18,02(x_2 - 96,33)_+ + 140,67x_3 + \\ -840,88(x_3 - 0,31)_+ + 705,4(x_3 - 0,34)_+ - 84,68(x_3 - 1,41)_+$$

Adapun 3 variabel yang signifikan berpengaruh terhadap model yakni variabel persentase wanita usia kawin pertama < 20 tahun (X_1), persentase wanita tamat SMA (X_2), dan laju pertumbuhan

penduduk (X_3). Model regresi spline tersebut menghasilkan koefisien determinasi sebesar 69,43% yang menunjukkan bahwa model regresi Spline tersebut dapat menjelaskan ASFR sebesar 69,43%.

5.2 Saran

Saran yang dapat diberikan penulis untuk penelitian selanjutnya sebaiknya menambahkan faktor-faktor lain yang mempengaruhi ASFR di Jawa Timur, menggunakan data terbaru, dan menambahkan jumlah titik knot. Saran bagi pemerintah lebih meningkatkan wajib belajar 12 tahun dan saran bagi BKKBN terus mengencangkan program keluarga berencana serta penyuluhan tentang keluarga berencana.

DAFTAR PUSTAKA

- Badan Pusat Statistik Provinsi Jawa Timur. (2016). *Provinsi Jawa Timur Dalam Angka 2016*. Surabaya: Badan Pusat Statistik Provinsi Jawa Timur.
- Bkkbn Center. (2016, Januari 8). *Fertilitas Remaja Jawa Timur*. Retrieved Januari 18, 2016, from BKKBN Web Site: <http://www.bkkbncenter.id/2016/02/fertilitas-remaja-di-jawa-timur.html>.
- BKKBN, (2016). *Kebijakan Program Kependudukan, Keluarga Berencana, dan Pembangunan Keluarga dalam Mendukung Keluarga Sehat*. Jakarta : Rapat Kerja Kesehatan Nasional 2016 Gelombang II.
- Budiantara, I. N. (2009). *Spline Dalam Regresi Nonparametrik dan Semiparametrik : Sebuah Pemodelan Statistika Masa Kini dan Masa Datang*. Surabaya : ITS Press.
- Budiantara, I. N. (2001). *Estimasi Parametrik dan Nonparametrik untuk Pendekatan Kurva Regresi*, Surabaya : Seminar Nasional Statistika V, Jurusan Statistika, FMIPA, ITS.
- Daniel. W, Wayne. (1989). *Statistika Nonparametrik Terapan* . Jakarta: Gramedia
- Drapper, N.R. dan Smith, H. (1992). *Analisis Regresi Terapan*. Edisi Kedua. Jakarta : PT Gramedia Pustaka Utama. 014
- Eubank, R.L.(1988). *Spline Smoothing and Nonparametric Regression*. New York: Marcel Dekker.Inc.
- Fitrianingsih, R. (2015). *Faktor-faktor Penyebab Pernikahan Usia Muda Perempuan Desa Sumberdanti Kecamatan Sukowono Kabupaten Jember*. Jember : Skripsi, Jurusan Pendidikan Ilmu Pengetahuan Sosial, Fakultas Keguruan dan Ilmu Pendidikan, Universitas Jember.
- Gujarati, D. (1992). *Essentials of Econometrics*. New York : McGraw-Hill.Inc.

- Hardle, W. (1990). *Applied Nonparametric Regression*. New York: Cambridge University Press.
- IKR. (2016). *Indikator Kesejahteraan Rakyat Provinsi Jawa Timur 2016*. Surabaya : Badan Pusat Statistik Provinsi Jawa Timur.
- KKB. (2011). *Kamus Istilah Kependudukan & Keluarga BerencanaI*. Jakarta : Badan Kependudukan dan Keluarga Berencana Nasional Provinsi Jawa Timur.
- LKIP. (2016). *Laporan Kinerja Instansi Pemerintah 2015*. Jakarta : Badan Kependudukan dan Keluarga Berencana Nasional Provinsi Jawa Timur
- Mubarak, R. (2012). *Analisis Regresi Spline Multivariabel untuk Pemodelan Kematian Penderita Demam Berdarah Dengue (DBD) di Jawa Timur*. Surabaya : Tugas Akhir S1, Jurusan Statistika, Institut Teknologi Sepuluh Nopember.
- Naibaho, H. (2013). *Faktor-faktor yang Mempengaruhi Pernikahan Usia Muda di Kabupaten Deli Serdang*. Jawa Barat.
- Negeri Pesona, (2015, April 24). *Provinsi Dengan Jumlah Penduduk*. Retrieved Januari 18, 2016, from Negeri Pesona Blog. Web site : <http://www.negeripesona.com/2015/10/7-provinsi-dengan-jumlah-penduduk.html>.
- PAKP. (2015). *Profil Angkatan Kerja Perempuan di Jawa Timur 2015*. Surabaya : Badan Pusat Statistik Provinsi Jawa Timur.
- Puspitasari, F. (2006). *Perkawinan Usia Muda : Faktor-faktor Pendorong dan Dampaknya Terhadap Pola Asuh Keluarga di Kecamatan Leuwisari Kabupaten Tasikmalaya*. Skripsi, Jurusan Hukum dan Kewarganegaraan, Fakultas Ilmu Sosial, Universitas Negeri Semarang.
- Statistik Indonesia, (2016, Januari 10). *Data Statistik Indonesia*. Retrieved Januari 23, 2016, from Statistik Indonesia Blog. Web site : <http://www.datastatistik-indonesia.com/content/view/313/313/>.
- Sulistya (2014). *Pemodelan Faktor-Faktor Yang Mempengaruhi Gizi Buruk Di Kabupaten Sampang Dengan Menggunakan Regresi Spline Sebagai Solusi Untuk Menekan Angka Gizi*

Buruk. Surabaya : Tugas Akhir, Jurusan Statistika, Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam, Institut Teknologi Sepuluh Nopember Surabaya.

Wahba, G. (1990). *Spline Models For Observasion Data*. SIAM Pennsylvania.

Walpole, R. (1995). *Pengantar Statistika Edisi 3*. Diterjemahkan oleh : Sumantri. Jakarta : PT. Gramedia Pustaka Utama.

LAMPIRAN

Lampiran A. Data ASFR di Jawa Timur dan Faktor – faktor yang Diduga Mempengaruhinya Tahun 2015

Kabupaten/ Kota	y	x_1	x_2	x_3	x_4
Pacitan	62,99	12,26	94,81	0,24	16,68
Ponorogo	23,88	11,69	94,38	0,16	11,91
Trenggalek	50,99	24,55	94,56	0,3	13,39
Tulungagung	47,52	14,69	93,8	0,48	8,57
Blitar	16,2	11,16	95,02	0,38	9,97
Kediri	44,27	21,14	94,95	0,48	12,91
Malang	52,99	33,28	95,22	0,64	11,53
Lumajang	35,27	29,29	96,29	0,34	11,52
Jember	46,75	23,46	95,54	0,49	11,22
Banyuwangi	35,71	17,7	96,48	0,36	9,17
Bondowoso	87	45,63	95,88	0,51	14,96
Situbondo	40,32	34,81	93,9	0,54	13,63
Probolinggo	63,19	46,81	96,62	0,66	20,82
Pasuruan	35,7	24,86	95,89	0,75	10,72
Sidoarjo	16,26	0,71	88,41	1,57	6,44
Mojokerto	44,93	27,02	96,45	0,9	10,57
Jombang	68,25	9,59	93,84	0,51	10,79
Nganjuk	15,97	12,39	94,54	0,36	12,69
Madiun	25,78	12,15	94,69	0,28	12,54
Magetan	42,99	7,83	93,22	0,1	11,35
Ngawi	46,65	9,88	95,49	0,08	15,61
Bojonegoro	63,42	12,6	96,21	0,31	15,71
Tuban	51,82	28,78	96,49	0,48	17,08
Lamongan	14,74	12,3	93,91	0,03	15,38
Gresik	24,81	16,26	92,05	1,15	13,63
Bangkalan	21,66	16,75	96,96	0,89	22,57

**Lanjutan Lampiran A. Data ASFR di Jawa Timur dan Faktor
– faktor yang Diduga
Mempengaruhinya Tahun 2015**

Kabupaten/ Kota	y	x_1	x_2	x_3	x_4
Sampang	34,69	10,36	98,08	1,15	25,69
Pamekasan	37,21	14,37	94,87	1,05	17,41
Sumenep	33,85	43,55	97,24	0,44	20,2
Kota Kediri	8,18	10,93	89,13	0,71	8,51
Kota Blitar	20,34	21,98	82,04	0,87	7,29
Kota Malang	6,43	13,92	83,77	0,6	4,6
Kota Probolinggo	52,25	32,71	89,41	0,92	8,17
Kota Pasuruan	18,93	28,95	87,08	0,72	7,47
Kota Mojokerto	13,2	50,96	87,64	0,56	6,16
Kota Madiun	13,46	11,07	80,99	0,34	4,89
Kota Surabaya	23,64	2,86	84,37	0,48	5,82
Kota Batu	33,75	36,24	89,67	0,9	4,71

Keterangan :

y : *Age Specific Fertility Rate* (ASFR)

x_1 : Persentase Wanita Usia Kawin Pertama < 20 tahun

x_2 : Persentase Wanita Tamat SMA

x_3 : Laju Pertumbuhan Penduduk

x_4 : Persentase Penduduk Miskin

Lampiran B1. Program GCV 1 Knot dengan *Software R*

```

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

```

Lanjutan Lampiran B1. Program GCV 1 Knot dengan Software R

```

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

```

**Lanjutan Lampiran B1. Program GCV 1 Knot dengan
Software R**

```
cat("=====", "\n")
print (Rsqr)
cat("=====", "\n")
cat("HASIL GCV dengan Spline linear 1 knot", "\n")
cat("=====", "\n")
print (GCV)
s1=min(GCV)
print(max(Rsqr))
cat("=====", "\n")
cat("HASIL GCV terkecil dengan Spline linear 1 knot", "\n")
cat("=====", "\n")
cat(" GCV =", s1, "\n")
write.csv(GCV, file="d:/output GCV1.csv")
write.csv(Rsqr, file="d:/output Rsqr1.csv")
write.csv(knot1, file="d:/output knot1.csv")
}
```

Lampiran B2. Program GCV 2 Knot dengan *Software R*

```

GCV2=function(para)
{
  data=read.table("D://data.txt", 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)
}

```

Lanjutan Lampiran B2. Program GCV 2 Knot dengan Software R

```

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

```

Lanjutan Lampiran B2. Program GCV 2 Knot dengan Software R

```

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

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

```

Lampiran B3. Program GCV 3 Knot dengan *Software R*

```

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

```


Lanjutan Lampiran B3. Program GCV 3 Knot dengan Software R

```

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

```

Lanjutan Lampiran B3. Program GCV 3 Knot dengan Software R

```

sum=(data[r,1]-yhat[r,])^2
sum1=(yhat[r,]-mean(data[,1]))^2
SSE=SSE+sum
SSR=SSR+sum1
}
Rsq[i]=(SSR/(SSE+SSR))*100
MSE=SSE/p
A=mx%*%C%*%t(mx)
A1=(F-A)
A2=(sum(diag(A1))/p)^2
GCV[i]=MSE/A2
}
GCV=as.matrix(GCV)
Rsq=as.matrix(Rsq)
cat("=====", "\n")
cat("Nilai Knot dengan Spline linear 3 knot", "\n")
cat("=====", "\n")
print (knot1)
cat("=====", "\n")
cat("Rsq dengan Spline linear 3 knot", "\n")
cat("=====", "\n")
print (Rsq)
r=max(Rsq)
print (r)
cat("=====", "\n")
cat("HASIL GCV dengan Spline linear 3 knot", "\n")
cat("=====", "\n")
print (GCV)
s1=min(GCV)
cat("=====", "\n")
cat("HASIL GCV terkecil dengan Spline linear 3 knot", "\n")
cat("=====", "\n")
cat(" GCV =", s1, "\n")

```

Lanjutan Lampiran B3. Program GCV 3 Knot dengan *Software R*

```
write.csv(GCV,file="d:/output GCV3.csv")
write.csv(Rsq,file="d:/output Rsq3.csv")
write.csv(knot1,file="d:/output knot3.csv")
}
```

Lampiran B4. Program GCV Kombinasi Knot dengan *Software R*

```
GCVkom=function(para)
{
data=read.table("d://data.txt",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
x1=read.table("d://x1.txt")
x2=read.table("d://x2.txt")
x3=read.table("d://x3.txt")
x4=read.table("d://x4.txt")
n2=nrow(x1)
a=matrix(nrow=4,ncol=3^4)
m=0
for (ii in 1:3)
for (j in 1:3)
for (k in 1:3)
for (l in 1:3)
{
m=m+1
a[,m]=c(ii,j,k,l)
}
a=t(a)
```

Lanjutan Lampiran B4. Program GCV Kombinasi Knot dengan *Software R*

```

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

```

Lanjutan Lampiran B4. Program GCV Kombinasi Knot dengan *Software R*

```

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

```

Lanjutan Lampiran B4. Program GCV Kombinasi Knot dengan *Software R*

```

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

```

Lanjutan Lampiran B4. Program GCV Kombinasi Knot dengan *Software R*

```

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

```

Lanjutan Lampiran B4. Program GCV Kombinasi Knot dengan *Software R*

```

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]
}
}
ma=as.matrix(cbind(aa,bb,cc,dd))
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
R[i]=Rsq
MSE=SSE/p1
A=mx%*%C%*%t(mx)
A1=(F-A)
A2=(sum(diag(A1))/p1)^2
GCV[h,i]=MSE/A2
}
if (a[i,1]==1) sp=x1[,1] else
if (a[i,1]==2) sp=x1[,2:3] else
sp=x1[,4:6]
if (a[i,2]==1) spl=x2[,1] else
if (a[i,2]==2) spl=x2[,2:3] else
spl=x2[,4:6]

```


Lanjutan Lampiran B4. Program GCV Kombinasi Knot dengan *Software R*

```

if (a[i,3]==1) splin=x3[,1] else
if (a[i,3]==2) splin=x3[,2:3] else
splin=x3[,4:6]
if (a[i,4]==1) spline=x4[,1] else
if (a[i,4]==2) spline=x4[,2:3] else
spline=x4[,4:6]
kkk=cbind(sp,spl,splin,spline)
cat("=====", "\n")
print(i)
print(kkk)
print(Rsq)
}
write.csv(GCV,file="d://GCVkom.csv")
}

```

Lampiran C. Program Uji Serentak dan Parsial Model Regresi Nonparametrik Spline Linear dengan *Software R*

```

uji=function(alpha,para)
{
data=read.table("d://data.txt")
knot=read.table("d://knot.txt")
data=as.matrix(data)
knot=as.matrix(knot)
ybar=mean(data[,1])
m=para+2
p=nrow(data)
q=ncol(data)
dataA=cbind(data[,m],data[,m],data[,m],data[,m+1],data[,m+1],
data[,m+1],data[,m+2],data[,m+2],data[,m+2],data[,m+3],data[,
m+3],data[,m+3])
dataA=as.matrix(dataA)
satu=rep(1,p)

```

**Lanjutan Lampiran C. Program Uji Serentak dan Parsial
Model Regresi Nonparametrik
Spline Linear dengan *Software R***

```

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.k
not[,7:9],data[,5],data.knot[,10:12])
mx=as.matrix(mx)
B=(pinv(t(mx)%*%mx))%*%t(mx)%*%data[,1]
cat("=====", "
\n")
cat("Estimasi Parameter", "\n")
cat("=====", "
\n")
print (B)
n1=nrow(B)
yhat=mx%*%B
res=data[,1]-yhat
SSE=sum((data[,1]-yhat)^2)
SSR=sum((yhat-ybar)^2)
SST=SSR+SSE
MSE=SSE/(p-n1)
MSR=SSR/(n1-1)
Rsq=(SSR/(SSR+SSE))*100

#uji F (uji serentak)
Fhit=MSR/MSE

```

**Lanjutan Lampiran C. Program Uji Serentak dan Parsial
Model Regresi Nonparametrik
Spline Linear dengan *Software R***

```

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)
{

```

**Lanjutan Lampiran C. Program Uji Serentak dan Parsial
Model Regresi Nonparametrik
Spline Linear dengan *Software R***

```

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:/output uji residual.csv")
write.csv(pval,file="d:/output uji pvalue.csv")
write.csv(mx,file="d:/output uji mx.csv")
write.csv(yhat,file="d:/output uji yhat.csv")
}

```

Lampiran D. Program Uji Glejser dengan *Software R*

```

glejser=function(alpha,para)
{
data=read.table("d://data.txt")
knot=read.table("d://knot.txt",header=FALSE)
res=read.table("d://residual.txt")
data=as.matrix(data)
knot=as.matrix(knot)
res=abs(res)
res=as.matrix(res)
rbar=mean(res)
m=para+2
p=nrow(data)
q=ncol(data)
dataA=cbind(data[,m],data[,m],data[,m],data[,m+1],data[,m+1],
data[,m+1],data[,m+2],data[,m+2],data[,m+2],data[,m+2],data[,m+3],da
ta[,m+3],data[,m+3])
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.k
not[,7:9],data[,5],data.knot[,10:12])
mx=as.matrix(mx)
B=(pinv(t(mx)%*%mx))%*%t(mx)%*%res

```

Lanjutan Lampiran D. Program Uji Glejser dengan *Software R*

```

n1=nrow(B)
yhat=mx%*%B
SSE=sum((res-yhat)^2)
SSR=sum((yhat-rbar)^2)
SST=SSR+SSE
MSE=SSE/(p-n1)
MSR=SSR/(n1-1)
Rsq=(SSR/SST)*100

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

```

**Lanjutan Lampiran D. Program Uji Glejser dengan
Software R**

```

cat("=====", "\n")
cat("Sumber    df    SS    MS    Fhit", "\n")
cat("Regresi   ", (n1-1), " ", "SSR, " ", "MSR, """, "Fhit, "\n")
cat("Error     ", p-n1, " ", "SSE, """, "MSE, "\n")
cat("Total     ", p-1, " ", "SST, "\n")
cat("=====", "\n")
cat("s=", sqrt(MSE), "    Rsq=", Rsq, "\n")
cat("pvalue(F)=", pvalue, "\n")
}

```

**Lampiran E. Output Uji Serentak dan Parsial Model Regresi
Nonparametrik Spline Linear dengan Software
R**

```

=====
Estimasi Parameter
=====

```

```

    [1,]
[1,] -169.467653
[2,]  3.089696
[3,] -39.882123
[4,] 37.794236
[5,] -7.584985
[6,]  1.905735
[7,] -18.024567
[8,] 140.670622
[9,] -840.889788
[10,] 705.401323
[11,] -84.679771

```

```

-----
Kesimpulan hasil uji serentak

```

Lanjutan Lampiran E. *Output Uji Serentak dan Parsial Model Regresi Nonparametrik Spline Linear dengan Software R*

Tolak Ho yakni minimal terdapat 1 prediktor yang signifikan

Kesimpulan hasil uji individu

Tolak Ho yakni prediktor signifikan dengan pvalue 0.002646252

Gagal tolak Ho yakni prediktor tidak signifikan dengan pvalue 0.199783

Tolak Ho yakni prediktor signifikan dengan pvalue 0.001081381

Tolak Ho yakni prediktor signifikan dengan pvalue 0.0003930799

Tolak Ho yakni prediktor signifikan dengan pvalue 0.01314936

Tolak Ho yakni prediktor signifikan dengan pvalue 0.002174899

Tolak Ho yakni prediktor signifikan dengan pvalue 0.02205839

Tolak Ho yakni prediktor signifikan dengan pvalue 0.004871505

Tolak Ho yakni prediktor signifikan dengan pvalue 0.008556931

Tolak Ho yakni prediktor signifikan dengan pvalue 0.01422904

Gagal tolak Ho yakni prediktor tidak signifikan dengan pvalue 0.58244

=====

**Lanjutan Lampiran E. *Output* Uji Serentak dan Parsial Model
Regresi Nonparametrik Spline
Linear dengan *Software* R**

nilai t hitung

```
=====
[1,]
[1,] -3.3109644
[2,] 1.3143568
[3,] -3.6595215
[4,] 4.0447885
[5,] -2.6546403
[6,] 3.3881846
[7,] -2.4293154
[8,] 3.0670648
[9,] -2.8358788
[10,] 2.6208094
[11,] -0.5565187
```

Analysis of Variance

```
=====
Sumber    df    SS    MS    Fhit
Regresi   10  9067.233  906.7233  6.130967
Error     27  3993.094  147.8924
Total     37  13060.33
```

s= 12.1611 Rsq= 69.42577

pvalue(F)= 8.024083e-05

Lampiran F. *Output Uji Glejser dengan Software R*

 Kesimpulan hasil uji serentak

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

Analysis of Variance

```
=====
Sumber      df    SS      MS      Fhit
Regresi     10  473.8252  47.38252  1.616181
Error       27  791.5747  29.31758
Total       37  1265.4
=====
```

s= 5.414571 Rsq= 37.4447

pvalue(F)= 0.1551514

(Halaman ini sengaja dikosongkan)

BIODATA PENULIS



Penulis dengan nama lengkap Rahmawati Maisaroh Hidayat dan akrab dipanggil Atik terlahir dari pasangan Ach. Hidajat dan Quratul Aini tepatnya pada tanggal 08 Maret 1994 dan merupakan anak kedua dari 3 bersaudara. Penulis yang lahir dan besar di Sampang Madura ini telah menempuh pendidikan formal di SD Negeri Gunung Sekar 2 Sampang (2000-2006), SMP Negeri 1 Sampang (2006-2009), SMA Negeri 1 Sampang (2009-2012), dan Diploma III Statistika ITS (2012-

2015). Selepas itu, penulis yang hobi travelling & photography ini pun memutuskan untuk melanjutkan pendidikan ke Perguruan Tinggi Institut Teknologi Sepuluh Nopember Surabaya jurusan Statistika melalui jalur sarjana lintas jalur (2015-2017).

Semasa perkuliahan, penulis aktif di kegiatan organisasi antara lain Forum Mahasiswa Sampang ITS (FORMAS), Forum Studi Islam Statistika (Forsis) staf Humas dan penulis juga aktif dalam kegiatan karya tulis salah satunya adalah PKM (Program Kreativitas Mahasiswa) dan didanai oleh Dikti 3 tahun berturut-turut. Penulis juga mendapatkan beasiswa PPA-BBM dua kali berturut-turut dan beasiswa IKOMA ITS selama satu semester, serta bantuan dana skripsi oleh perwakilan badan kependudukan dan keluarga berencana nasional (BKKBN) Jawa Timur. Selain itu, penulis mempunyai prinsip yang selalu dipegang teguh adalah “Semangat!!!”, tidak ada kata menyerah jika kita masih mampu melakukannya dan “Man Jadda Wa Jadda”, setelah kesulitan pasti ada kemudahan. Penulis dapat dihubungi ke nomer 089654113828 dan dapat diakses melalui rahmawati28hidayat@gmail.com