



TUGAS AKHIR - KS184822

**PEMODELAN ASFR (*AGE SPECIFIC FERTILITY RATE*)
DI INDONESIA MENGGUNAKAN REGRESI
NONPARAMETRIK *SPLINE TRUNCATED***

**ROBIATUL MAZIYAH
NRP 062117 4500 0026**

**Dosen Pembimbing
Dra. Madu Ratna, M.Si
Prof. Dr. I Nyoman Budiantara, M.Si**

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



TUGAS AKHIR - KS184822

**PEMODELAN ASFR (*AGE SPECIFIC FERTILITY RATE*)
DI INDONESIA MENGGUNAKAN REGRESI
NONPARAMETRIK SPLINE *TRUNCATED***

**ROBIATUL MAZIYAH
NRP 062117 4500 0026**

**Dosen Pembimbing
Dra. Madu Ratna, M.Si
Prof. Dr. I Nyoman Budiantara, M.Si**

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



FINAL PROJECT - KS184822

MODELING OF ASFR (AGE SPECIFIC FERTILITY RATE) IN INDONESIA USING NONPARAMETRIC SPLINE TRUNCATED REGRESSION

**ROBIATUL MAZIYAH
062117 4500 0026**

Supervisors

Dra. Madu Ratna, M.Si

Prof. Dr. I Nyoman Budiantara, M.Si

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

LEMBAR PENGESAHAN

PEMODELAN ASFR (*AGE SPECIFIC FERTILITY RATE*) DI INDONESIA MENGGUNAKAN REGRESI NONPARAMETRIK SPLINE *TRUNCATED*

TUGAS AKHIR

Diajukan untuk Memenuhi Salah Satu Syarat
Memperoleh Gelar Sarjana Statistika
pada

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

Oleh :

Robiatul Maziyah

NRP. 062117 4500 0026

Disetujui oleh Pembimbing:

Dra. Madu Ratna, M.Si

NIP. 19590109 198803 2 001

Prof. Dr. I Nyoman Budiantara, M.Si

NIP. 19650603 198903 1 003

(*[Signature]*)
(*[Signature]*)



Mengetahui,
Kepala Departemen Statistika

[Signature]
Dr. Suhartono

NIP. 19710929 199512 1 001

SURABAYA, JULI 2019

**PEMODELAN ASFR (AGE SPECIFIC FERTILITY RATE)
MENGUNAKAN REGRESI NONPARAMETRIK SPLINE
TRUNCATED**

Nama : Robiatul Maziyah
NRP : 062117 4500 0026
Departemen : Statistika-FMKSD-ITS
Dosen pembimbing : Dra. Madu Ratna, M.Si.
Prof. Dr. I Nyoman Budiantara, M.Si

Abstrak

Secara nasional angka kelahiran pada remaja perempuan usia 15-19 tahun pada tahun 2017 adalah 33 per 1000 kelahiran pada perempuan usia 15-19 tahun. Nilai ASFR tersebut telah memenuhi target yang ditetapkan oleh BKKBN menurut SDKI 2017 yaitu 36 per 1000 wanita. Namun, hal tersebut tidak berlaku pada beberapa daerah di Indonesia. Terdapat beberapa provinsi dengan nilai ASFR 15-19 tahun yang cukup tinggi dan sangat jauh dari target. Oleh karena itu, perlu dilakukan penelitian guna mendukung penurunan ASFR 15-19 tahun di Indonesia tahun 2017 sesuai dengan tujuan RPJMN 2015-2019 yaitu pembangunan penduduk usia remaja. Data diperoleh dari BKKBN dan BPS, sementara itu pola dari data tidak membentuk pola tertentu, sehingga untuk mengetahui faktor-faktor yang berpengaruh terhadap ASFR 15-19 tahun maka dilakukan analisis menggunakan Regresi Nonparametrik Spline Truncated dengan metode pemilihan titik knot optimumnya adalah GCV (Generalized Cross Validation). Hasil analisis menunjukkan model regresi Spline terbaik menggunakan kombinasi knot 3,3,3,1,3 dengan semua variabel prediktor berpengaruh terhadap ASFR 15-19 tahun di Indonesia. Variabel tersebut yaitu persentase Usia Kawin Pertama (UKP) wanita < 20 tahun, persentase wanita tamat SMA, persentase penduduk miskin, persentase penduduk wanita umur 15 tahun ke atas yang bekerja, dan gini ratio dengan nilai R^2 yang diperoleh yaitu sebesar 89,07%.

Kata kunci : ASFR, BKKBN, Indonesia, Regresi Nonparametrik Spline Truncated, Titik Knot

(Halaman ini sengaja dikosongkan)

MODELING OF ASFR (AGE SPECIFIC FERTILITY RATE) IN INDONESIA USING NONPARAMETRIC SPLINE TRUNCATED REGRESSION

Name : Robiatul Maziyah
Student Number : 062117 4500 0026
Department : Statistics
Supervisors : Dra. Madu Ratna, M.Si
Prof. Dr. I Nyoman Budiantara, M.Si

Abstract

The birth rate for adolescent or ASFR (Age Specific Fertility Rate) aged 15-19 years in 2017 is 33 per 1000 births for women aged 15-19 years. The ASFR has met the target set by BKKBN according to the 2017th IDHS (Indonesian Demography and Health Survey), which is 36 per 1000 women. However, there are several provinces with high ASFR score and very far from the target. Therefore, research needs to be done to support the reduction of the ASFR of 15-19 years in Indonesia in 2017 in accordance with purpose of the 2015-2019 RPJMN, namely the development of the youth population. Data was obtained from BKKBN dan BPS. Because of the pattern of data did not form a specific pattern, so to find out the factors that affected ASFR 15-19 years, an analysis using Nonparametric Spline Truncated Regression with the optimum knot point selection method using GCV (Generalized Cross Validation) need to be done. The result of the analysis show that the best nonparametric spline truncated regression model using a combination of knots 3,3,3,1,3 with all predictor variables affect ASFR 15-19 years in Indonesia. These variables are the percentage of women's Age of First Marriage < 20 years, the percentage of poor people, the percentage of women graduating from high school, the percentage of women aged 15 years and over who work, and the gini ratio with the value of coefficient of determination (R^2) is 89,07%.

Keywords : ASFR, BKKBN, Indonesia, Nonparametric Spline Truncated Regression, Knot Point.

(This page intentionally left blank)

KATA PENGANTAR

Segala puji dan syukur atas kehadiran Tuhan Yang Maha Esa yang memberikan segala rahmat, hidayah, dan karunia-Nya, serta sholawat dan salam teruntuk teladan terbaik sepanjang masa Nabi Muhammad SAW, serta teruntuk keluarga dan sahabat atas dukungan dan doa untuk dapat menyelesaikan Tugas Akhir yang berjudul

**“PEMODELAN ASFR (*AGE SPECIFIC FERTILITY RATE*)
15-19 TAHUN DI INDONESIA MENGGUNAKAN
REGRESI NONPARAMETRIK *SPLINE TRUNCATED*”**

dengan tepat waktu. Alhamdulillah, laporan penelitian Tugas Akhir ini dapat terselesaikan dengan baik. Penulis menyadari bahwa penelitian tugas akhir ini masih jauh dari sempurna, sehingga besar harapan penulis agar penelitian tugas akhir ini dapat dikembangkan untuk semakin memperdalam ilmu Statistika dan penerapan solusi dan kebijakan dalam kasus nyata yang terjadi. Proses penyelesaian Tugas Akhir ini tentunya tidak lepas dari dukungan dan bantuan dari berbagai pihak, maka penulis mengucapkan terima kasih banyak kepada :

1. Dr. Suhartono selaku Kepala Departemen Statistika ITS.
2. Dr. Santi Wulan Purnami, M.Si., S.Si. selaku Kepala Program Studi S1 Departemen Statistika FMKSD ITS.
3. Drs. Madu Ratna, M.Si. dan Prof. Dr. Drs. I Nyoman Budiantara, M.Si selaku dosen pembimbing yang telah memberikan ilmu, waktu, dan bimbingannya kepada penulis.
4. Dr. Dra. Ismaini Zain, M.Si. dan Erma Oktania Permatasari, S.Si., M.Si. selaku dosen penguji yang telah memberikan kritik dan saran demi perbaikan Tugas Akhir ini.
5. Dr. Ir. Setiawan, M.S. selaku dosen wali yang telah membantu penulis selama masa perkuliahan dan seluruh dosen Statistika ITS yang telah memberikan ilmu dan pengalaman untuk penulis, serta seluruh Staf Tata Usaha Statistika ITS yang telah membantu kelancaran selama studi.
6. Kedua orang tua, kakak, dan saudara-saudara yang selalu selalu memberikan doa, kasih sayang, dukungan, dan

semangat kepada penulis sehingga penulis dapat menyelesaikan studi dengan baik.

7. Teman-teman seperjuangan tugas akhir : Pungky, Nanin, Ayu atas dukungan dan kebersamaan selama ini dalam menyelesaikan tugas akhir.
8. Seluruh teman-teman LJ Statistika 2017 atas dukungan, semangat, dan kebersamaan selama masa perkuliahan sampai akhir yang sangat memberikan kesan bagi penulis.
9. Serta pihak-pihak lain yang tidak dapat penulis sebutkan satu per satu.

Semoga Tugas Akhir ini bermanfaat bagi pembaca dan beberapa pihak lainnya. Penulis juga mengharapkan saran dan kritik dari pembaca demi pengembangan selanjutnya

Surabaya, Juli 2019

Penulis

DAFTAR ISI

Halaman

HALAMAN JUDUL	i
LEMBAR PENGESAHAN	iii
ABSTRAK	v
ABSTRACT	vii
KATA PENGANTAR	ix
DAFTAR ISI	xi
DAFTAR TABEL	xiii
DAFTAR GAMBAR	xv
DAFTAR LAMPIRAN	xvii
BAB I PENDAHULUAN	
1.1 Latar Belakang	1
1.2 Rumusan Masalah	4
1.3 Tujuan Penelitian	4
1.4 Manfaat Penelitian	4
1.5 Batasan Masalah	5
BAB II TINJAUAN PUSTAKA	
2.1 Statistika Deskriptif.....	7
2.2 Regresi Nonparametrik Spline <i>Truncated</i>	8
2.2.1 Pemilihan Titik Knot Optimal.....	11
2.2.2 Estimasi Parameter Model Regresi Nonparametrik Spline <i>Truncated</i>	11
2.2.3 Pengujian Signifikansi Parameter Model	12
2.2.4 Koefisien Determinasi.....	14
2.2.5 Pengujian Asumsi Residual IIDN	15
2.3 Faktor-faktor yang Mempengaruhi Fertilitas pada Usia Remaja	17
2.4 ASFR (<i>Age Specific Fertility Rate</i>) 15-19 Tahun ..	18
BAB III METODOLOGI PENELITIAN	
3.1 Sumber Data.....	19
3.2 Variabel Penelitian	19
3.3 Definsi Operasional Variabel	19

3.4 Struktur Data	22
3.5 Langkah-langkah Penelitian	22
3.6 Diagram Alir	23
BAB IV ANALISIS DAN PEMBAHASAN	
4.1 Karakteristik ASFR 15-19 Tahun di Indonesia dan Faktor-faktor yang Mempengaruhi	24
4.2 Pemodelan ASFR 15-19 Tahun Menggunakan Regresi Nonparametrik Spline <i>truncated</i>	33
4.2.1 Pola Hubungan Variabel	33
4.2.2 Pemilihan Titik Knot Optimum.....	36
4.2.3 Pengujian Signifikansi Parameter	42
4.2.4 Pengujian Asumsi Residual.....	45
4.2.5 Interpretasi Model Regresi Nonparametrik Spline <i>Truncated</i>	47
BAB V KESIMPULAN DAN SARAN	
5.1 Kesimpulan	55
5.2 Saran.....	56
DAFTAR PUSTAKA	57
LAMPIRAN	59

DAFTAR TABEL

Halaman

Tabel 2.1	ANOVA Untuk Regresi Nonparametrik Spline	13
Tabel 3.1	Variabel Penelitian	19
Tabel 3.2	Struktur Data	22
Tabel 4.1	Statistika Deskriptif Faktor-Faktor yang Mempengaruhi ASFR 15-19 Tahun di Indonesia.....	27
Tabel 4.2	Nilai GCV Satu Titik Knot.....	37
Tabel 4.3	Nilai GCV Dua Titik Knot	38
Tabel 4.4	Nilai GCV Tiga Titik Knot.....	39
Tabel 4.5	Nilai GCV Kombinasi Titik Knot	41
Tabel 4.6	Perbandingan Nilai GCV.....	42
Tabel 4.7	ANOVA Uji Serentak	43
Tabel 4.8	Estimasi Parameter Hasil Uji Parsial.....	44
Tabel 4.9	ANOVA Uji <i>Glejser</i>	46
Tabel 4.10	Hasil <i>Run Test</i>	47

(Halaman ini sengaja dikosongkan)

DAFTAR GAMBAR

	Halaman
Gambar 3.1	Diagram Alir 23
Gambar 4.1	ASFR 15-19 Tahun di Indonesia 26
Gambar 4.2	Persentase UKP Wanita < 20 Tahun di Indo- nesia 28
Gambar 4.3	Persentase Wanita Tamat SMA 29
Gambar 4.4	Persentase Penduduk Miskin di Indonesia 30
Gambar 4.5	Persentase Penduduk Wanita Umur 15 Tahun Ke Atas yang Bekerja di Indonesia 31
Gambar 4.6	<i>Gini Ratio</i> di Indonesia 32
Gambar 4.7	Pola Hubungan Antara UKP Wanita < 20 Tahun dengan ASFR 15-19 Tahun di Indonesia 33
Gambar 4.8	Pola Hubungan Antara Persentase Wanita Tamat SMA dengan ASFR 15-19 Tahun 34
Gambar 4.9	Pola Hubungan Antara Persentase Penduduk Miskin dengan ASFR 15-19 Tahun 35
Gambar 4.10	Pola Hubungan Antara Persentase Penduduk Wanita Umur 15 Tahun Ke Atas yang Bekerja dengan ASFR 15-19 Tahun 35
Gambar 4.11	Pola Hubungan Antara <i>Gini Ratio</i> dengan ASFR 15-19 Tahun 36
Gambar 4.12	Uji Asumsi Residual Berdistribusi Normal 46

(Halaman ini sengaja dikosongkan)

DAFTAR LAMPIRAN

	Halaman
Lampiran 1	Data Age Specific Fertility Rate (ASFR) 15-19 Tahun di Indonesia dan Faktor-faktor yang Mempengaruhinya 59
Lampiran 2	Program Pemilihan Titik Knot Optimal dengan Satu Titik Knot..... 60
Lampiran 3	Program Pemilihan Titik Knot Optimal dengan Dua Titik Knot..... 63
Lampiran 4	Program Pemilihan Titik Knot Optimal dengan Tiga Titik Knot..... 66
Lampiran 5	Program Pemilihan Titik Knot Optimal dengan Kombinasi Titik Knot..... 68
Lampiran 6	Program Estimasi Parameter Untuk Kombinasi Titik Knot..... 75
Lampiran 7	Program Uji <i>Glejser</i> Untuk Kombinasi Titik Knot..... 78
Lampiran 8	Output Nilai GCV dengan Satu Titik Knot..... 81
Lampiran 9	Output Nilai GCV dengan Dua Titik Knot 81
Lampiran 10	Output Nilai GCV dengan Tiga Titik Knot..... 82
Lampiran 11	Output Estimasi Parameter dan Uji Signifikansi Parameter Untuk Kombinasi Titik Knot 83
Lampiran 12	Output Uji <i>Glejser</i> Untuk Kombinasi Titik Knot..... 85
Lampiran 13	Surat Keterangan Pengambilan Data Sekunder 86

(Halaman ini sengaja dikosongkan)

BAB I

PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Fertilitas pada usia remaja berdasarkan Survei Demografi dan Kesehatan Indonesia (SDKI) 2017 dan *Asian Pacific Journal* dalam Raharja (2013) didefinisikan sebagai jumlah kelahiran per 1000 wanita berumur 15-19 tahun atau yang lebih dikenal dengan istilah *Age Specific Fertility Rate* (ASFR) pada kelompok umur 15-19 tahun. Secara nasional angka kelahiran remaja perempuan usia 15-19 tahun pada tahun 2017 adalah 33 per 1000 kelahiran pada perempuan usia 15-19 tahun (BKKBN, 2018). Selain itu, sebanyak tujuh persen wanita umur 15-19 tahun pernah melahirkan atau sedang hamil anak pertama (SDKI, 2017). Hal tersebut menjadi masalah kependudukan yang dihadapi oleh Indonesia saat ini. Tidak hanya di Indonesia, menjadi ibu pada umur remaja juga menjadi masalah kependudukan hampir di seluruh negara berkembang. Perhatian internasional sangat besar untuk menurunkan proporsi ibu muda karena dampak yang disebabkan dari fertilitas pada umur remaja. Dalam penetapan tujuan pembangunan berkelanjutan pasca 2015 (*Sustainable Development Goals* atau SDGs), ditetapkan target untuk menghapus segala bentuk perkawinan umur anak dan remaja di penjuru dunia yang mana target tersebut tercantum pada tujuan ke-5 yaitu Kesetaraan Gender (Bappenas, 2019). Tingginya angka hamil di umur remaja baik yang sudah menikah atau hamil di luar nikah menjadi penyebab tingginya angka kelahiran atau fertilitas pada usia remaja. Remaja merupakan masa di mana individu berkembang dari saat pertama kali menunjukkan tanda-tanda seksual sekundernya sampai saat ia mencapai kematangan seksual (Sarwono, 2011).

Pembangunan penduduk usia remaja merupakan salah satu sasaran dalam Rancangan Pembangunan Jangka Menengah Nasional (RPJMN) 2015-2019 dan ASFR 15-19 tahun merupakan salah satu indikator keberhasilan kinerja program Kependudukan, Keluarga Berencana, dan Pembangunan Keluarga (KKBPk) yang

dicetuskan oleh Badan Kependudukan dan Keluarga Nasional (BKKBN) di seluruh tingkatan wilayah. Seperti yang telah dijelaskan sebelumnya, angka kelahiran remaja perempuan usia 15-19 tahun pada tahun 2017 adalah 33 per 1000 kelahiran pada perempuan usia 15-19 tahun. Nilai ASFR 15-19 tahun tersebut telah memenuhi target yang ditetapkan oleh BKKBN menurut SDKI 2017 yaitu 36 per 1000 wanita. Namun, hal tersebut tidak berlaku pada beberapa daerah di Indonesia. Terdapat beberapa provinsi dengan nilai ASFR 15-19 tahun yang cukup tinggi dan sangat jauh dari target yaitu Kalimantan Utara sebesar 81, Kalimantan Tengah sebesar 70, Maluku Utara sebesar 62, Sumatera Selatan sebesar 57, dan Jawa Timur sebesar 56 (BKKBN, 2018). Hal tersebut menandakan tidak meratanya pembangunan dan juga keberhasilan program KKBPK yang dicetuskan oleh BKKBN.

Fertilitas dipengaruhi oleh dua faktor yaitu faktor demografi dan non demografi. Faktor demografi meliputi umur, Umur Perkawinan Pertama (UKP), lama perkawinan, paritas atau jumlah persalinan yang pernah dialami, dan proporsi perkawinan, sedangkan faktor non demografi yang mempengaruhi fertilitas meliputi keadaan ekonomi penduduk, tingkat pendidikan, perbaikan status wanita, urbanisasi, dan industrialisasi (Rusli, 1996). Raharja (2013) dalam penelitiannya mengenai fertilitas remaja di Indonesia menyatakan bahwa faktor demografi dan sosial-ekonomi yang meliputi daerah tempat tinggal, pendidikan, status bekerja, tingkat kesejahteraan keluarga, dan pemakaian kontrasepsi merupakan faktor yang mempengaruhi fertilitas pada usia remaja di Indonesia. Remaja wanita (usia 15-19 tahun) yang tinggal di pedesaan, berpendidikan rendah, tidak bekerja dan berstatus ekonomi rendah cenderung memiliki risiko tinggi untuk mengalami fertilitas di usia remaja.

Berdasarkan hal tersebut, perlu dilakukan penelitian guna mendukung pembangunan penduduk usia remaja dan penurunan ASFR 15-19 tahun di Indonesia dengan mengetahui faktor-faktor yang mempengaruhinya. Metode yang dapat digunakan untuk

mengetahui faktor-faktor yang mempengaruhi ASFR 15-19 tahun di Indonesia adalah Regresi Nonparametrik Spline. Metode tersebut dapat digunakan karena berdasarkan *scatterplot* yang telah dibentuk, pola data menunjukkan bentuk kurva regresi yang tidak diketahui atau tidak membentuk suatu pola tertentu. Regresi Nonparametrik merupakan regresi yang sangat fleksibel dalam memodelkan pola data (Budiantara, 2001). Sementara metode *spline* adalah metode yang paling banyak digunakan dan mempunyai kelebihan dalam mengatasi pola data yang tidak mengikuti pola tertentu dan polanya berubah-ubah pada sub-sub interval tertentu (Eubank, 1999). Berdasarkan hal tersebut, dalam penelitian ini dilakukan pemodelan ASFR 15-19 tahun di Indonesia pada tahun 2017 menggunakan Regresi Nonparametrik *Spline Truncated* dengan tujuan untuk mengetahui faktor-faktor yang berpengaruh terhadap ASFR 15-19 tahun di Indonesia pada tahun 2017.

Penelitian mengenai ASFR pernah dilakukan oleh Intansari (2016) tentang ASFR di Bali dengan kurva nonparametrik *spline* kuadratik. Selain itu, penelitian mengenai ASFR juga pernah dilakukan oleh Hidayat (2017) dan Royyana (2018). Penelitian yang dilakukan oleh Hidayat dan Royyana menggunakan data ASFR provinsi Jawa Timur pada tahun 2015. Royyana menggunakan metode Regresi Probit Biner dengan variabel yang berpengaruh signifikan terhadap ASFR 15-19 tahun di Jawa Timur adalah persentase Umur Kawin Pertama (UKP) wanita < 20 tahun, persentase wanita tamat Sekolah Menengah Atas (SMA), dan kabupaten/kota yang merupakan wilayah tapal kuda. Sedangkan penelitian yang dilakukan oleh Hidayat yaitu memodelkan ASFR 15-19 tahun di Jawa Timur menggunakan Regresi Nonparametrik Spline. Dalam penelitian tersebut, variabel prediktor yang berpengaruh signifikan terhadap ASFR 15-19 tahun di Jawa Timur adalah persentase UKP wanita < 20 tahun, persentase wanita tamat SMA, dan laju pertumbuhan penduduk yang menghasilkan koefisien determinasi sebesar 69,43%. Oleh karena itu, sangat penting dilakukan penelitian mengenai ASFR

15-19 tahun karena ASFR 15-19 tahun memiliki peran penting terkait dengan masa depan remaja. Hal ini juga dapat membantu BKKBN dalam mengatur kebijakan terkait dengan upaya penurunan ASFR (*Age Specific Fertility Rate*) 15-19 tahun di Indonesia.

1.2 Rumusan Masalah

Masalah yang dapat dirumuskan berdasarkan uraian pada latar belakang tersebut adalah sebagai berikut :

1. Bagaimana karakteristik ASFR 15-19 tahun dan faktor-faktor yang diduga mempengaruhinya di Indonesia?
2. Bagaimana pemodelan ASFR 15-19 tahun dan faktor-faktor yang diduga mempengaruhinya di Indonesia menggunakan Regresi Nonparametrik *Spline Truncated*?

1.3 Tujuan penelitian

Tujuan yang ingin dicapai dalam penelitian ini berdasarkan rumusan masalah yang telah dijelaskan adalah :

1. Mendeskripsikan karakteristik ASFR 15-19 tahun dan faktor-faktor yang diduga mempengaruhinya di Indonesia.
2. Memodelkan ASFR 15-19 tahun dan faktor-faktor yang diduga mempengaruhinya di Indonesia menggunakan Regresi Nonparametrik *Spline Truncated*.

1.4 Manfaat Penelitian

Manfaat yang ingin dicapai dari penelitian ini untuk pengelola kebijakan adalah memberikan informasi kepada perwakilan BKKBN untuk dijadikan tambahan informasi dalam membuat kebijakan terkait dengan upaya penurunan ASFR usia 15-19 tahun di Indonesia. Sedangkan manfaat yang dapat diperoleh bagi peneliti dan pembaca adalah dapat dijadikan tambahan pengetahuan mengenai regresi spline dan pengaplikasiannya dalam permasalahan sosial dan kependudukan serta dapat dijadikan sebagai masukan dan acuan bagi penelitian selanjutnya.

1.5 Batasan Masalah

Batasan masalah dalam penelitian ini adalah data yang digunakan pada penelitian ini adalah data ASFR pada kelompok umur 15-19 tahun di Indonesia pada tahun 2017. Fungsi *spline* yang digunakan adalah *Spline Truncated* linier dengan satu, dua, tiga, dan kombinasi titik knot. Pemilihan titik knot optimum menggunakan kriteria nilai GCV (*Generalized Cross Validation*) yang minimum.

(Halaman ini sengaja dikosongkan)

BAB II TINJAUAN PUSTAKA

2.1 Statistika Deskriptif

Statistika deskriptif merupakan metode yang berkaitan dengan penyajian suatu gugus data yang dapat memberikan sebuah informasi yang berguna. Statistika deskriptif memberikan gambaran mengenai ukuran pemusatan data (Rata-rata, Median, dan Modus), variabilitas data (varians), dan sifat umum dari data. Analisis statistika deskriptif dapat dilakukan dengan penyajian data dalam bentuk tabel, grafik, diagram serta besaran lainnya yang dapat memberikan gambaran data secara deskriptif (Walpole, 1995).

a. *Mean*

Mean adalah nilai rata-rata dari beberapa data yang bersifat kuantitatif. Definisi lain dari *mean* adalah jumlah seluruh data dibagi dengan banyaknya data. Jika terdapat n data maka *mean* dapat dituliskan sebagai berikut.

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

b. Varians

Varians merupakan suatu pengukuran yang mengukur variabilitas dari data. Jika terdapat n observasi yaitu x_1, x_2, \dots, x_n dan diketahui \bar{x} yang merupakan rata-rata dari sampel, maka rumus yang digunakan untuk menghitung varians adalah sebagai berikut.

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

c. Minimum dan Maksimum

Minimum adalah nilai terendah dari suatu data. Sedangkan maksimum adalah nilai tertinggi dari suatu data.

2.2 Regresi Nonparametrik Spline *Truncated*

Pemodelan regresi parametrik merupakan pendekatan analisis yang paling umum digunakan. Namun tidak semua hubungan antar variabel memiliki pola yang berbentuk garis/parametrik, tidak sedikit pola hubungan antar variabel adalah acak. Salah satu metode yang dapat digunakan untuk tujuan tersebut adalah regresi nonparametrik. Regresi nonparametrik merupakan suatu metode yang digunakan untuk mengetahui pengaruh hubungan antara variabel prediktor terhadap variabel respon dimana bentuk pola data (kurva regresi) tidak diketahui atau bahkan tidak membentuk suatu pola tertentu (Eubank, 1999). Berikut ini model regresi nonparametrik secara umum :

$$y_i = f(x_i) + \varepsilon_i \quad ; i = 1, 2, 3, \dots, n \quad (2.3)$$

Salah satu metode estimasi regresi nonparametrik adalah *Spline*. *Spline* merupakan potongan-potongan polinomial yang memiliki sifat tersegmen (*piecewise polynomial*) pada titik knot. Titik knot merupakan titik perpaduan bersama dimana terjadi pola perubahan perilaku dari suatu fungsi pada selang yang berbeda. Metode spline sangat baik dalam memodelkan data dengan pola yang berubah-ubah pada sub interval tertentu (Eubank, 1999). Salah satu kelemahan fungsi polinomial adalah bersifat global, sehingga dikembangkan suatu fungsi yang dapat mengatasi kelemahan polinomial yaitu fungsi *Spline Truncated* yang mempertahankan fungsi Polinomial. Fungsi *Spline Truncated* linier untuk univariabel dan titik knot pada titik K_1, K_2, \dots, K_r dapat dituliskan pada persamaan (2.4).

$$f(x) = \beta_0 + \beta_1 x + \sum_{k=1}^r \beta_{1+k} (x - K_k)_+ \quad (2.4)$$

dengan fungsi *truncated*

$$(x - K_k)_+ = \begin{cases} (x - K_k) , & x \geq K_k \\ 0 & , x < K_k \end{cases} \quad (2.5)$$

Dalam Regresi Nonparametrik *Spline Truncated*, bila variabel prediktor yang digunakan lebih dari satu maka disebut dengan

regresi nonparametrik spline *truncated* multivariabel. Model regresi nonparametrik spline *truncated* multivariabel dapat dituliskan pada persamaan (2.6).

$$y_i = f(x_{1i}, x_{2i}, \dots, x_{pi}) + \varepsilon_i \quad ; i = 1, 2, 3, \dots, n \quad (2.6)$$

dengan,

y_i : Variabel respon,

$f(x_{pi})$: Fungsi regresi nonparametrik pada variabel prediktor ke- p dan observasi ke- i

ε_i : *Error* dengan asumsi $IIDN(0, \sigma^2)$

Model regresi nonparametrik spline *truncated* multivariabel dengan kurva regresinya $f(x_{1i}, x_{2i}, \dots, x_{pi})$ dapat dijabarkan seperti pada persamaan (2.7).

$$f(x_{1i}, x_{2i}, \dots, x_{pi}) = f(x_{1i}) + f(x_{2i}) + \dots + f(x_{pi}) = \sum_{j=1}^p f_j(x_{ji}) \quad (2.7)$$

dimana $i=1, 2, \dots, n$ yang menunjukkan banyak observasi dan $j=1, 2, \dots, p$ yang menunjukkan banyaknya variabel prediktor. Selanjutnya $f_j(x_{ji})$ termuat pada ruang Spline derajat satu atau linier dengan r titik knot dapat dituliskan pada persamaan (2.8) .

$$f_j(x_{j,i}) = \beta_0^* + \beta_{j,1} x_{j,i} + \sum_{k=1}^r \beta_{j,(1+k)} (x_{j,i} - K_{jk})_+ \quad (2.8)$$

Berdasarkan $f_j(x_{j,i})$ tersebut, model Regresi Nonparametrik Spline multivariabel dapat dituliskan seperti persamaan (2.9).

$$\begin{aligned}
y_i &= \sum_{j=1}^p \left(\sum_{u=0}^1 \beta_{j,u} x_{j,i}^u + \sum_{k=1}^r \beta_{j,(1+k)} (x_{j,i} - K_{jk})_+ \right) + \varepsilon_i \\
&= \sum_{j=1}^p \sum_{u=0}^1 \beta_{j,u} x_{j,i}^u + \sum_{j=1}^p \sum_{k=1}^r \beta_{j,(1+k)} (x_{j,i} - K_{jk})_+ + \varepsilon_i \\
&= \sum_{j=1}^p \beta_{j,0} + \sum_{j=1}^p \beta_{j,1} x_{j,i} + \sum_{j=1}^p \sum_{k=1}^r \beta_{j,(1+k)} (x_{j,i} - K_{jk})_+ + \varepsilon_i \\
&= \beta_0^* + \sum_{j=1}^p \beta_{j,1} x_{j,i} + \sum_{j=1}^p \sum_{k=1}^r \beta_{j,(1+k)} (x_{j,i} - K_{jk})_+ + \varepsilon_i
\end{aligned} \tag{2.9}$$

dengan u menunjukkan orde yang digunakan yaitu sebesar 1. Model regresi nonparametrik Spline *Truncated* multivariabel tersebut dapat disajikan dalam bentuk $\mathbf{y} = \mathbf{X}\boldsymbol{\beta} + \boldsymbol{\varepsilon}$ yang dapat diuraikan pada persamaan (2.10) (Budiantara, 2009).

$$\mathbf{y} = \begin{pmatrix} y_1 \\ y_2 \\ \vdots \\ y_n \end{pmatrix}, \quad \boldsymbol{\beta} = \begin{pmatrix} \beta_0^* \\ \beta_{1,1} \\ \beta_{1,2} \\ \vdots \\ \beta_{1,(1+r)} \\ \vdots \\ \beta_{p,1} \\ \beta_{p,2} \\ \vdots \\ \beta_{p,(1+r)} \end{pmatrix}, \quad \boldsymbol{\varepsilon} = \begin{pmatrix} \varepsilon_1 \\ \varepsilon_2 \\ \vdots \\ \varepsilon_n \end{pmatrix} \tag{2.10}$$

$$\mathbf{X} = \begin{pmatrix} 1 & x_{1,1} & (x_{1,1} - K_{11})_+ & \cdots & (x_{1,1} - K_{1r})_+ & \cdots & x_{p,1} & (x_{p,1} - K_{11})_+ & \cdots & (x_{p,1} - K_{pr})_+ \\ 1 & x_{1,2} & (x_{1,2} - K_{11})_+ & \cdots & (x_{1,2} - K_{1r})_+ & \cdots & x_{p,2} & (x_{p,2} - K_{11})_+ & \cdots & (x_{p,2} - K_{pr})_+ \\ \vdots & \vdots & \vdots & \ddots & \vdots & \ddots & \vdots & \vdots & \ddots & \vdots \\ 1 & x_{1,n} & (x_{1,n} - K_{11})_+ & \cdots & (x_{1,n} - K_{1r})_+ & \cdots & x_{p,n} & (x_{p,n} - K_{11})_+ & \cdots & (x_{p,n} - K_{pr})_+ \end{pmatrix} \tag{2.11}$$

2.2.1 Pemilihan Titik Knot Optimal

Estimasi kurva regresi nonparametrik Spline dapat dilakukan dengan mencari model optimal yang diperoleh dengan memilih titik knot optimal. Titik knot merupakan titik perpaduan bersama dimana ada perubahan perilaku fungsi pada interval yang berlainan. Salah satu metode yang dapat digunakan dalam memilih titik knot optimal adalah *Generalized Cross Validation* (GCV) (Budiantara, 2005). Jika dibandingkan dengan metode lain, metode GCV memiliki beberapa keunggulan yaitu metode GCV memiliki sifat optimal asimtotik, metode GCV dalam formulanya tidak memuat varians σ^2 populasi yang tidak diketahui, dan metode GCV *invariance* terhadap transformasi (Wahba, 1990). Titik knot yang dipilih adalah titik knot yang mempunyai nilai GCV terkecil (Budiantara, 2005). Fungsi GCV yang digunakan dapat dilihat pada persamaan (2.12).

$$\begin{aligned} GCV(K_1, K_2, \dots, K_r) &= \frac{MSE(K_1, K_2, \dots, K_r)}{(n^{-1}tr[\mathbf{I} - \mathbf{A}(K_1, K_2, \dots, K_r)])^2} \\ &= \frac{n^{-1}(\mathbf{y} - \mathbf{X}\hat{\boldsymbol{\beta}})'(\mathbf{y} - \mathbf{X}\hat{\boldsymbol{\beta}})}{(n^{-1}tr[\mathbf{I} - \mathbf{A}(K_1, K_2, \dots, K_r)])^2} \end{aligned} \quad (2.12)$$

dimana \mathbf{I} adalah matriks identitas, sedangkan n adalah jumlah pengamatan/observasi dan matriks $\mathbf{A}(K_1, K_2, \dots, K_r) = \mathbf{X}(\mathbf{X}'\mathbf{X})^{-1}\mathbf{X}'$.

2.2.2 Estimasi Parameter Model Regresi Nonparametrik Spline Truncated

Estimasi model Regresi Nonparametrik Spline multi-variabel dapat menggunakan metode OLS (*Ordinary Least Square*), sehingga diperoleh jumlah kuadrat error pada persamaan (2.13).

$$\begin{aligned} Q(\boldsymbol{\beta}) &= \sum_{i=1}^n \varepsilon_i^2 \\ &= \sum_{i=1}^n \left(y_i - \left(\beta_0^* + \sum_{j=1}^p \beta_{j,1} x_{j,i} + \sum_{j=1}^p \sum_{k=1}^r \beta_{j,(1+k)} (x_{j,i} - K_{jk})_+ \right) \right)^2 \end{aligned} \quad (2.13)$$

Bentuk $Q(\beta)$ tersebut dapat dituliskan dalam bentuk matriks yang ditunjukkan oleh persamaan (2.14) berikut, dimana matriks \mathbf{X} , β , dan \mathbf{y} yang digunakan adalah sesuai persamaan (2.10) dan (2.11).

$$\begin{aligned}
 Q(\beta) &= (\mathbf{y} - \mathbf{X}\beta)'(\mathbf{y} - \mathbf{X}\beta) \\
 &= (\mathbf{y}' - \mathbf{X}'\beta')(\mathbf{y} - \mathbf{X}\beta) \\
 &= \mathbf{y}'\mathbf{y} - \beta'\mathbf{X}'\mathbf{y} - \mathbf{y}'\mathbf{X}\beta + \beta'\mathbf{X}'\mathbf{X}\beta \\
 &= \mathbf{y}'\mathbf{y} - \beta'\mathbf{X}'\mathbf{y} - (\beta'\mathbf{X}'\mathbf{y})' + \beta'\mathbf{X}'\mathbf{X}\beta \\
 &= \mathbf{y}'\mathbf{y} - \beta'\mathbf{X}'\mathbf{y} - \beta'\mathbf{X}'\mathbf{y} + \beta'\mathbf{X}'\mathbf{X}\beta \\
 &= \mathbf{y}'\mathbf{y} - 2\beta'\mathbf{X}'\mathbf{y} + \beta'\mathbf{X}'\mathbf{X}\beta
 \end{aligned} \tag{2.14}$$

Persamaan (2.14) tersebut akan diderivatif parsialkan sehingga diperoleh persamaan (2.15).

$$\frac{\partial Q(\beta)}{\partial \beta} = -2\mathbf{X}'\mathbf{y} + 2(\mathbf{X}'\mathbf{X})\beta \tag{2.15}$$

Hasil derivatif parsial tersebut akan disama dengankan nol yang dapat dituliskan pada persamaan (2.16).

$$\begin{aligned}
 \frac{\partial Q(\beta)}{\partial \beta} &= 0 \\
 -2\mathbf{X}'\mathbf{y} + 2(\mathbf{X}'\mathbf{X})\hat{\beta} &= 0 \\
 2(\mathbf{X}'\mathbf{X})\hat{\beta} &= 2\mathbf{X}'\mathbf{y} \\
 (\mathbf{X}'\mathbf{X})\hat{\beta} &= \mathbf{X}'\mathbf{y}
 \end{aligned} \tag{2.16}$$

Kemudian dari persamaan (2.16) tersebut akan dikalikan dengan $(\mathbf{X}'\mathbf{X})^{-1}$ untuk kedua ruas sehingga akan diperoleh persamaan (2.17).

$$\begin{aligned}
 (\mathbf{X}'\mathbf{X})^{-1}(\mathbf{X}'\mathbf{X})\hat{\beta} &= (\mathbf{X}'\mathbf{X})^{-1}\mathbf{X}'\mathbf{y} \\
 \mathbf{I}\hat{\beta} &= (\mathbf{X}'\mathbf{X})^{-1}\mathbf{X}'\mathbf{y} \\
 \hat{\beta} &= (\mathbf{X}'\mathbf{X})^{-1}\mathbf{X}'\mathbf{y}
 \end{aligned} \tag{2.17}$$

2.2.3 Pengujian Signifikansi Parameter Model

Sama seperti pada regresi parametrik, pengujian signifikansi parameter model dalam regresi nonparametrik juga

menggunakan pengujian secara serentak terlebih dahulu baru dilanjut dengan pengujian secara parsial.

a. Pengujian Parameter Model Secara Serentak

Uji serentak merupakan uji yang digunakan untuk menguji signifikansi parameter model regresi secara Bersama-sama. Hipotesis yang digunakan untuk parameter-parameter model regresi nonparametrik *spline truncated* dengan derajat satu atau linier adalah sebagai berikut:

$$H_0: \beta_{1,l} = \beta_{1,2} = \dots = \beta_{p,r} = \beta_{p,(r+1)} = 0$$

$$H_1: \text{Minimal ada } \beta_{j,l} \neq 0, \quad j = 1, 2, 3, \dots, p \text{ dan } l = 1, 2, \dots, r+1$$

Statistik uji:

$$F_{\text{hitung}} = \frac{MSR}{MSE} \quad (2.18)$$

Daerah kritis: H_0 ditolak jika $F_{\text{hitung}} > F_{\alpha; (p(r+1), n-(p(r+1))-1)}$

Dimana MSR (kuadrat tengah regresi) adalah hasil bagi antara jumlah kuadrat regresi dengan df regresi, sedangkan MSE (kuadrat tengah error) adalah hasil bagi dari jumlah kuadrat error dengan df error. Perhitungan secara lebih detail dapat dilihat pada Tabel 2.1.

Tabel 2.1 ANOVA untuk Regresi Nonparametrik Spline *Truncated*

Sumber Variansi	Derajat Bebas (df)	Jumlah Kuadrat (<i>Sum Square</i>)	Kuadrat Tengah (<i>Mean Square</i>)
Regresi	$p(r+1)$	$SSR = \sum_{i=1}^n (\hat{Y}_i - \bar{Y})^2$	$MSR = \frac{SSR}{p(r+1)}$
Error	$n - p(r+1) - 1$	$SSE = \sum_{i=1}^n (Y_i - \hat{Y}_i)^2$	$MSE = \frac{SSE}{n - p(r+1) - 1}$
Total	$n-1$	$SST = \sum_{i=1}^n (Y_i - \bar{Y})^2$	

Jika keputusan yang didapat adalah H_0 ditolak, maka dapat disimpulkan bahwa minimal terdapat satu parameter pada regresi nonparametrik *spline* yang signifikan atau minimal terdapat satu variabel prediktor yang berpengaruh terhadap variabel respon.

b. Pengujian Parameter Model Secara Parsial

Sama halnya dengan regresi parametrik, uji signifikansi parameter secara parsial (individu) dilakukan untuk mengetahui parameter mana yang signifikan terhadap variabel respon (Budiantara, 2009). Hipotesis dari pengujian parameter secara parsial sebagai berikut:

$$H_0 = \beta_{j,l} = 0$$

$$H_1 : \beta_{j,l} \neq 0, j = 1, 2, \dots, p \text{ dan } l = 1, 2, \dots, r + 1$$

Taraf signifikansi : α

Statistik uji :

$$t_{j,l} = \frac{\hat{\beta}_{j,l}}{se(\hat{\beta}_{j,l})} \quad (2.19)$$

dengan $\hat{\beta}_{j,l}$ adalah nilai dugaan $\beta_{j,l}$ dan $se(\hat{\beta}_{j,l})$ adalah standart error dari $\hat{\beta}_{j,l}$ yang dapat diperoleh dari rumus $se(\hat{\beta}_{j,l}) = \sqrt{\text{var}(\hat{\beta}_{j,l})}$, dengan rumus $\text{var}(\hat{\beta}_{j,l}) = \hat{\sigma}^2 (\mathbf{X}'\mathbf{X})^{-1}$ dimana $\text{var}(\hat{\beta}_{j,l})$ letaknya pada diagonal utama matriks varians kovarians $\hat{\beta}_{j,l}$. Daerah penolakan untuk uji parsial yaitu tolak H_0 jika $t_{j,l} > t_{\alpha/2; n-p(r+1)-1}$ atau $t_{j,l} < -t_{\alpha/2; n-p(r+1)-1}$. Jika keputusan yang didapat adalah H_0 ditolak, maka dapat disimpulkan variabel prediktor ke- j berpengaruh terhadap variabel respon.

2.2.4 Koefisien Determinasi (R^2)

Koefisien determinasi (R^2) merupakan proporsi variansi total variabel respon yang dapat dijelaskan oleh sekian banyak variabel prediktor yang digunakan di dalam model. Suatu model dikatakan baik ketika jika nilai R^2 yang diperoleh cukup tinggi. Nilai R^2 dapat dihitung dengan rumus pada persamaan (2.20).

$$R^2 = \frac{SSR}{SST} = \frac{\sum_{i=1}^n (\hat{y}_i - \bar{y})^2}{\sum_{i=1}^n (y_i - \bar{y})^2} \quad (2.20)$$

2.2.5 Uji Asumsi Residual Identik, Independen, dan Berdistribusi Normal (IIDN)

a. Asumsi Residual Identik

Salah satu asumsi yang harus dipenuhi dalam model regresi adalah varians dari masing-masing residual ε_i memiliki nilai yang konstan atau sama dengan σ^2 . Asumsi identik terpenuhi jika varians respon sama dengan varians *error* yaitu sama dengan σ^2 . Hal tersebut merupakan asumsi homoskedastisitas (varians sama) atau disebut dengan identik (Gujarati & Porter, 2008).

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

Apabila asumsi identik tidak terpenuhi maka akan menyebabkan estimasi parameter tetap tidak bias, konsisten tetapi tidak efisien karena varians tidak minimum. Salah satu metode yang dilakukan untuk mengetahui apakah residual memenuhi asumsi identik atau tidak adalah dengan melakukan uji *Glejser* yang dapat dituliskan pada persamaan (2.21)

$$|\varepsilon_i| = f(x_i) + u_i \quad (2.21)$$

Hipotesis dengan pengujian uji *Glejser* adalah sebagai berikut :

$H_0 : \sigma_1^2 = \sigma_2^2 = \dots = \sigma_n^2 = \sigma^2$ (Residual identik atau tidak terjadi heteroskedastisitas)

H_1 : minimal ada satu $\sigma_i^2 \neq \sigma^2 ; i = 1, 2, \dots, n$ (Residual tidak identik atau terjadi heteros- kedastisitas)

Statistik uji yang digunakan dapat dilihat pada persamaan (2.22).

$$F_{\text{hitung}} = \frac{\sum_{i=1}^n (|\hat{\varepsilon}_i| - |\bar{e}|^2) / p}{\sum_{i=1}^n (|e_i| - |\bar{e}|^2) / (n - p - 1)} \quad (2.22)$$

Pengambilan keputusan dari uji *Glejser* adalah tolak H_0 , jika nilai $F_{\text{hitung}} > F_{\alpha; (p; n-p-1)}$ yang mengindikasikan adanya kondisi heteroskedastisitas.

b. Asumsi Residual Independen

Uji asumsi residual independen atau uji autokorelasi digunakan untuk mengetahui apakah ada atau tidaknya korelasi

antar residual. Pengujian yang dapat digunakan untuk mendeteksi kasus autokorelasi tersebut adalah *Run Test*. Berikut ini adalah Hipotesis *Run Test* (Daniel, 1989).

Hipotesis

H_0 : Residual telah diambil secara acak (residual memenuhi asumsi independen)

H_1 : Residual tidak diambil secara acak (Residual tidak memenuhi asumsi independen)

Statistik uji :

r (banyaknya runtun yang terjadi)

Pengambilan keputusan untuk uji *run test* adalah Tolak H_0 apabila $r < r_{\text{bawah}}$ atau $r > r_{\text{atas}}$ dari tabel nilai kritis untuk runtun r .

Dengan n_1 adalah banyaknya data yang lebih dari runtun (bertanda positif) dan n_2 adalah banyaknya data yang lebih dari runtun (bertanda negatif)

c. Asumsi Residual Berdistribusi Normal

Untuk melihat asumsi residual berdistribusi normal terpenuhi atau tidak maka dapat dilihat secara visual maupun dilakukan pengujian. Secara visual, asumsi residual berdistribusi normal terpenuhi ketika plot residual cenderung mengikuti garis normal dan pada histogram menunjukkan bentuk yang menyerupai kurva normal. Pengujian dilakukan dengan uji *Kolmogorov Smirnov* (Gujarati & Porter, 2008).

H_0 : $F(x) = F_0(x)$ untuk semua nilai x (asumsi residual berdistribusi normal terpenuhi)

H_1 : $F(x) \neq F_0(x)$ untuk sekurang-kurangnya sebuah nilai x (asumsi residual berdistribusi normal tidak terpenuhi)

Taraf signifikansi : α

Daerah penolakan : tolak H_0 jika $D > D_{(1-\alpha;n)}$

Statistik uji :

$$D = \sup_x |S(x) - F_0(x)| \quad (2.23)$$

dimana $S(x)$ adalah fungsi peluang kumulatif yang dihitung dari data sampel, $F_0(x)$ adalah fungsi peluang kumulatif distribusi normal, dan $F(x)$ adalah fungsi distribusi yang belum diketahui.

2.3 Faktor-faktor yang Mempengaruhi Fertilitas pada Usia Remaja

Fertilitas dalam pengertian demografi merupakan kemampuan riil seorang wanita untuk melahirkan. Fertilitas dipengaruhi oleh dua faktor yaitu faktor demografi dan non demografi. Faktor demografi meliputi umur, Umur Perkawinan Pertama (UKP), lama perkawinan, paritas atau jumlah persalinan yang pernah dialami, dan proporsi perkawinan. Sedangkan faktor non demografi yang mempengaruhi fertilitas meliputi keadaan ekonomi penduduk, tingkat pendidikan, perbaikan status wanita, urbaniasasi, dan industrialisasi (Rusli, 1996). Dalam melakukan pengukuran terhadap fertilitas terdapat dua pendekatan yaitu *Yearly Performance* dan *Reproductive History* yang kemudian dibagi lagi menjadi beberapa teknik perhitungan yang masing-masing memiliki kelebihan dan kelemahan. Salah satu teknik yang termasuk dalam pendekatan *Yearly Performance* adalah *Age Specific Fertility Rate* (ASFR). ASFR dalam menghitung tingkat fertilitas lebih teliti karena berdasarkan kelompok umur tertentu (BPS, 2011).

Survei Demografi dan Kependudukan Indonesia (SDKI) 2017 dan *Asian Pacific Journal* dalam Raharja (2013) mendefinisikan fertilitas pada usia remaja sebagai jumlah kelahiran per 1000 wanita berumur 15-19 tahun atau yang lebih dikenal dengan istilah *Age Specific Fertility Rate* (ASFR) pada kelompok umur 15-19 tahun. Dampak biologis fertilitas remaja antara lain kematian ibu yang melahirkan sebelum umur 16 tahun empat kali lebih besar dari ibu yang berumur lebih dari 20 tahun, serta dampak sosial dan ekonomi antara lain yaitu kemungkinan putus sekolah, mengurangi kesempatan kerja bagi perempuan, dalam jangka panjang dapat menimbulkan *inter-generational poverty*, anak yang dilahirkan dari ibu dengan status sosial ekonomi bawah

cenderung akan berada pada status sosial ekonomi yang sama, pada level sosial penundaan kelahiran dari remaja secara signifikan mempengaruhi laju pertumbuhan penduduk (WHO, 2008). Secara global, pertumbuhan penduduk akan lebih cepat ketika seorang wanita memiliki anak pertama pada usia remaja serta akan memperpanjang masa reproduksi yang memiliki konsekuensi pada peningkatan fertilitas. Pada tingkatan sosial masyarakat, adanya hubungan yang kuat antara melahirkan pada usia remaja dengan rendahnya tingkat pendidikan yang membawa dampak negatif pada posisi sosial mereka di masyarakat. Secara individual, fertilitas remaja dikaitkan dengan permasalahan kesehatan ibu dan anak yang merugikan yaitu termasuk sulitnya persalinan, berat bayi lahir rendah, keterlambatan pertumbuhan janin, dan angka kematian ibu (Raharja, 2013).

2.5 ASFR (*Age Specific Fertility Rate*) 15-19 Tahun

Sesuai dengan penjelasan sebelumnya, fertilitas remaja didefinisikan sebagai ASFR 15-19 tahun. ASFR (*Age Specific Fertility Rate*) 15-19 tahun merupakan banyaknya kelahiran tiap seribu wanita pada kelompok umur 15-19 tahun (KKB, 2011). Untuk menghitung ASFR 15-19 tahun dapat digunakan rumus pada persamaan (2.24).

$$ASFR_{15-19\text{tahun}} = \frac{B_{15-19\text{tahun}}}{P_{15-19\text{tahun}}^f} \times 1000 \quad (2.24)$$

Keterangan :

$B_{15-19\text{tahun}}$: jumlah kelahiran dari perempuan pada kelompok umur 15-19 tahun.

$P_{15-19\text{tahun}}^f$: jumlah penduduk perempuan pada kelompok umur 15-19 tahun.

BAB III METODOLOGI PENELITIAN

3.1 Sumber Data

Data yang akan digunakan dalam penelitian ini adalah data sekunder. Data diperoleh dari publikasi Badan Kependudukan dan Keluarga Berencana Nasional (BKKBN) dan publikasi Statistik Kesejahteraan Rakyat tahun 2017 yang diterbitkan oleh Badan Pusat Statistika (BPS). Data yang diambil adalah ASFR pada kelompok umur 15–19 tahun beserta faktor-faktor yang mempengaruhinya pada setiap provinsi di Indonesia pada tahun 2017.

3.2 Variabel Penelitian

Variabel yang akan digunakan dalam penelitian ini terdiri dari 1 variabel respon dan 5 variabel prediktor yang disajikan pada Tabel 3.1.

Tabel 3.1 Variabel Penelitian

Variabel	Nama Variabel	Skala
Y	ASFR (<i>Age Specific Fertility Rate</i>) 15 – 19 tahun di Indonesia	Rasio
X ₁	Persentase UKP (Umur Kawin Pertama) wanita < 20 tahun	Rasio
X ₂	Persentase wanita tamat SMA	Rasio
X ₃	Persentase penduduk miskin	Rasio
X ₄	Persentase penduduk wanita umur 15 tahun ke atas yang bekerja	Rasio
X ₅	<i>Gini ratio</i>	Rasio

3.3 Definisi Operasional Variabel

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

1. Variabel Y : ASFR (*Age Spesific Fertility Rate*) 15-19 tahun

ASFR menyatakan banyaknya kelahiran tiap seribu wanita pada kelompok umur tertentu, pada penelitian ini digunakan

ASFR pada kelompok umur 15-19 tahun. Perhitungan ASFR pada kelompok umur 15-19 tahun dapat dilihat pada persamaan (2.25).

2. Variabel X_1 : Persentase UKP (Umur Kawin Pertama) < 20

Persentase UKP < 20 menyatakan persentase wanita yang melakukan perkawinan pertama pada usia kurang dari 20 tahun pada kurun waktu tertentu. Umur kawin pertama merupakan umur pada saat wanita menikah pertama kali atau pada saat wanita memulai kehidupan dengan pasangan yang pertama dinikahinya. UKP menjadi indikator saat dimulainya resiko kehamilan dan melahirkan. Menurut Ananta dalam Malinda (2012), perempuan yang kawin pertama pada usia muda mempunyai resiko terhadap kehamilan lebih lama dibandingkan perempuan yang umur kawin pertamanya lebih tua karena masa reproduksinya yang semakin panjang.

3. Variabel X_2 : Persentase wanita tamat SMA

SDKI (2012) menjelaskan bahwa pendidikan wanita mempunyai hubungan terbalik dengan saat mulainya seorang wanita mengandung serta wanita yang kurang berpendidikan cenderung mulai mengandung pada umur lebih muda. Raharja (2013) menyebutkan bahwa apabila ditinjau dari lamanya menjalani pendidikan formal, semakin lama seorang wanita menduduki sekolah formal maka semakin semakin kecil persentase wanita yang mengalami fertilitas pada usia remaja. Persentase remaja wanita dengan lama pendidikan lebih dari 9 tahun (memasuki SMA dan lebih tinggi) memiliki persentase kejadian fertilitas lebih kecil dibandingkan dengan lama pendidikan maksimal sembilan tahun (lulus Sekolah Menengah Pertama (SMP)). Hal tersebut juga sejalan dengan penelitian yang dilakukan oleh Nahar dan Min (2008) yang menjelaskan bahwa wanita yang berpendidikan tinggi identik dengan penundaan usia perkawinan dan memiliki anak. Oleh karena itu, persentase wanita tamat SMA diduga sebagai faktor yang mempengaruhi ASFR 15-19 tahun di Indonesia. Perhitungan dari persentase wanita tamat SMA yaitu jumlah penduduk wanita tamat SMA

dibagi dengan jumlah penduduk wanita secara keseluruhan di provinsi tersebut dan dikalikan 100%.

4. Variabel X_3 : Persentase penduduk miskin

Menurut Cesare dan Vignoli dalam Raharja (2013), ada pengaruh tingkat sosial ekonomi dengan probabilitas menjadi ibu pada usia muda. Kondisi sosial ekonomi memiliki pengaruh negatif dengan probabilitas menjadi ibu pada usia remaja. Apabila semakin rendah kondisi sosial ekonomi maka semakin tinggi probabilitas menjadi ibu pada usia remaja (Raharja, 2013). Sehingga persentase penduduk miskin diduga sebagai faktor yang berpengaruh terhadap ASFR 15-19 tahun di Indonesia. Kemiskinan merupakan ketidakmampuan dari sisi ekonomi untuk memenuhi kebutuhan dasar makanan dan bukan makanan yang diukur dari sisi pengeluaran. Jadi, penduduk miskin adalah penduduk yang memiliki rata-rata pengeluaran perkapita perbulan dibawah garis kemiskinan (BPS, 2017a).

5. Variabel X_4 : Persentase penduduk wanita umur 15 tahun ke atas yang bekerja

Remaja perempuan dengan status bekerja dicirikan dengan fertilitas lebih rendah dibandingkan dengan perempuan tidak bekerja (Raharja, 2013). Perhitungan dari persentase penduduk wanita umur 15 tahun yang bekerja yaitu jumlah penduduk wanita berumur 15 tahun keatas yang bekerja dibagi dengan jumlah penduduk wanita per provinsi di Indonesia dan dikalikan 100%.

6. Variabel X_5 : *Gini ratio*

Gini ratio (indeks gini) adalah salah satu ukuran yang paling sering digunakan untuk mengukur tingkat ketimpangan pendapatan secara menyeluruh dimana nilainya berkisar antara 0 sampai 1. Remaja dengan indeks kekayaan tinggi memiliki resiko menjadi ibu umur remaja lebih rendah dibandingkan dengan remaja dengan indeks kekayaan rendah (Raharja, 2013). Sehingga *gini ratio* diduga sebagai faktor yang mempengaruhi ASFR 15-19 tahun di Indonesia.

3.4 Struktur Data

Struktur data yang digunakan pada penelitian tentang pemodelan ASFR 15–19 tahun di Indonesia dengan menggunakan regresi nonparametrik *spline truncated* dijelaskan pada Tabel 3.2.

Tabel 3.2 Struktur Data

Provinsi	Y	X ₁	X ₂	X ₃	X ₄	X ₅
Provinsi ke-1	Y ₁	X _{1,1}	X _{2,1}	X _{3,1}	X _{4,1}	X _{5,1}
Provinsi ke-2	Y ₂	X _{1,2}	X _{2,2}	X _{3,2}	X _{4,2}	X _{5,2}
...
Provinsi ke-34	Y ₃₄	X _{1,34}	X _{2,34}	X _{3,34}	X _{4,34}	X _{5,34}

3.5 Langkah-langkah Penelitian

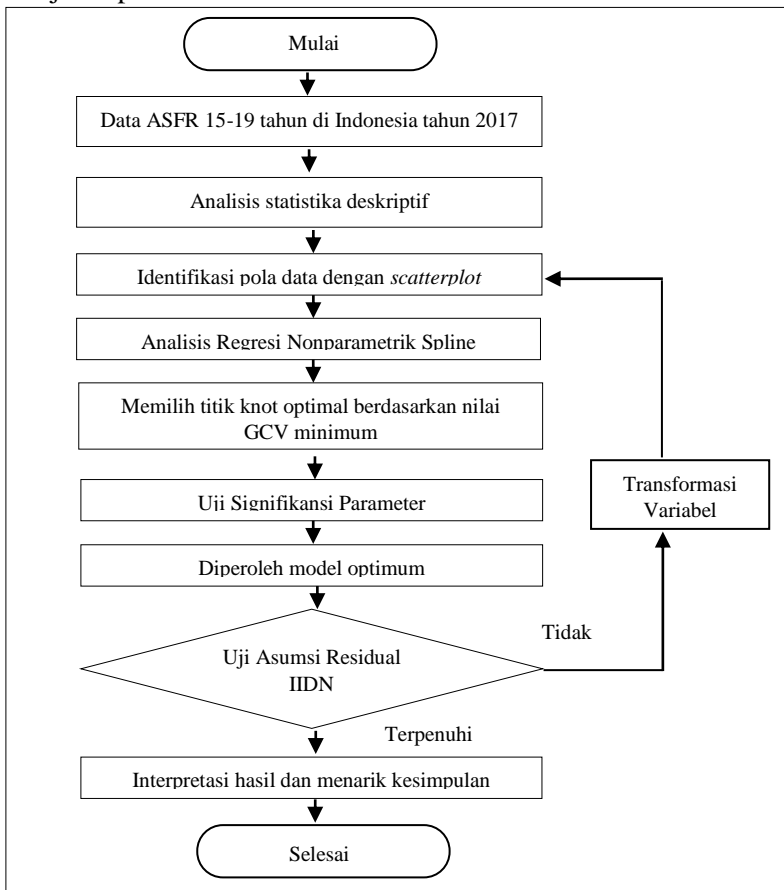
Adapun langkah penelitian tentang pemodelan ASFR 15-19 tahun di Indonesia menggunakan Regresi Nonparametrik Spline *Truncated* adalah sebagai berikut :

1. Mengumpulkan data mengenai ASFR pada kelompok umur 15–19 tahun di Indonesia beserta faktor-faktor yang diduga mempengaruhi.
2. Melakukan analisis deskriptif terhadap seluruh variabel agar dapat diketahui karakteristik ASFR 15-19 tahun di Indonesia.
3. Mengidentifikasi bentuk pola data antara variabel respon (ASFR 15–19 tahun di Indonesia) dengan variabel prediktor (masing-masing faktor-faktor yang diduga mempengaruhi) menggunakan *scatterplot*.
4. Memodelkan variabel respon dengan variabel prediktor menggunakan Regresi Nonparametrik *Spline* dengan satu, dua, tiga, dan kombinasi titik knot.
5. Memilih titik knot optimal menggunakan metode *Generalized Cross Validation* (GCV).
6. Membuat model Regresi Nonparametrik *Spline* dengan titik knot optimal.
7. Menguji signifikansi parameter secara serentak dan parsial.

8. Menguji dengan uji asumsi residual IIDN (Identik, Independen, dan Berdistribusi Normal)
9. Menghitung nilai koefisien determinasi R^2
10. Menginterpretasikan model dan Menarik kesimpulan.

3.6 Diagram Alir

Diagram alir berdasarkan langkah-langkah penelitian dapat disajikan pada Gambar 3.1



Gambar 3.1 Diagram Alir

(Halaman ini sengaja dikosongkan)

BAB IV

ANALISIS DAN PEMBAHASAN

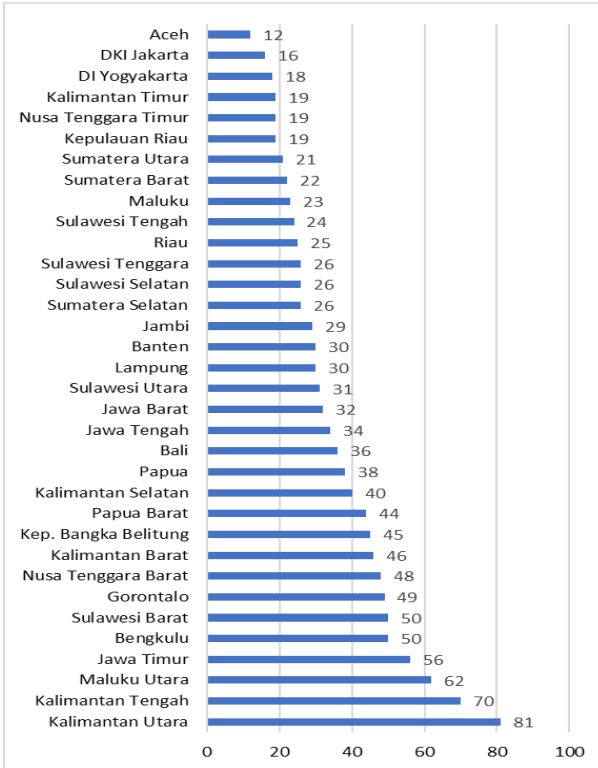
Bab ini akan membahas mengenai karakteristik dari data ASFR (*Age Specific Fertility Rate*) 15-19 tahun di Indonesia beserta faktor-faktor yang memengaruhinya pada tiap provinsi. Karakteristik dari data tersebut meliputi statistika deskriptif dan penentuan variabel yang termasuk komponen nonparametrik. Selanjutnya yaitu membahas pemodelan menggunakan pendekatan regresi nonparametrik spline *truncated* menggunakan satu knot, dua knot, tiga knot, dan kombinasi knot.

4.1 Karakteristik ASFR 15-19 Tahun di Indonesia dan Faktor-faktor yang Mempengaruhi

ASFR 15-19 tahun merupakan salah satu indikator keberhasilan kinerja program Kependudukan, Keluarga Berencana, dan Pembangunan Keluarga (KKBP) yang dicetuskan oleh Badan Kependudukan dan Keluarga Nasional (BKKBN) di seluruh tingkatan wilayah.

Pada tahun 2017, secara nasional angka kelahiran pada perempuan usia 15-19 tahun adalah 33 per 1000 kelahiran pada perempuan usia 15-19 tahun. Nilai ASFR tersebut telah memenuhi target yang ditetapkan oleh BKKBN menurut SDKI 2017 yaitu 36 per 1000 wanita. Namun, hal tersebut tidak berlaku pada beberapa daerah di Indonesia. Terdapat beberapa provinsi dengan nilai ASFR 15-19 tahun yang cukup tinggi dan sangat jauh dari target. Provinsi-provinsi tersebut adalah Provinsi Papua, Kalimantan Selatan, Papua Barat, Kepulauan Bangka Belitung, Kalimantan Barat, Nusa Tenggara Barat, Gorontalo, Sulawesi Barat, Bengkulu, Jawa Timur, Maluku Utara, Kalimantan Tengah, dan Kalimantan Utara. Hal tersebut menandakan bahwa tidak meratanya pembangunan. ASFR 15-19 tahun di Indonesia yang tertinggi adalah pada Provinsi Kalimantan Utara. Hal ini dikarenakan cukup tingginya persentase UKP wanita < 20 tahun di Provinsi Kalimantan Utara. Sedangkan ASFR 15-19 tahun terendah yaitu pada Provinsi Aceh. ASFR 15-19 tahun pada setiap

provinsi di Indonesia secara lengkap dapat dilihat pada Gambar 4.1.



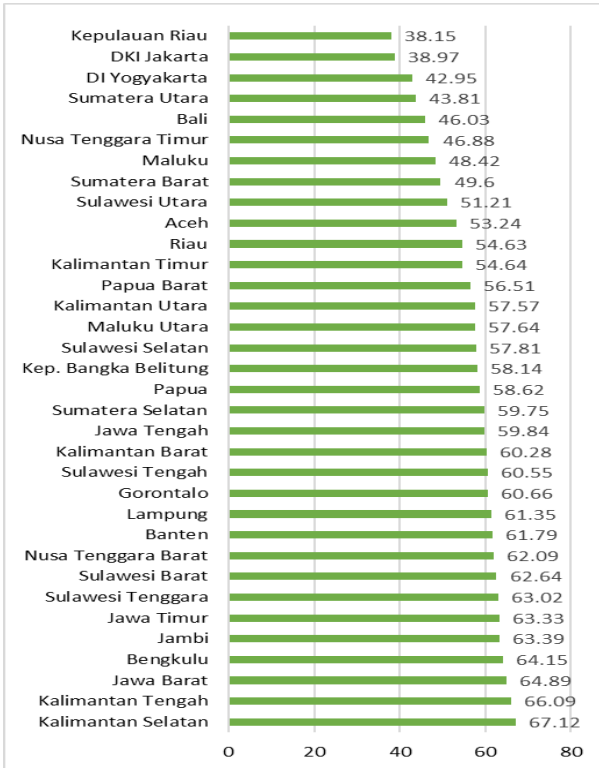
Gambar 4.1 ASFR 15-19 Tahun di Indonesia

Setelah mengetahui karakteristik dari variabel respon yaitu ASFR 15-19 tahun di Indonesia, selanjutnya akan dilakukan analisis karakteristik dari faktor-faktor yang diduga mempengaruhi ASFR 15-19 tahun di Indonesia dimana terdapat lima faktor yang diduga mempengaruhi. Karakteristik data dari kelima faktor tersebut akan disajikan pada Tabel 4.1.

Tabel 4.1 Statistika Deskriptif Faktor-Faktor yang Mempengaruhi ASFR 15-19 tahun di Indonesia

Variabel	Rata-rata	Varians	Minimum	Maksimum
Persentase UKP wanita < 20 tahun	56,35	61,22	38,15	67,12
Persentase wanita tamat SMA	22,08	25,17	13,25	33,24
Persentase penduduk miskin	10,95	33,49	3,78	27,76
Persentase penduduk wanita umur 15 tahun ke atas yang bekerja	37,45	107,80	27,90	72,73
<i>Gini ratio</i>	0,36	0,001	0,28	0,44

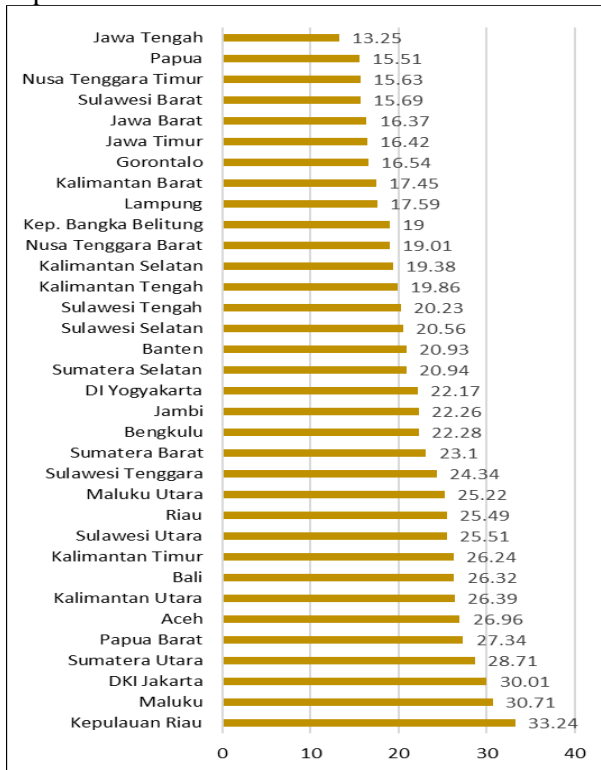
Tabel 4.1 menunjukkan bahwa persentase UKP wanita < 20 tahun (X_1) memiliki nilai rata-rata sebesar 56,35 dengan varians sebesar 61,22. Angka ini cukup tinggi mengingat Umur Kawin Pertama wanita yang masih muda akan menyebabkan seseorang tersebut akan melahirkan di usia muda juga. Hal ini diperkuat dengan nilai minimumnya adalah sebesar 38,15 yaitu di Kepulauan Riau. Sedangkan nilai maksimumnya adalah sebesar 67,12 yaitu berada pada Provinsi Kalimantan Selatan. Nilai maksimum dan minimum yang cukup jauh tersebut menunjukkan varians dari persentase UKP wanita < 20 tahun yang cukup beragam di setiap provinsi di Indonesia yaitu sebesar 61,22. Gambar 4.2 merupakan diagram batang yang menunjukkan karakteristik persentase UKP wanita < 20 tahun di Indonesia. Berdasarkan Gambar 4.2 dapat diketahui bahwa sebagian besar penduduk wanita melakukan perkawinan pertama di umur yang kurang dari 20 tahun. Terlihat pada Gambar 4.2, pada masing-masing provinsi kebanyakan persentase UKP wanita < 20 tahun lebih dari 50 persen. Persentase UKP wanita < 20 tahun tertinggi yaitu pada Provinsi Kalimantan Selatan, sedangkan yang terendah yaitu pada Provinsi Kepulauan Riau. Selanjutnya untuk karakteristik dari variabel persentase wanita tamat SMA di Indonesia akan disajikan pada Gambar 4.3.



Gambar 4.2 Persentase UKP Wanita < 20 Tahun di Indonesia

Untuk variabel persentase wanita tamat SMA (X_2) berdasarkan Tabel 4.1, memiliki nilai rata-rata 22,08 dengan nilai varians sebesar 25,17. Nilai varians tersebut tidak terlalu tinggi karena persentase wanita tamat SMA pada masing-masing provinsi yang dapat dilihat pada Gambar 4.3 tidak terlalu tinggi dan belum mencapai 50% pada masing-masing provinsi. Untuk itu nilai varians dari persentase wanita tamat SMA di Indonesia cenderung kecil. Hal tersebut juga diperkuat oleh nilai minimumnya yaitu sebesar 13,25 yaitu pada Provinsi Jawa Tengah, sedangkan nilai maksimumnya sebesar 33,24 yaitu terletak di Provinsi Kepulauan Riau. Penduduk wanita yang tamat SMA terbilang masih sedikit pada masing-masing provinsi, hal

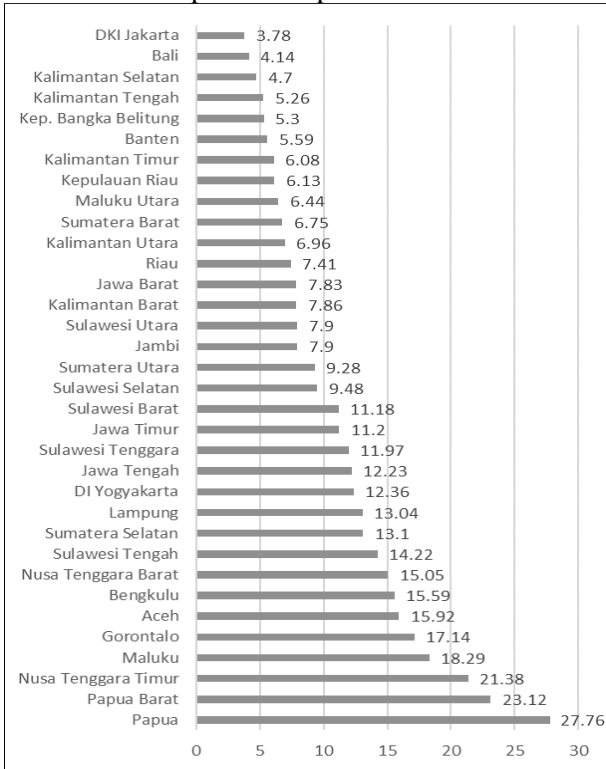
tersebut dikarenakan umumnya pada masing-masing provinsi terdiri dari perkotaan dan pedesaan dimana kondisi di perkotaan lebih mudah menerima akses dan fasilitas pendidikan dibandingkan dengan daerah pedesaan. Selanjutnya yaitu karakteristik persentase penduduk miskin di Indonesia akan disajikan pada Gambar 4.4.



Gambar 4.3 Persentase Wanita Tamat SMA di Indonesia

Rata-rata persentase penduduk miskin (X_3) adalah sebesar 10,95 dengan nilai varians sebesar 33,49 berdasarkan Tabel 4.1. Persentase penduduk miskin di setiap provinsi di Indonesia cukup beragam berdasarkan nilai variansnya. Hal tersebut juga diperkuat dengan nilai minimum yaitu sebesar 3,78 yang berada pada Provinsi DKI Jakarta dan nilai maksimumnya yaitu sebesar 27,76

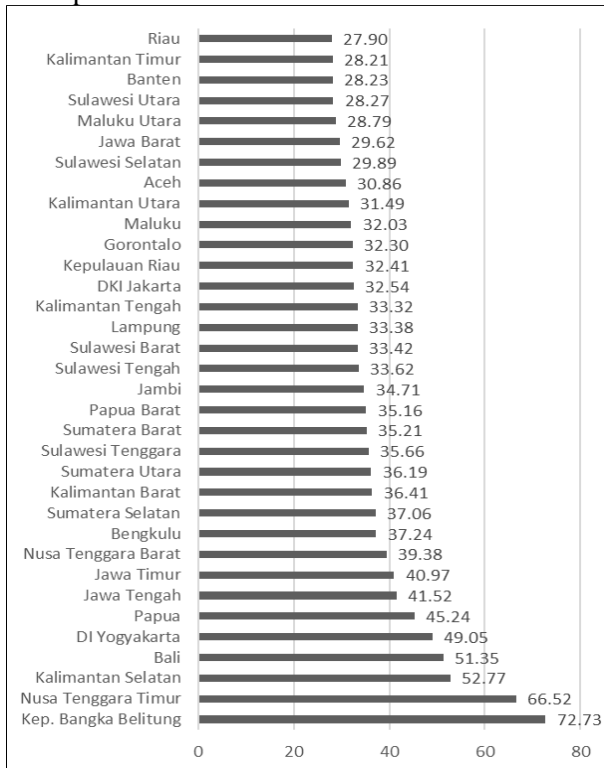
yang berada pada Provinsi Papua jika dilihat dari Gambar 4.4. Persentase penduduk miskin terbilang tinggi di Provinsi Papua karena masih banyaknya daerah-daerah pedalaman di Provinsi Papua sehingga minimnya infrastruktur seperti pendidikan, kesehatan, dan kesejahteraan di provinsi tersebut. Selanjutnya yaitu karakteristik persentase wanita 15 tahun ke atas yang bekerja di Indonesia dapat dilihat pada Gambar 4.5.



Gambar 4.4 Persentase Penduduk Miskin di Indonesia

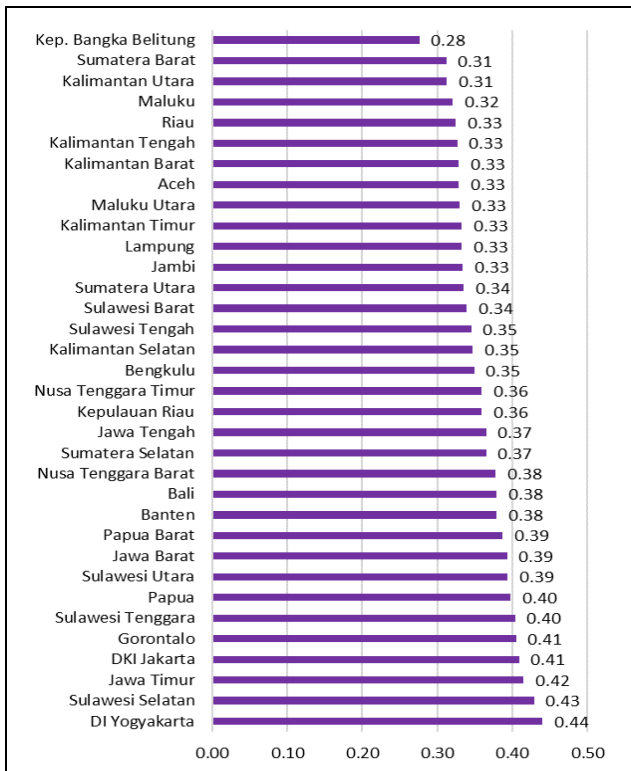
Variabel persentase penduduk wanita 15 tahun ke atas yang bekerja (X_4) memiliki nilai rata-rata sebesar 37,45 dengan nilai varians yang tinggi yaitu sebesar 107,80 berdasarkan Tabel 4.1. Hal ini diperkuat dengan nilai minimumnya yaitu sebesar 27,90 yang berada di Provinsi Riau, sedangkan nilai maksimumnya

adalah sebesar 72,73 yaitu di Provinsi Kepulauan Bangka Belitung berdasarkan Gambar 4.5. Nilai maksimum dan minimum yang cukup jauh tersebut menunjukkan varians dari persentase penduduk wanita 15 tahun ke atas yang bekerja cukup beragam di setiap provinsi di Indonesia. Secara lebih rinci, persentase penduduk wanita 15 tahun ke atas yang bekerja pada tiap provinsi dapat dilihat pada Gambar 4.5.



Gambar 4.5 Persentase Wanita Umur 15 Tahun Ke Atas yang Bekerja di Indonesia

Selanjutnya, Gambar 4.6 merupakan diagram batang yang menunjukkan karakteristik *gini ratio* di Indonesia.



Gambar 4.6 *Gini Ratio* di Indonesia

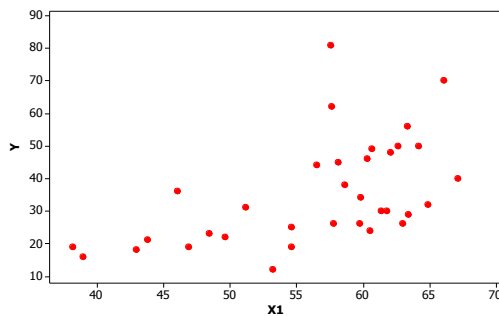
Variabel *gini ratio* (X_6) memiliki nilai rata-rata sebesar 0,36 dengan nilai varians yang tidak terlalu tinggi yaitu sebesar 0,001 berdasarkan Tabel 4.1. Hal ini menandakan bahwa *gini ratio* cenderung tidak berbeda pada tiap provinsi. *Gini ratio* tertinggi yaitu sebesar 0,44 berada pada Provinsi D.I. Yogyakarta, sedangkan untuk *gini ratio* terendah berada pada Provinsi Kepulauan Bangka Belitung yaitu sebesar 0,28. Walaupun nilai varians dari *gini ratio* terbilang kecil, namun jika dilihat pada masing-masing provinsi pada Gambar 4.6 dapat diketahui bahwa masih terdapat ketimpangan pendapatan pada masing-masing provinsi di Indonesia. Hal ini dikarenakan nilai *gini ratio* pada masing-masing provinsi yang tidak mendekati nol.

4.2 Pemodelan ASFR 15-19 Tahun di Indonesia dengan Regresi Nonparametrik Spline *Truncated*

Selanjutnya akan dilakukan analisis untuk memodelkan faktor-faktor yang mempengaruhi ASFR 15-19 tahun di Indonesia pada tahun 2017. Sebelum menentukan metode analisis yang digunakan, maka perlu dilihat pola data yang terbentuk, sehingga dapat menjadi landasan untuk metode yang dipilih untuk digunakan dalam analisis.

4.2.1 Pola Hubungan Variabel

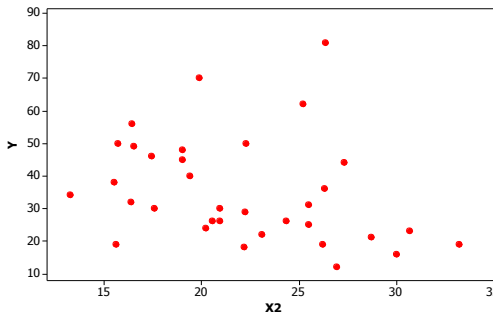
Untuk mengetahui pola yang terbentuk antara faktor-faktor yang diduga mempengaruhi ASFR 15-19 tahun di Indonesia dapat dilakukan dengan melihat *scatterplot*. Pola yang terbentuk dapat digunakan untuk menentukan metode regresi yang digunakan. Ada lima faktor yang diduga mempengaruhi ASFR 15-19 tahun yang ditunjukkan oleh Gambar 4.7 sampai dengan Gambar 4.11. Gambar 4.7 akan menunjukkan pola hubungan antara variabel persentase UKP wanita < 20 tahun (X_1) dengan ASFR 15-19 tahun (Y).



Gambar 4.7 Pola Hubungan Antara Persentase UKP Wanita < 20 Tahun dengan ASFR 15-19 Tahun

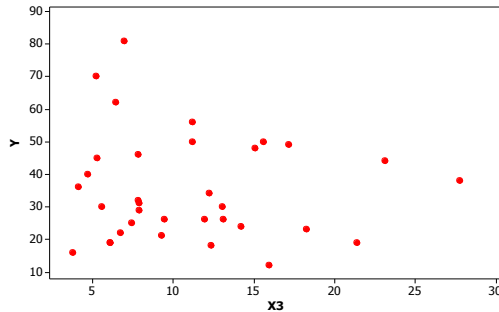
Gambar 4.7 merupakan *scatterplot* yang menunjukkan pola hubungan antara persentase UKP wanita < 20 tahun dengan ASFR 15-19 tahun di Indonesia. Dapat dilihat bahwa pola hubungan antara persentase UKP wanita < 20 tahun dengan ASFR 15-19 tahun di Indonesia tidak membentuk suatu pola

tertentu atau plot yang terbentuk menyebar secara acak. Hal ini menunjukkan bahwa estimasi model yang dapat digunakan adalah regresi nonparametrik. Selanjutnya pada Gambar 4.8 akan menunjukkan pola hubungan antara variabel persentase wanita tamat SMA (X_2) dengan ASFR 15-19 tahun (Y).

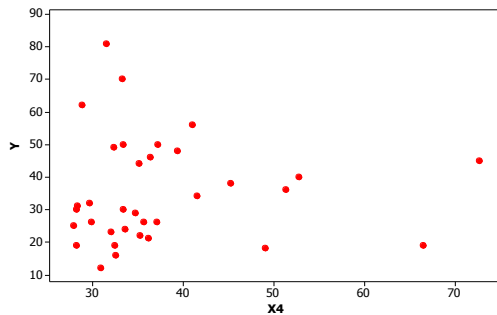


Gambar 4.8 Pola Hubungan Antara Persentase Wanita Tamat SMA dengan ASFR 15-19 Tahun

Gambar 4.8 merupakan *scatterplot* yang menunjukkan pola hubungan antara persentase wanita tamat SMA dengan ASFR 15-19 tahun di Indonesia. Dapat dilihat bahwa *scatterplot* tersebut tidak membentuk suatu pola tertentu atau plot yang terbentuk menyebar secara acak. Hal ini menunjukkan bahwa estimasi model yang dapat digunakan adalah regresi nonparametrik. Selanjutnya pada Gambar 4.9 akan menunjukkan pola hubungan antara variabel persentase penduduk miskin (X_3) dengan ASFR 15-19 tahun (Y). Berdasarkan Gambar 4.9, dapat dilihat bahwa *scatterplot* tersebut tidak membentuk suatu pola tertentu atau plot yang terbentuk menyebar secara acak. Hal ini menunjukkan bahwa variabel X_3 merupakan komponen nonparametrik dan estimasi model yang dapat digunakan adalah regresi nonparametrik. Selanjutnya pada Gambar 4.10 akan menunjukkan pola hubungan antara variabel persentase penduduk wanita umur 15 tahun ke atas yang bekerja (X_4) dengan ASFR 15-19 tahun (Y).

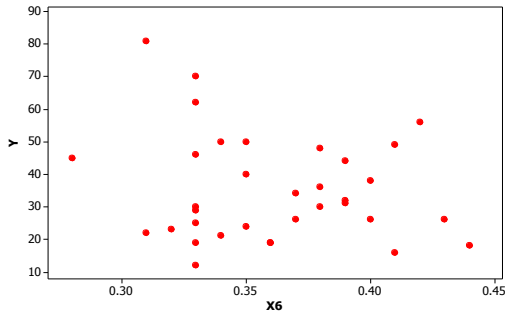


Gambar 4.9 Pola Hubungan Antara Persentase Penduduk Miskin dengan ASFR 15-19 Tahun



Gambar 4.10 Pola Hubungan Antara Persentase Penduduk Wanita Umur 15 Tahun Ke Atas yang Bekerja dengan ASFR 15-19 Tahun

Gambar 4.10 merupakan *scatterplot* yang menunjukkan pola hubungan antara persentase penduduk wanita umur 15 tahun ke atas yang bekerja dengan ASFR 15-19 tahun. Dapat dilihat bahwa *scatterplot* tersebut tidak membentuk suatu pola tertentu atau plot yang terbentuk menyebar secara acak. Hal ini menunjukkan bahwa variabel X_4 merupakan komponen non-parametrik, sehingga estimasi model yang dapat digunakan adalah regresi nonparametrik. Selanjutnya pada Gambar 4.11 akan menunjukkan pola hubungan antara variabel *gini ratio* (X_5) dengan ASFR 15-19 tahun (Y).



Gambar 4.11 Pola Hubungan Antara *Gini Ratio* dengan ASFR 15-19 Tahun

Berdasarkan Gambar 4.11, pola hubungan dari variabel *gini ratio* dengan ASFR 15-19 tahun tidak membentuk suatu pola tertentu atau plot yang terbentuk menyebar secara acak berdasarkan *scatterplot* tersebut. Hal ini menunjukkan bahwa estimasi model yang dapat digunakan adalah regresi non-parametrik. Dari kelima gambar tersebut maka dapat diketahui bahwa kelima variabel prediktor tersebut merupakan komponen nonparametric sehingga dapat ditentukan metode regresi yang digunakan adalah regresi nonparametrik *spline truncated*.

4.2.2 Pemilihan Titik Knot Optimum

Titik knot merupakan titik perubahan perilaku data pada sub-sub interval tertentu. Dalam analisis regresi nonparametrik *spline truncated* harus didapatkan titik knot optimum dalam upaya untuk mendapatkan model yang terbaik dalam penelitian. Untuk mendapatkan titik knot optimum digunakan metode *Generalized Cross Validation (GCV)* yang ditunjukkan dengan nilai GCV paling minimum. Berikut adalah analisis pemilihan titik knot optimum dengan satu titik knot, dua titik knot, tiga titik knot, dan kombinasi titik knot.

4.2.2.1 Pemilihan Titik Knot dengan Satu Titik Knot

Model regresi nonparametrik *spline truncated* dari ASFR 15-19 tahun di Indonesia dengan satu titik knot untuk setiap variabel prediktor adalah sebagai berikut.

$$y_i = \beta_0^* + \beta_{1,1}x_{1,i} + \beta_{1,2}(x_{1,i} - K_{11})_+ + \beta_{2,1}x_{2,i} + \beta_{2,2}(x_{2,i} - K_{21})_+ + \beta_{3,1}x_{3,i} + \beta_{3,2}(x_{3,i} - K_{31})_+ + \beta_{4,1}x_{4,i} + \beta_{4,2}(x_{4,i} - K_{41})_+ + \beta_{5,1}x_{5,i} + \beta_{5,2}(x_{5,i} - K_{51})_+ + \varepsilon_i$$

Tabel 4.2 menunjukkan sepuluh nilai GCV di sekitar nilai GCV paling minimum untuk model regresi nonparametrik spline *truncated* dengan satu titik knot.

Tabel 4.2 Nilai GCV Satu Titik Knot

X₁	X₂	X₃	X₄	X₅	GCV
46,43	18,96	10,63	40,71	0,33	313,47
47,02	19,37	11,12	41,62	0,33	311,89
47,61	19,78	11,61	42,54	0,33	308,41
48,20	20,19	12,09	43,45	0,34	304,54
48,79	20,59	12,59	44,37	0,34	304,18
49,38	21,00	13,08	45,28	0,34	303,75
49,97	21,41	13,57	46,19	0,35	304,50
50,57	21,81	14,06	47,11	0,35	306,51
51,16	22,23	14,55	48,03	0,35	309,78
51,75	22,63	15,04	48,94	0,36	313,99

Tabel 4.2 menunjukkan bahwa nilai GCV minimum untuk model regresi nonparametrik *spline truncated* dengan satu titik knot adalah sebesar 303,75. Didapatkan pula titik knot optimal untuk variabel persentase UKP wanita < 20 tahun (X₁) berada pada titik knot 49,38; variabel persentase wanita tamat SMA (X₂) berada pada titik knot 21,00; variabel persentase penduduk miskin (X₃) berada pada titik knot 13,08; variabel persentase wanita usia 15 tahun ke atas yang bekerja (X₄) berada pada titik knot 45,28; variabel *gini ratio* (X₅) berada pada titik knot 0,34.

4.2.2.2 Pemilihan Titik Knot dengan Dua Titik Knot

Pemilihan titik knot optimum dapat dilanjutkan dengan menggunakan dua titik knot untuk setiap variabel prediktor. Model regresi nonparametrik *spline truncated* dari persentase ASFR 15-19 tahun di Indonesia dengan dua titik knot adalah sebagai berikut.

$$\begin{aligned}
y_i = & \beta_0^* + \beta_{1,1}x_{1,i} + \beta_{1,2}(x_{1,i} - K_{11})_+ + \beta_{1,3}(x_{1,i} - K_{12})_+ + \beta_{2,1}x_{2,i} + \\
& \beta_{2,2}(x_{2,i} - K_{21})_+ + \beta_{2,3}(x_{2,i} - K_{22})_+ + \beta_{3,1}x_{3,i} + \beta_{3,2}(x_{3,i} - K_{31})_+ + \\
& \beta_{3,3}(x_{3,i} - K_{32})_+ + \beta_{4,1}x_{4,i} + \beta_{4,2}(x_{4,i} - K_{41})_+ + \beta_{4,3}(x_{4,i} - K_{42})_+ + \\
& \beta_{5,1}x_{5,i} + \beta_{5,2}(x_{5,i} - K_{51})_+ + \beta_{5,3}(x_{5,i} - K_{52})_+ + \varepsilon_i
\end{aligned}$$

Tabel 4.3 menunjukkan sepuluh nilai GCV di sekitar nilai GCV paling minimum untuk model regresi nonparametrik *spline truncated* dengan dua titik knot.

Tabel 4.3 Nilai GCV Dua Titik Knot

X₁	X₂	X₃	X₄	X₅	GCV
54,11	24,26	16,99	56,60	0,37	492,94
65,35	32,02	26,29	69,99	0,43	
54,11	24,26	16,99	52,60	0,37	458,54
65,94	32,42	26,78	70,90	0,43	
54,11	24,26	16,99	52,60	0,37	400,23
66,53	32,83	27,27	71,82	0,44	
54,11	24,26	16,99	52,60	0,37	334,816
67,12	33,24	27,76	72,73	0,44	
54,70	24,67	17,48	53,52	0,371	245,24
55,29	25,08	17,97	54,43	0,375	
54,70	24,67	17,48	53,52	0,37	257,19
55,89	25,49	18,46	55,35	0,38	
54,70	24,6	17,48	53,52	0,37	312,55
56,48	25,89	18,95	56,26	0,38	
54,70	24,67	17,48	53,52	0,37	342,08
57,07	26,31	19,44	57,18	0,38	
54,70	24,67	17,48	53,52	0,37	367,98
57,66	26,71	19,93	58,09	0,39	
54,70	24,67	17,48	53,52	0,37	409,89
58,25	27,12	20,42	59,01	0,39	

Tabel 4.3 menunjukkan bahwa nilai GCV minimum untuk model regresi nonparametrik *spline truncated* dengan dua titik knot adalah sebesar 245,24. Didapatkan pula titik knot optimal untuk variabel persentase UKP wanita < 20 tahun (X₁) berada pada titik knot 54,70 dan 55,29; variabel persentase wanita tamat SMA (X₂)

berada pada titik knot 24,67 dan 25,08; variabel persentase penduduk miskin (X_3) berada pada titik knot 17,48 dan 17,97; variabel persentase wanita usia 15 tahun ke atas yang bekerja (X_4) berada pada titik knot 53,52 dan 54,43; variabel *gini ratio* (X_5) berada pada titik knot 0,371 dan 0,375.

4.2.2.3 Pemilihan Titik Knot dengan Tiga Titik Knot

Selanjutnya pemilihan titik knot optimum dilanjutkan dengan menggunakan tiga titik knot untuk setiap variabel prediktor. Model regresi nonparametrik spline *truncated* dari ASFR 15-19 tahun di Indonesia dengan tiga titik knot adalah sebagai berikut.

$$y_i = \beta_0^* + \beta_{1,1}x_{1,i} + \beta_{1,2}(x_{1,i} - K_{11})_+ + \beta_{1,3}(x_{1,i} - K_{12})_+ + \beta_{1,4}(x_{1,i} - K_{13})_+ + \\ \beta_{2,1}x_{2,i} + \beta_{2,2}(x_{2,i} - K_{21})_+ + \beta_{2,3}(x_{2,i} - K_{22})_+ + \beta_{2,4}(x_{2,i} - K_{23})_+ + \\ \beta_{3,1}x_{3,i} + \beta_{3,2}(x_{3,i} - K_{31})_+ + \beta_{3,3}(x_{3,i} - K_{32})_+ + \beta_{3,4}(x_{3,i} - K_{33})_+ + \\ \beta_{4,1}x_{4,i} + \beta_{4,2}(x_{4,i} - K_{41})_+ + \beta_{4,3}(x_{4,i} - K_{42})_+ + \beta_{4,4}(x_{4,i} - K_{43})_+ + \\ \beta_{5,1}x_{5,i} + \beta_{5,2}(x_{5,i} - K_{51})_+ + \beta_{5,3}(x_{5,i} - K_{52})_+ + \beta_{5,4}(x_{5,i} - K_{53})_+ + \varepsilon_i$$

Tabel 4.4 menunjukkan sepuluh nilai GCV di sekitar nilai GCV paling minimum untuk model regresi nonparametrik spline *truncated* dengan tiga titik knot.

Tabel 4.4 Nilai GCV Tiga Titik Knot

X_1	X_2	X_3	X_4	X_5	GCV
50,57	21,82	14,06	47,11	0,35	
52,34	23,04	15,53	49,86	0,36	647,77
66,53	32,83	27,27	71,82	0,44	
50,57	21,82	14,06	47,11	0,35	
52,93	23,45	16,01	50,77	0,36	609,62
53,52	23,86	16,50	51,69	0,37	
50,57	21,82	14,06	47,11	0,35	
52,93	23,45	16,01	50,77	0,36	591,70
54,11	24,27	16,99	52,60	0,37	
50,57	21,82	14,06	47,11	0,35	
52,93	23,45	16,01	50,77	0,36	344,12
54,70	24,67	17,48	53,52	0,37	

Tabel 4.5 Nilai GCV Tiga Titik Knot (lanjutan)

X_1	X_2	X_3	X_4	X_5	GCV
50,57	21,82	14,06	47,11	0,35	
52,93	23,45	16,01	50,77	0,36	183,44
55,29	25,08	17,97	54,43	0,37	
50,57	21,82	14,06	47,11	0,35	
52,93	23,45	16,01	50,77	0,36	185,30
55,89	25,49	18,46	55,35	0,38	
50,57	21,82	14,06	47,11	0,35	
52,93	23,45	16,01	50,77	0,36	267,61
56,48	25,89	18,95	56,26	0,38	
50,57	21,82	14,06	47,11	0,35	
52,93	23,45	16,01	50,77	0,36	370,74
57,07	26,31	19,44	57,18	0,38	
50,57	21,82	14,06	47,11	0,35	
52,93	23,45	16,01	50,77	0,36	431,00
57,66	26,71	19,93	58,09	0,39	
50,57	21,82	14,06	47,11	0,35	
52,93	23,45	16,01	50,77	0,36	504,52
58,25	27,12	20,42	59,01	0,39	

Tabel 4.4 menunjukkan bahwa nilai GCV minimum untuk model regresi nonparametrik *spline truncated* dengan tiga titik knot adalah sebesar 183,44. Didapatkan pula titik knot optimal untuk variabel persentase UKP wanita < 20 tahun (X_1) berada pada titik knot 50,57; 52,93 dan 55,29; variabel persentase wanita tamat SMA (X_2) berada pada titik knot 21,82; 23,45 dan 25,08; variabel persentase penduduk miskin (X_3) berada pada titik knot 14,06; 16,02 dan 17,97; variabel persentase wanita usia 16 tahun ke atas yang bekerja (X_4) berada pada titik knot 47,11; 50,77 dan 54,43; variabel *gini ratio* (X_5) berada pada titik knot 0,35; 0,36 dan 0,37.

4.2.2.4 Pemilihan Titik Knot dengan Kombinasi Titik Knot

Setelah diperoleh titik knot optimal menggunakan satu, dua, dan tiga titik knot, maka selanjutnya dilakukan pemilihan titik knot optimum menggunakan kombinasi titik knot. Hal ini dilakukan untuk mengetahui kemungkinan terdapat titik knot optimum saat jumlah titik knot setiap variabel prediktor berbeda-

beda. Tabel 4.5 menunjukkan sepuluh nilai GCV di sekitar nilai GCV paling minimum untuk model regresi nonparametrik *spline truncated* dengan kombinasi titik knot.

Tabel 4.5 Nilai GCV Kombinasi Titik Knot

X_1	X_2	X_3	X_4	X_5	GCV
50,57	21,82	17,48	47,11	0,371	
52,93	23,45	17,97	50,77	0,375	396,71
55,29	25,08		54,43		
50,57	21,82	17,48	47,11	0,35	
52,93	23,45	17,97	50,77	0,36	387,18
55,29	25,08		54,43	0,37	
50,57	21,82	14,06	45,28	0,34	
52,93	23,45	16,01			232,81
55,29	25,08	17,97			
50,57	21,82	14,06	45,28	0,371	
52,93	23,45	16,01		0,375	246,51
55,29	25,08	17,97			
50,57	21,82	14,06	45,28	0,35	
52,93	23,45	16,01		0,36	143,61
55,29	25,08	17,97		0,37	
50,57	21,82	14,06	53,52	0,34	
52,93	23,45	16,01	54,43		225,36
55,29	25,08	17,97			
50,57	21,82	14,06	53,52	0,371	
52,93	23,45	16,01	54,43	0,375	272,59
55,29	25,08	17,97			
50,57	21,82	14,06	53,52	0,35	
52,93	23,45	16,01	54,43	0,36	266,63
55,29	25,08	17,97		0,37	
50,57	21,82	14,06	47,11	0,34	
52,93	23,45	16,01	50,77		287,13
55,29	25,08	17,97	54,43		
50,57	21,82	14,06	47,11	0,371	
52,93	23,45	16,01	50,77	0,375	296,83
55,29	25,08	17,97	54,43		

Dapat dilihat pada Tabel 4.5 bahwa nilai GCV minimum untuk model regresi nonparametrik *spline truncated* dengan kombinasi

titik knot adalah sebesar 143,61 dengan kombinasi titik knot 3,3,3,1,3. Didapatkan pula titik knot optimal untuk variabel persentase UKP wanita < 20 tahun (X_1) berada pada titik knot 50,57; 52,93 dan 55,29; variabel persentase wanita tamat SMA (X_2) berada pada titik knot 21,82; 23,45 dan 25,08; variabel persentase penduduk miskin (X_3) berada pada titik knot 14,06; 16,01 dan 17,87; variabel persentase wanita usia 16 tahun ke atas yang bekerja (X_4) berada pada titik knot 45,28; variabel *gini ratio* (X_5) berada pada titik knot 0,35; 0,36 dan 0,37.

4.2.2.5 Pemilihan Titik Knot Terbaik

Dari hasil yang diperoleh dari pemilihan titik knot menggunakan satu titik knot, dua titik knot, tiga titik knot, dan kombinasi titik knot, selanjutnya akan dipilih nilai GCV paling minimum untuk menentukan titik knot optimum. Tabel 4.6 akan menunjukkan nilai GCV paling minimum yang diperoleh dari Tabel 4.2 sampai dengan Tabel 4.5.

Tabel 4.6 Perbandingan Nilai GCV

Titik Knot	GCV
Satu Titik Knot	303,75
Dua Titik Knot	245,24
Tiga Titik Knot	183,44
Kombinasi Titik Knot (3,3,3,1,3)	143,61

Tabel 4.6 menunjukkan nilai GCV paling minimum yang diperoleh dari hasil pemilihan titik knot menggunakan satu titik knot, dua titik knot, tiga titik knot, dan kombinasi titik knot. Selanjutnya akan dipilih nilai GCV paling minimum di antara keempat nilai GCV tersebut. Berdasarkan kriteria pemilihan model terbaik diketahui bahwa nilai GCV paling minimum dihasilkan oleh model regresi nonparametrik Spline menggunakan kombinasi titik knot (3,3,3,1,3) yang memiliki nilai GCV terkecil yaitu sebesar 143,61.

4.2.3 Pengujian Signifikansi Parameter

Setelah didapatkan titik knot optimum, selanjutnya akan dilakukan pengujian signifikansi parameter model regresi nonparametrik *spline truncated*. Pengujian dilakukan secara

serentak dan parsial. Ketika diperoleh kesimpulan tolak H_0 yang artinya minimal ada satu parameter yang signifikan terhadap respon pada saat dilakukan pengujian secara serentak, maka dapat dilanjutkan pengujian secara parsial untuk mengetahui parameter mana saja yang signifikan.

4.2.3.1 Pengujian Serentak

Pengujian secara serentak dilakukan untuk mengetahui apakah terdapat minimal satu parameter yang signifikan terhadap ASFR 15-19 tahun di Indonesia secara serentak. Taraf signifikansi (α) yang digunakan adalah 0,05. Tabel 4.7 menunjukkan hasil pengujian signifikansi parameter secara keseluruhan.

Tabel 4.7 ANOVA Uji Serentak

Sumber Variasi	Derajat Bebas (db)	Jumlah Kuadrat (JK)	Kuadrat Tengah (KT)	F_{hitung}	P-value
Regresi	18	7743,187	430,177	6,789	0,0002
Error	15	950,372	63,358		
Total	33	8693,559			

Tabel 4.7 menunjukkan hasil pengujian secara serentak. Dapat dilihat bahwa diperoleh nilai $F_{hitung} = 6,789$ dan $P_{value} = 0,002$, sedangkan nilai $F_{0,05;(18,15)} = 2,353$. Keputusan yang dapat diambil yaitu tolak H_0 karena $F_{hitung} > F_{0,05;(18,15)}$ dan $P_{value} < \alpha$, sehingga dapat disimpulkan bahwa minimal ada satu parameter yang tidak sama dengan nol atau minimal ada satu parameter yang signifikan terhadap ASFR 15-19 tahun di Indonesia secara serentak. Dari hasil tersebut, maka dapat dilanjutkan dengan melakukan pengujian secara parsial.

4.2.3.2 Pengujian Parsial

Pengujian secara parsial dilakukan untuk mengetahui parameter mana saja yang signifikan terhadap ASFR 15-19 tahun di Indonesia setelah diketahui minimal ada satu parameter yang signifikan terhadap ASFR 15-19 tahun di Indonesia secara serentak. Taraf signifikansi yang digunakan adalah $\alpha = 0,05$. Tabel 4.8 merupakan hasil pengujian secara parsial.

Tabel 4.8 Estimasi Parameter Hasil Uji Parsial

Parameter	Estimasi Parameter	t_{hitung}	P -value	Keputusan
$\beta_{1,1}$	1,40	0,88	0,3913	Tidak signifikan
$\beta_{1,2}$	-42,92	-4,68	0,0003	Signifikan
$\beta_{1,3}$	75,57	527	0,00009	Signifikan
$\beta_{1,4}$	-30,46	-4,40	0,0005	Signifikan
$\beta_{2,1}$	-0,55	-0,58	0,5653	Tidak signifikan
$\beta_{2,2}$	-34,22	-3,83	0,0016	Signifikan
$\beta_{2,3}$	91,75	5,29	0,00009	Signifikan
$\beta_{2,4}$	-64,99	-6,04	0,00002	Signifikan
$\beta_{3,1}$	-1,24	-1,69	0,1124	Tidak signifikan
$\beta_{3,2}$	26,60	4,72	0,00027	Signifikan
$\beta_{3,3}$	-51,62	-3,94	0,0013	Signifikan
$\beta_{3,4}$	28,51	2,83	0,0125	Signifikan
$\beta_{4,1}$	0,49	1,09	0,2937	Signifikan
$\beta_{4,2}$	-2,54	-2,91	0,0107	Signifikan
$\beta_{5,1}$	-1185,97	-4,76	0,0002	Signifikan
$\beta_{5,2}$	5097,08	4,24	0,0007	Signifikan
$\beta_{5,3}$	-7787,15	-3,99	0,0012	Signifikan
$\beta_{5,4}$	4329,14	4,02	0,0011	Signifikan

Tabel 4.8 menunjukkan hasil pengujian secara parsial. Dapat dilihat bahwa terdapat beberapa parameter yang tidak signifikan. Ketika ada satu parameter saja yang signifikan, maka variabel tersebut berpengaruh terhadap responnya. Sehingga, ketika digunakan kombinasi titik knot 3,3,3,1,3, maka variabel X_1 , X_2 , X_3 , dan X_5 memiliki 4 parameter sedangkan variabel X_4 memiliki 2 parameter. Berdasarkan Tabel 4.8, kesimpulan yang diperoleh adalah semua variabel prediktor yaitu persentase UKP wanita < 20 tahun, persentase wanita tamat SMA, persentase penduduk miskin, persentase penduduk wanita 15 tahun ke atas yang bekerja, dan *gini ratio* mempengaruhi ASFR 15-19 tahun di

Indonesia. Dari hasil analisis tersebut maka didapatkan model regresi nonparametrik *spline truncated* sebagai berikut.

$$\begin{aligned} \hat{y}_i = & 364,08 + 1,40x_{1,i} - 42,92(x_{1,i} - 50,57)_+ + 75,57(x_{1,i} - 52,93)_+ + \\ & - 30,46(x_{1,i} - 55,29)_+ - 0,55x_{2,i} - 34,22(x_{2,i} - 21,82)_+ + \\ & 91,75(x_{2,i} - 23,45)_+ - 64,99(x_{2,i} - 25,08)_+ - 1,24x_{3,i} + \\ & 26,60(x_{3,i} - 14,06)_+ - 51,62(x_{3,i} - 16,01)_+ + 28,51(x_{3,i} - 17,97)_+ + \\ & 0,49x_{4,i} - 2,54(x_{4,i} - 45,28)_+ - 1185,97x_{5,i} + 5097,08(x_{5,i} - 0,35)_+ + \\ & - 7787,15(x_{5,i} - 0,36)_+ + 4329,14(x_{5,i} - 0,37)_+ \end{aligned}$$

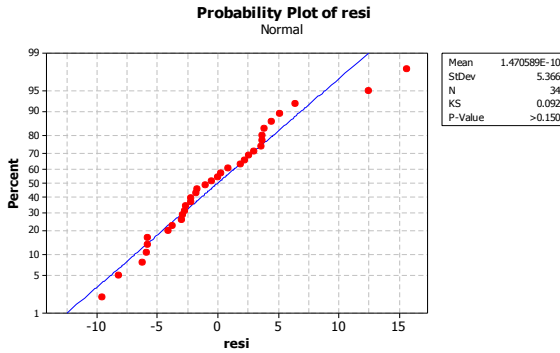
Salah satu kriteria model terbaik ditunjukkan oleh nilai koefisien determinasi (R^2) yang dapat menunjukkan seberapa besar kebaikan model regresi dalam menjelaskan variabilitas ASFR 15-19 tahun di Indonesia. Diperoleh nilai R^2 sebesar 89,07%. Artinya, model regresi nonparametrik *spline truncated* yang diperoleh mampu menjelaskan variabilitas ASFR 15-19 tahun di Indonesia sebesar 89,07%. Nilai tersebut sudah mendekati 100%, sehingga model sudah cukup baik.

4.2.4 Pengujian Asumsi Residual

Terdapat beberapa asumsi yang harus dipenuhi dalam melakukan pemodelan regresi nonparametrik *spline truncated* yaitu asumsi residual berdistribusi normal, identik, dan independen. Berikut adalah pengujian-pengujian yang dilakukan untuk mengetahui apakah asumsi-asumsi tersebut terpenuhi.

4.2.4.1 Asumsi Residual Berdistribusi Normal

Dapat dilakukan suatu pengujian untuk mengetahui apakah residual data memenuhi asumsi berdistribusi normal atau tidak. Pengujian ini dilakukan dengan uji *Kolmogorov-Smirnov* yang dapat dilihat pada Gambar 4.9. Taraf signifikansi yang digunakan adalah $\alpha = 0,05$.



Gambar 4.10 Uji Asumsi Residual Berdistribusi Normal

Gambar 4.10 menunjukkan hasil pengujian asumsi residual berdistribusi normal. Dapat dilihat bahwa diperoleh nilai $KS = 0,092$ dan $P_{value} > 0,150$, sedangkan nilai $D_{0,95(34)} = 0,227$. Sehingga diperoleh keputusan gagal tolak H_0 karena $KS < D_{0,95(34)}$ dan $P_{value} > \alpha$, serta dapat disimpulkan bahwa asumsi residual berdistribusi normal terpenuhi.

4.2.4.2 Asumsi Residual Identik

Dapat dilakukan suatu pengujian untuk mengetahui apakah residual data memenuhi asumsi identik (tidak terjadi heteroskedastisitas) atau tidak. Pengujian ini dilakukan dengan uji *Glejser* dan disajikan hasil pada Tabel 4.9. Taraf signifikansi (α) yang digunakan adalah 0,05.

Tabel 4.9 ANOVA Uji *Glejser*

Sumber Variasi	Derajat Bebas (db)	Jumlah Kuadrat (JK)	Kuadrat Tengah (KT)	F_{hitung}	P_{value}
Regresi	18	186,26	10,35	0,82	0,66
Error	15	188,74	12,58		
Total	33	374,99			

Tabel 4.9 menunjukkan hasil pengujian asumsi residual identik. Dapat dilihat bahwa diperoleh nilai $F_{hitung} = 0,82$ dan $P_{value} = 0,66$, sedangkan nilai $F_{0,05;(18,15)} = 2,35$. Keputusan yang

dapat diambil yaitu gagal tolak H_0 karena $F_{hitung} < F_{0,05;(18,15)}$ dan $P_{value} > \alpha$, sehingga dapat disimpulkan bahwa asumsi residual identik terpenuhi atau tidak terjadi heteroskedastisitas.

4.2.4.3 Asumsi Residual Independen

Selanjutnya dilakukan suatu pengujian untuk mengetahui apakah residual memenuhi asumsi independen atau tidak. Pengujian ini dilakukan dengan *Run Test* yang dapat dilihat pada Tabel 4.10. Pengujian menggunakan *Run Test* ingin mengetahui apakah residual bersifat acak atau tidak. Jika runtun residual bersifat acak, maka residual memenuhi asumsi independen. Taraf signifikansi yang digunakan adalah $\alpha = 0,05$.

Tabel 4.10 Hasil *Run Test*

<i>r</i>	<i>n1</i>	<i>n2</i>	<i>P-value</i>
18	15	19	0,934

Tabel 4.10 menunjukkan bahwa nilai r yang diperoleh adalah sebesar 18 dan nilai P -value yang diperoleh sebesar 0,934. Dengan taraf signifikansi (α) sebesar 0,05 didapatkan keputusan Gagal Tolak H_0 karena nilai $r < r_{atas} = 24$ dan nilai P -value lebih dari α , sehingga didapatkan kesimpulan bahwa residual memenuhi asumsi independen karena runtun dari residual bersifat acak.

4.2.5 Interpretasi Model Regresi Nonparametrik Spline *Truncated*

Setelah diketahui model terbaik dengan kriteria GCV minimum serta asumsi residual telah terpenuhi, maka dilakukan interpretasi dari model ASFR 15-19 tahun di Indonesia dengan regresi nonparametrik *spline truncated* menggunakan kombinasi knot 3,3,3,1,3. Berikut merupakan model ASFR 15-19 tahun menggunakan regresi nonparametrik *spline truncated*

$$\begin{aligned} \hat{y}_i = & 364,08 + 1,40x_{1,i} - 42,92(x_{1,i} - 50,57)_+ + 75,57(x_{1,i} - 52,93)_+ + \\ & - 30,46(x_{1,i} - 55,29)_+ - 0,55x_{2,i} - 34,22(x_{2,i} - 21,82)_+ + \\ & 91,75(x_{2,i} - 23,45)_+ - 64,99(x_{2,i} - 25,08)_+ - 1,24x_{3,i} + \\ & 26,60(x_{3,i} - 14,06)_+ - 51,62(x_{3,i} - 16,01)_+ + 28,51(x_{3,i} - 17,97)_+ + \\ & 0,49x_{4,i} - 2,54(x_{4,i} - 45,28)_+ - 1185,97x_{5,i} + 5097,08(x_{5,i} - 0,35)_+ + \\ & - 7787,15(x_{5,i} - 0,36)_+ + 4329,14(x_{5,i} - 0,37)_+ \end{aligned}$$

Interpretasi dari model tersebut dapat dijelaskan sebagai berikut.

1. Ketika X_2 , X_3 , X_4 , dan X_5 dianggap konstan, maka pengaruh persentase UKP wanita < 20 tahun (X_1) terhadap persentase ASFR 15-19 tahun di Indonesia adalah

$$\begin{aligned} \hat{y}_i = & 364,08 + 1,40x_{1,i} - 42,92(x_{1,i} - 50,57)_+ + 75,57(x_{1,i} - 52,93)_+ + \\ & - 30,46(x_{1,i} - 55,29)_+ \\ = & \begin{cases} 364,08 + 1,40x_{1,i} & , x_{1,i} < 50,57 \\ 2534,54 - 41,52x_{1,i} & , 50,57 \leq x_{1,i} < 52,93 \\ -1465,38 + 34,05x_{1,i} & , 52,93 \leq x_{1,i} < 55,29 \\ 218,75 + 3,59x_{1,i} & , x_{1,i} \geq 55,29 \end{cases} \end{aligned}$$

Berdasarkan model tersebut dapat dijelaskan bahwa ketika wilayah di Indonesia dengan persentase UKP wanita < 20 tahun kurang dari 50,57% meningkat sebesar satu persen, maka ASFR 15-19 tahun akan bertambah 1,40. Wilayah yang berada pada interval ini adalah Provinsi Sumatera Barat, Maluku, Nusa Tenggara Timur, Bali, Sumatera Utara, D.I. Yogyakarta, DKI Jakarta, dan Kepulauan Riau. Sedangkan apabila persentase UKP wanita < 20 tahun antara 50,57% hingga 52,93% naik sebesar satu persen, ASFR 15-19 tahun akan turun sebesar 41,52. Provinsi yang memiliki persentase UKP wanita < 20 tahun antara 50,57%-52,93% tersebut adalah Provinsi Sulawesi Utara. Hal tersebut menandakan tidak selalu persentase UKP wanita < 20 tahun yang naik akan menurunkan ASFR 15-19 tahun di Sulawesi Utara. Hal tersebut dikarenakan wanita yang sudah menikah pada usia

kurang dari 20 tahun bisa saja tidak hamil atau melahirkan karena mengakses alat KB atau menjadi peserta aktif KB, melihat persentase wanita yang mengakses alat KB di Sulawesi Utara cukup tinggi yaitu sebesar 60,59%. (BPS, 2017b). Apabila persentase UKP wanita < 20 tahun antara 52,93% hingga 55,29% naik sebesar satu persen maka ASFR 15-19 tahun akan naik sebesar 34,05. Provinsi yang memiliki persentase UKP wanita < 20 tahun antara 52,93%-55,29% adalah Provinsi Aceh, Riau, dan Kalimantan Timur. Dan apabila persentase UKP wanita < 20 tahun lebih dari 55,29% naik sebesar satu persen maka ASFR 15-19 tahun akan naik sebesar 3,59. Provinsi yang memiliki persentase UKP wanita < 20 tahun yang lebih dari 55,29% adalah provinsi sisanya yaitu Provinsi Papua Barat, Kalimantan Utara, Maluku Utara, Sulawesi Selatan, Kepulauan Bangka Belitung, Papua, Sumatera Selatan, Jawa Tengah, dan seterusnya.

2. Ketika X_1 , X_3 , X_4 , dan X_5 dianggap konstan, maka pengaruh persentase wanita tamat SMA (X_2) terhadap ASFR 15-19 tahun di Indonesia adalah

$$\hat{y}_i = 364,08 - 0,55x_{2,i} - 34,22(x_{2,i} - 21,82)_+ + 91,75(x_{2,i} - 23,45)_+ - 64,99(x_{2,i} - 25,08)_+$$

$$= \begin{cases} 364,08 - 0,55x_{2,i} & , x_{2,i} < 21,82 \\ 1110,76 - 34,77x_{2,i} & , 21,82 \leq x_{2,i} < 23,45 \\ -1040,78 + 56,98x_{2,i} & , 23,45 \leq x_{2,i} < 25,08 \\ 589,17 - 8,01x_{2,i} & , x_{2,i} \geq 25,08 \end{cases}$$

Berdasarkan model tersebut dapat dijelaskan bahwa ketika wilayah di Indonesia dengan persentase wanita tamat SMA kurang dari 21,82% meningkat sebesar satu persen, maka ASFR 15-19 tahun akan turun sebesar 0,55. Wilayah yang berada pada interval ini adalah Provinsi Sumatera Selatan, Banten, Sulawesi Selatan, Sulawesi Tengah, Kalimantan Tengah, Kalimantan Selatan, Nusa Tenggara Barat, Kepulauan Bangka Belitung, Lampung, Kalimantan Barat,

Gorontalo, Jawa Timur, Jawa Barat, Sulawesi Barat, Nusa Tenggara Timur, Papua, dan Jawa Tengah. Sedangkan apabila persentase wanita tamat SMA antara 21,82% hingga 23,45% naik sebesar satu persen, maka ASFR 15-19 tahun akan turun sebesar 34,77. Provinsi yang memiliki persentase wanita tamat SMA antara 21,82%-23,45% adalah Provinsi D.I. Yogyakarta, Jambi, Bengkulu, dan Sumatera Barat. Apabila persentase wanita tamat SMA antara 23,45% hingga 25,08% naik sebesar satu persen maka ASFR 15-19 tahun akan naik sebesar 56,98. Provinsi yang memiliki persentase wanita tamat SMA antara 23,45%-25,08% hanya Provinsi Sulawesi Tenggara. Selanjutnya, apabila persentase wanita tamat SMA lebih dari 25,08% naik sebesar satu persen maka ASFR 15-19 tahun akan turun sebesar 8,01. Provinsi yang memiliki persentase wanita tamat SMA yang lebih dari 25,08% adalah provinsi sisanya yaitu Provinsi Maluku Utara, Riau, Sulawesi Utara, Kalimantan Timur, Bali, Kalimantan Utara, Aceh, Papua Barat, Sumatera Utara, DKI Jakarta, Maluku, dan Kepulauan Riau.

3. Ketika X_1 , X_2 , X_4 , dan X_5 dianggap konstan, maka pengaruh persentase penduduk miskin (X_3) terhadap ASFR 15-19 tahun di Indonesia adalah

$$\hat{y}_i = 364,08 - 1,24x_{3,i} + 26,60(x_{3,i} - 14,06)_+ - 51,62(x_{3,i} - 16,01)_+ + 28,51(x_{3,i} - 17,97)_+$$

$$= \begin{cases} 364,08 - 1,24x_{3,i} & , x_{3,i} < 14,06 \\ -9,92 + 25,36x_{3,i} & , 14,06 \leq x_{3,i} < 16,01 \\ 816,52 - 26,26x_{3,i} & , 16,01 \leq x_{3,i} < 17,97 \\ 304,19 + 2,25x_{3,i} & , x_{3,i} \geq 17,97 \end{cases}$$

Berdasarkan model tersebut dapat dijelaskan bahwa ketika wilayah di Indonesia dengan persentase penduduk miskin tahun kurang dari 14,06% meningkat sebesar satu persen, maka ASFR 15-19 tahun akan turun sebesar 1,24. Wilayah yang berada pada interval ini adalah Provinsi DKI Jakarta,

Bali, Kalimantan Selatan, Kalimantan Tengah, Kepulauan Bangka Belitung, Banten, Kalimantan Timur, Kepulauan Riau, Maluku Utara, Sumatera Barat, Kalimantan Utara, Riau, Jawa Barat, Kalimantan Barat, Sulawesi Utara, Jambi, Sumatera Utara, Sulawesi Selatan, Sulawesi Barat, Jawa Timur, Sulawesi Tenggara, Jawa Tengah, D.I. Yogyakarta, Lampung, dan Sumatera Selatan. Sedangkan apabila persentase penduduk miskin berada antara 14,06% hingga 16,01% naik sebesar satu persen, maka ASFR 15-19 tahun akan naik sebesar 25,36. Wilayah yang memiliki persentase penduduk miskin pada interval tersebut adalah Provinsi Sulawesi Tengah, Nusa Tenggara Barat, Bengkulu, dan Aceh. Apabila persentase penduduk miskin berada pada interval antara 16,01% hingga 17,97% naik sebesar satu persen maka ASFR 15-19 tahun akan turun sebesar 26,26. Provinsi yang memiliki persentase penduduk miskin pada interval tersebut hanya Provinsi Gorontalo, dan apabila persentase penduduk miskin lebih dari 17,97% naik sebesar satu persen maka ASFR 15-19 tahun akan naik sebesar 2,25. Provinsi yang memiliki persentase penduduk miskin yang lebih dari 17,97% tersebut adalah provinsi sisanya yaitu Provinsi Maluku, Nusa Tenggara Timur, Papua Barat, dan Papua.

4. Ketika X_1 , X_2 , X_3 , dan X_5 dianggap konstan, maka pengaruh persentase penduduk wanita 15 tahun ke atas yang bekerja (X_4) terhadap ASFR 15-19 tahun adalah

$$\hat{y}_i = 364,08 + 0,49x_{4,i} - 2,54(x_{4,i} - 45,28)_+$$

$$= \begin{cases} 364,08 + 0,49x_{4,i} & , x_{4,i} < 47,11 \\ 479,09 - 2,05x_{4,i} & , x_{4,i} \geq 47,11 \end{cases}$$

Berdasarkan model tersebut dapat dijelaskan bahwa ketika wilayah di Indonesia dengan persentase penduduk wanita 15 tahun ke atas yang bekerja kurang dari 47,11% meningkat sebesar satu persen, maka ASFR 15-19 tahun akan bertambah sebesar 0,45. Wilayah yang berada pada interval ini adalah Provinsi Riau, Kalimantan Timur, Banten, Sulawesi Utara,

Maluku Utara, Jawa Barat, Sulawesi Selatan, Aceh, Kalimantan Utara, Maluku, Gorontalo, Kepulauan Riau, DKI Jakarta, Kalimantan Tengah, Lampung, Sulawesi Barat, Sulawesi Tengah, Jambi, Papua Barat, Sumatera Barat, Sulawesi Tenggara, Sumatera Utara, Bengkulu, Nusa Tenggara Barat, Jawa Timur, Jawa Tengah, dan Papua. Sedangkan apabila persentase penduduk wanita 15 tahun ke atas yang bekerja berada pada interval lebih dari 47,11% naik sebesar satu persen, maka ASFR 15-19 tahun akan turun sebesar 2,05. Provinsi yang memiliki persentase penduduk wanita 15 tahun ke atas yang bekerja pada interval lebih dari 47,11% tersebut adalah Provinsi D.I. Yogyakarta, Bali, Kalimantan Selatan, Nusa Tenggara Timur, dan Kepulauan Bangka Belitung.

5. Ketika $X_1, X_2, X_3,$ dan $X_4,$ dianggap konstan, maka pengaruh *gini ratio* (X_5) terhadap ASFR 15-19 tahun di Indonesia adalah

$$\hat{y}_i = 364,08 - 1185,97x_{5,i} + 5097,08(x_{5,i} - 0,35)_+ +$$

$$- 7787,15(x_{5,i} - 0,36)_+ + 4329,14(x_{5,i} - 0,37)_+$$

$$= \begin{cases} 364,08 - 1185,97x_{6,i} & , x_{5,i} < 0,35 \\ -1419,90 + 3911,11x_{6,i} & , 0,35 \leq x_{5,i} < 0,36 \\ 1383,47 - 3876,04x_{6,i} & , 0,36 \leq x_{5,i} < 0,37 \\ 5712,61 + 453,1x_{6,i} & , x_{5,i} \geq 0,37 \end{cases}$$

Berdasarkan model tersebut dapat dijelaskan bahwa ketika wilayah di Indonesia dengan *gini ratio* kurang dari 0,35 meningkat sebesar satu poin, maka ASFR 15-19 tahun akan turun sebesar 1185,97. Wilayah yang berada pada interval ini adalah Provinsi Kepulauan Bangka Belitung, Sumatera Barat, Kalimantan Utara, Maluku, Riau, Kalimantan Tengah, Kalimantan Barat, Aceh, Maluku Utara, Kalimantan Timur, Lampung, Jambi, Sumatera Utara, dan Sulawesi Barat. Sedangkan apabila *gini ratio* bernilai antara 0,35 hingga 0,36 naik sebesar satu poin, maka ASFR 15-19 tahun akan naik sebesar 3911,11. Provinsi yang memiliki *gini ratio* pada

interval tersebut adalah Provinsi Bengkulu, Kalimantan Selatan, dan Sulawesi Tengah. Selanjutnya, apabila *gini ratio* bernilai antara 0,36 hingga 0,37 naik sebesar satu poin maka ASFR 15-19 tahun akan turun sebesar 3876,04. Provinsi yang memiliki *gini ratio* pada interval tersebut adalah Provinsi Nusa Tenggara Timur dan Kepulauan Riau. Dan apabila *gini ratio* bernilai lebih dari 0,37 naik sebesar satu poin, maka ASFR 15-19 tahun akan naik sebesar 453,1. Provinsi yang memiliki *gini ratio* yang lebih dari 0,37 adalah provinsi sisanya yaitu Provinsi Jawa Tengah, Sumatera Selatan, Nusa Tenggara Barat, Bali, Banten, Papua Barat, Jawa Barat, Sulawesi Utara, Papua, Sulawesi Tenggara, Gorontalo, DKI Jakarta, Jawa Timur, Sulawesi Selatan, dan D.I. Yogyakarta.

(Halaman ini sengaja dikosongkan)

BAB V KESIMPULAN DAN SARAN

5.1 Kesimpulan

Setelah dilakukan analisis pada bab sebelumnya, maka diperoleh kesimpulan yang dapat diuraikan sebagai berikut.

1. ASFR 15-19 tahun di Indonesia pada tahun 2017 adalah sebesar 33 kelahiran per 1000 wanita usia 15-19 tahun. Nilai tersebut telah memenuhi target yang telah ditetapkan oleh BKKBN yaitu 36 kelahiran per 1000, namun hal tersebut tidak berlaku pada beberapa provinsi yang nilainya sangat jauh dari target tersebut. ASFR 15-19 tahun di Indonesia yang tertinggi adalah pada Provinsi Kalimantan Utara dan yang terendah adalah pada Provinsi Aceh. Hal tersebut menandakan bahwa tidak meratanya pembangunan.
2. Model regresi nonparametrik *spline truncated* terbaik dari ASFR 15-19 tahun di Indonesia pada tahun 2017 adalah dengan menggunakan kombinasi knot 3,3,3,1,3. Semua variabel independen yaitu persentase UKP wanita < 20 tahun, persentase wanita tamat SMA, persentase penduduk miskin, persentase wanita umur 15 tahun ke atas yang bekerja, dan *gini ratio* berpengaruh terhadap ASFR 15-19 tahun di Indonesia dengan model yang diperoleh adalah sebagai berikut.

$$\begin{aligned}\hat{y}_i = & 364,08 + 1,40x_{1,i} - 42,92(x_{1,i} - 50,57)_+ + 75,57(x_{1,i} - 52,93)_+ + \\ & - 30,46(x_{1,i} - 55,29)_+ - 0,55x_{2,i} - 34,22(x_{2,i} - 21,82)_+ + \\ & 91,75(x_{2,i} - 23,45)_+ - 64,99(x_{2,i} - 25,08)_+ - 1,24x_{3,i} + \\ & 26,60(x_{3,i} - 14,06)_+ - 51,62(x_{3,i} - 16,01)_+ + 28,51(x_{3,i} - 17,97)_+ + \\ & 0,49x_{4,i} - 2,54(x_{4,i} - 45,28)_+ - 1185,97x_{5,i} + 5097,08(x_{5,i} - 0,35)_+ + \\ & - 7787,15(x_{5,i} - 0,36)_+ + 4329,14(x_{5,i} - 0,37)_+\end{aligned}$$

Nilai koefisien determinasi yang dihasilkan dari model adalah sebesar 89,07%. Hal ini menunjukkan bahwa model tersebut mampu menjelaskan keragaman ASFR 15-19 tahun di Indonesia sebesar 89,07% dan model dapat dikatakan cukup

baik karena nilai koefisien determinasi yang mendekati 100%.

5.2 Saran

Beberapa saran yang dapat diberikan oleh penulis yaitu sebagai berikut.

1. Bagi penelitian selanjutnya, sebaiknya menambah faktor-faktor lain yang mempengaruhi ASFR 15-19 tahun di Indonesia.
2. Bagi pemerintah khususnya perwakilan BKKBN pada masing-masing provinsi, sebaiknya memperhatikan variabel yang mempunyai pengaruh pada ASFR 15-19 tahun di masing-masing Provinsi karena pencegahan yang dilakukan oleh pemerintah pusat saja tidak cukup. Perlu adanya penanganan khusus untuk karakteristik wilayah tertentu. Untuk itu, hendaknya perwakilan BKKBN masing-masing provinsi memberikan sosialisasi baik untuk para remaja dan juga orang tuanya sehingga dapat menumbuhkan kesadaran masyarakat untuk dapat menurunkan ASFR 15-19 tahun misalnya dengan melakukan Pendewasaan Usia Pernikahan (PUP) dan mendukung program wajib belajar 12 tahun.

DAFTAR PUSTAKA

- BKKBN. (2016). *Rencana Strategis Badan Kependudukan dan Keluarga Berencana Nasional Tahun 2015-2019 (Revisi)*. Jakarta: BKKBN.
- BKKBN. (2018). *Mencegah Pernikahan Anak melalui Program KKBPk*. Banjarmasin: Seminar Nasional Kependudukan.
- BPS. (2011). *Fertilitas Penduduk Hasil Sensus Penduduk 2010*. Jakarta: Badan Pusat Statistik.
- BPS. (2017a). *Indikator Kesejahteraan Rakyat 2017*. Jakarta: Badan Pusat Statistik.
- BPS. (2017b). *Statistik Kesejahteraan Indonesia 2017*. Jakarta: Badan Pusat Statistik.
- Budiantara, I. N. (2001). *Estimasi Parametrik dan Nonparametrik untuk Pendekatan Kurva Regresi*. Surabaya: ITS Press.
- Budiantara, I. N. (2005). *Penentuan Titik-titik Knots dalam Regresi Spline*. Surabaya: Jurusan Statistika ITS.
- Budiantara, I. N. (2009). *Spline dalam Regresi Nonparametrik dan Semiparametrik: Sebuah Pemodelan Statistika Masa Kini dan Masa Mendatang*. Surabaya: ITS Press.
- Daniel, W. W. (1989). *Applied Nonparametric Statistics*. New York: Huoghton Mefflin Company.
- Draper, N., & Smith, H. (1998). *Applied Regression Analysis* (3rd Edition ed). New York : John Wiley and Sons, Inc.
- Eubank, R. 1999. *Nonparametric Regression and Spline Smoothing Second Edition*. New York: Marcel Dekker, Inc.
- Gujarati, D., & Porter, D. (2008). *Basic Econometrics* (5th Edition). New York : McGraw-Hill.
- Hidayat, R. M. (2017). *Pemodelan Faktor-Faktor yang Mempengaruhi Age Spesific Fertility Rate (ASFR) di Provinsi Jawa Timur dengan Pendekatan Regresi Noparametrik Spline. Tugas Akhir*. Surabaya: Institut Teknologi Sepuluh Nopember.
- Intansari, I. A. (2016). *Inferensi Statistik Kurva Regresi Non-parametrik Spline Kuadratik dan Aplikasinya pada ASFR*

- (*Age Specific Fertility Rate*) di Bali. Tesis. Surabaya: Institut Teknologi Sepuluh Nopember.
- KKB. (2011). *Kamus Istilah Kependudukan & Keluarga Berencana*. Jakarta: Badan Kependudukan dan Keluarga Berencana Nasional Provinsi Jawa Timur.
- Malinda, Y. (2012). Hubungan Umur Kawin Pertama dan Penggunaan Kontrasepsi dengan Fertilitas Remaja Berstatus Kawin (Analisis Riskedas 2010). *Jurnal Kesehatan Reproduksi*, Vol. 3, Hal 1-2.
- Nahar, Q., & Min H. (2008). *Trends and Determinants of Adolescent Childbearing in Bangladesh*. USA : Macro Inc.
- Royyana, D. S. (2018). *Pemodelan Age Specific Fertility Rate 15-19 Tahun di Jawa Timur dengan Pendekatan Regresi Probit Biner. Tugas Akhir*. Surabaya: Institut Teknologi Sepuluh Nopember.
- Raharja, M. B. (2013). *Fertilitas Remaja di Indonesia*. Jakarta: Pusat Penelitian dan Pengembangan BKKBN.
- Rusli. (1996). *Pengantar Ilmu Kependudukan*. Jakarta : L3PS
- Sarwono, S. W. (2011). *Psikologi Remaja*. Jakarta: PT Raja Grafindo Persada.
- SDKI. (2017). *Survei Demografi dan Kesehatan Indonesia*. Jakarta: Badan Kependudukan dan Keluarga Berencana Nasional.
- Wahba, G. (1990). *Spline Models for Observation Data*. Pennsylvania: SIAM.
- Walpole, R. E. (1995). *Pengantar Metode Statistika, Edisi ke-3*. Alih Bahasa: Bambang Sumantri. Jakarta: PT. Gramedia Pustaka Utama.
- WHO. (2008). Adolescent Pregnancy. *World Health Organization: Department of Making Pregnancy Safer, I*.

LAMPIRAN

Lampiran 1 Data *Age Specific Fertility Rate* (ASFR) 15-19 tahun dan Faktor-Faktor yang Mempengaruhinya

Provinsi	Y	X₁	X₂	X₃	X₄	X₅
Aceh	12	53.24	26.96	15.92	30.86	0.329
Sumatera Utara	21	43.81	28.71	9.28	36.19	0.335
Sumatera Barat	22	49.6	23.1	6.75	35.21	0.312
Riau	25	54.63	25.49	7.41	27.90	0.325
Jambi	29	63.39	22.26	7.9	34.71	0.334
Sumatera Selatan	26	59.75	20.94	13.1	37.06	0.365
Bengkulu	50	64.15	22.28	15.59	37.24	0.349
Lampung	30	61.35	17.59	13.04	33.38	0.333
Kep. Bangka Belitung	45	58.14	19	5.3	72.73	0.276
Kepulauan Riau	19	38.15	33.24	6.13	32.41	0.359
DKI Jakarta	16	38.97	30.01	3.78	32.54	0.409
Jawa Barat	32	64.89	16.37	7.83	29.62	0.393
Jawa Tengah	34	59.84	13.25	12.23	41.52	0.365
DI Yogyakarta	18	42.95	22.17	12.36	49.05	0.44
Jawa Timur	56	63.33	16.42	11.2	40.97	0.415
Banten	30	61.79	20.93	5.59	28.23	0.379
Bali	36	46.03	26.32	4.14	51.35	0.379
Nusa Tenggara Barat	48	62.09	19.01	15.05	39.38	0.378
Nusa Tenggara Timur	19	46.88	15.63	21.38	66.52	0.359
Kalimantan Barat	46	60.28	17.45	7.86	36.41	0.329
Kalimantan Tengah	70	66.09	19.86	5.26	33.32	0.327
Kalimantan Selatan	40	67.12	19.38	4.7	52.77	0.347
Kalimantan Timur	19	54.64	26.24	6.08	28.21	0.333
Kalimantan Utara	81	57.57	26.39	6.96	31.49	0.313
Sulawesi Utara	31	51.21	25.51	7.9	28.27	0.394
Sulawesi Tengah	24	60.55	20.23	14.22	33.62	0.345
Sulawesi Selatan	26	57.81	20.56	9.48	29.89	0.429
Sulawesi Tenggara	26	63.02	24.34	11.97	35.66	0.404
Gorontalo	49	60.66	16.54	17.14	32.30	0.405
Sulawesi Barat	50	62.64	15.69	11.18	33.42	0.339
Maluku	23	48.42	30.71	18.29	32.03	0.321

Lampiran 1 Data *Age Specific Fertility Rate* (ASFR) 15-19 tahun dan Faktor-Faktor yang Mempengaruhinya (Lanjutan)

Provinsi	Y	X ₁	X ₂	X ₃	X ₄	X ₅
Maluku Utara	62	57.64	25.22	6.44	28.79	0.33
Papua Barat	44	56.51	27.34	23.12	35.16	0.387
Papua	38	58.62	15.51	27.76	45.24	0.398

Keterangan :

Y : *Age Specific Fertility Rate* (ASFR) 15- 19 tahun

X₁ : persentase UKP wanita < 20 tahun

X₂ : persentase wanita tamat SMA

X₃ : persentase penduduk miskin

X₄ : persentase penduduk wanita umur 15 tahun ke atas yang bekerja

X₅ : *Gini ratio*

Lampiran 2 Program Pemilihan Titik Knot Optimal dengan Satu Titik Knot

```
GCV1=function(para)
{
  data=read.csv("D://Data New.csv",header=TRUE)
  data=as.matrix(data)
  p=length(data[,1])
  q=length(data[1,])
  m=ncol(data)-para-1
  dataA=data[, (para+2):q]
  F=matrix(0,nrow=p,ncol=p)
  diag(F)=1
  nk= length(seq(min(data[,2]),max(data[,2]),length.out=50))
  knot1=matrix(ncol=m,nrow=nk)
  for (i in (1:m))
  {
    for (j in (1:nk))
```

Lampiran 2 (Lanjutan) Program Pemilihan Titik Knot Optimal dengan Satu Titik Knot

```

{
  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)
Rsqr=rep(NA,a2)
for (i in 1:a2)
{
  for (j in 1:m)
  {
    for (k in 1:p)
    {
      if (data[k,(j+para+1)]<knot1[i,j]) data1[k,j]=0 else
data1[k,j]=data[k,(j+para+1)]-knot1[i,j]
    }
  }
  mx=cbind(aa,data2,data1)
  mx=as.matrix(mx)
  C=pinv(t(mx)%*%mx)
  B=C%*%(t(mx)%*%data[,1])
  yhat=mx%*%B
  SSE=0
  SSR=0
  for (r in (1:p))
  {
    sum=(data[r,1]-yhat[r,])^2
    sum1=(yhat[r,]-mean(data[,1]))^2
    SSE=SSE+sum
    SSR=SSR+sum1
  }
}

```

Lampiran 2 (Lanjutan) Program Pemilihan Titik Knot Optimal dengan Satu Titik Knot

```

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 1 knot", "\n")
cat("=====", "\n")
print (knot1)
cat("=====", "\n")
cat("Rsq dengan Spline linear 1 knot", "\n")
cat("=====", "\n")
print (Rsq)
cat("=====", "\n")
cat("HASIL GCV dengan Spline linear 1 knot", "\n")
cat("=====", "\n")
print (GCV)
s1=min(GCV)
print(max(Rsq))
cat("=====", "\n")
cat("HASIL GCV terkecil dengan Spline linear 1 knot", "\n")
cat("=====", "\n")
cat(" GCV =", s1, "\n")
write.table(GCV, file="D:/output GCV1 New.txt", sep=";")
write.table(Rsq, file="D:/output Rsq1 New.txt", sep=";")
write.table(knot1, file="D:/output knot1 New.txt", sep=";")
}
GCV1(0)

```


Lampiran 3 Program Pemilihan Titik Knot Optimal dengan Dua Titik Knot

```
GCV2=function(para)
{
  data=read.csv("D://Data New.csv", header=TRUE)
  data=as.matrix(data)
  p=length(data[,1])
  q=length(data[1,])
  m=ncol(data)-1
  F=matrix(0,nrow=p,ncol=p)
  diag(F)=1
  nk= length(seq(min(data[,2]),max(data[,2]),length.out=50))
  knot=matrix(ncol=m,nrow=nk)
  for (i in (1:m))
  {
    for (j in (1:nk))
    {
      a=seq(min(data[,i+1]),max(data[,i+1]),length.out=50)
      knot[j,i]=a[j]
    }
  }
  z=(nk*(nk-1)/2)
  knot2=cbind(rep(NA,(z+1)))
  for (i in (1:m))
  {
    knot1=rbind(rep(NA,2))
    for (j in 1:(nk-1))
    {
      for (k in (j+1):nk)
      {
        xx=cbind(knot[j,i],knot[k,i])
        knot1=rbind(knot1,xx)
      }
    }
    knot2=cbind(knot2,knot1)
  }
  knot2=knot2[2:(z+1),2:(2*m+1)]
  aa=rep(1,p)
  data2=matrix(ncol=(2*m),nrow=p)
```

Lampiran 3 (Lanjutan) Program Pemilihan Titik Knot Optimal dengan Dua Titik Knot

```

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

```

Lampiran 3 (Lanjutan) Program Pemilihan Titik Knot Optimal dengan Dua Titik Knot

```

Rsq=as.matrix(Rsq)

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

cat("=====", "\n")
print (knot2)

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

cat("=====", "\n")
print (Rsq)

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

cat("=====", "\n")
print (GCV)
s1=min(GCV)

cat("=====", "\n")
cat("HASIL GCV terkecil dengan Spline linear 2 knot", "\n")

cat("=====", "\n")
cat(" GCV =",s1, "\n")
write.table(GCV,file="D:/output GCV2 New.txt",sep=";")
write.table(Rsq,file="D:/output Rsq2 New.txt",sep=";")
write.table(knot2,file="D:/output knot2 New.txt",sep=";")
}
GCV2(0)

```

Lampiran 4 Program Pemilihan Titik Knot Optimal dengan Tiga Titik Knot

```

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

```

Lampiran 4 (Lanjutan) Program Pemilihan Titik Knot Optimal dengan Tiga Titik Knot

```

}
  knot1=cbind(knot1,knot2)
}
knot1=knot1[2:(z+1),2:(3*m+1)]
aa=rep(1,p)
data1=matrix(ncol=(3*m),nrow=p)
data2=data[, (para+2):q]
a1=length(knot1[,1])
GCV=rep(NA,a1)
Rsqr=rep(NA,a1)
for (i in 1:a1)
{
  for (j in 1:ncol(knot1))
  {
    b=ceiling(j/3)
    for (k in 1:p)
    {
      if (data2[k,b]<knot1[i,j])      data1[k,j]=0      else
data1[k,j]=data2[k,b]-knot1[i,j]
    }
  }
  mx=cbind(aa,data[,2:q],data1)
  mx=as.matrix(mx)
  C=pinv(t(mx)%*%mx)
  B=C%*%(t(mx)%*%data[,1])
  yhat=mx%*%B
  SSE=0
  SSR=0
  for (r in (1:p))
  {
    sum=(data[r,1]-yhat[r,])^2
    sum1=(yhat[r,]-mean(data[,1]))^2
    SSE=SSE+sum
    SSR=SSR+sum1
  }
  Rsq[i]=(SSR/(SSE+SSR))*100
  MSE=SSE/p

```

Lampiran 4 (Lanjutan) Program Pemilihan Titik Knot Optimal dengan Tiga Titik Knot

```

A=mx%*%C%*%t(mx)
  A1=(F-A)
  A2=(sum(diag(A1))/p)^2
  GCV[i]=MSE/A2
}
GCV=as.matrix(GCV)
Rsq=as.matrix(Rsq)
cat("=====", "\n")
cat("Nilai Knot dengan Spline linear 3 knot", "\n")
cat("=====", "\n")
print (knot1)
cat("=====", "\n")
cat("Rsq dengan Spline linear 3 knot", "\n")
cat("=====", "\n")
print (Rsq)
r=max(Rsq)
print (r)
cat("=====", "\n")
cat("HASIL GCV dengan Spline linear 3 knot", "\n")
cat("=====", "\n")
print (GCV)
s1=min(GCV)
cat("=====", "\n")
cat("HASIL GCV terkecil dengan Spline linear 3 knot", "\n")
cat("=====", "\n")
cat(" GCV =", s1, "\n")
write.table(GCV, file="D:/output GCV3 New.txt", sep=";")
write.table(Rsq, file="D:/output Rsq3 New.txt", sep=";")
write.table(knot1, file="D:/output knot3 New.txt", sep=";")
}
GCV3(0)

```

Lampiran 5 Program Pemilihan Titik Knot Optimal dengan Kombinasi Titik Knot

```

GCVkom=function(para)
{
  data=read.csv("D://Data New.csv", header=TRUE)

```

Lampiran 5 (Lanjutan) Program Pemilihan Titik Knot Optimal dengan Kombinasi Titik Knot

```

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://OUTPUT TA//COBA 3//X1.txt")
x2=read.table("D://OUTPUT TA//COBA 3//X2.txt")
x3=read.table("D://OUTPUT TA//COBA 3//X3.txt")
x4=read.table("D://OUTPUT TA//COBA 3//X4.txt")
x5=read.table("D://OUTPUT TA//COBA 3//X5.txt")
x6=read.table("D://OUTPUT TA//COBA 3//X6.txt")
n2=nrow(x1)
a=matrix(nrow=6,ncol=3^6)
m=0
for (i in 1:3)
  for (j in 1:3)
    for (k in 1:3)
      for (l in 1:3)
        for (s in 1:3)
          for(o in 1:3)
            {
              m=m+1
              a[,m]=c(i,j,k,l,s,o)
            }
a=t(a)
GCV=matrix(nrow=nrow(x1),ncol=3^6)
for (i in 1:3^6)
{
  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)

```

Lampiran 5 (Lanjutan) Program Pemilihan Titik Knot Optimal dengan Kombinasi Titik Knot

```

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

```


Lampiran 5 (Lanjutan) Program Pemilihan Titik Knot Optimal dengan Kombinasi Titik Knot

```

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

```

Lampiran 5 (Lanjutan) Program Pemilihan Titik Knot Optimal dengan Kombinasi Titik Knot

```

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

```

Lampiran 5 (Lanjutan) Program Pemilihan Titik Knot Optimal dengan Kombinasi Titik Knot

```

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

```

Lampiran 5 (Lanjutan) Program Pemilihan Titik Knot Optimal dengan Kombinasi Titik Knot

```

gen=as.matrix(cbind(data[, (v+4)], data[, (v+4)]))
ee=matrix(nrow=nrow(x1)*nrow(data), ncol=2)
for (j in 1:2)
  for (w in 1:nrow(data))
  {
    if (gen[w,j]<gab[h,j]) ee[w,j]=0 else ee[w,j]=gen[w,j]-gab[h,j]
  }
}
else
{
  gab=as.matrix(x5[,4:6])
  gen=as.matrix(cbind(data[, (v+4)], data[, (v+4)], data[, (v+4)]))
  ee=matrix(nrow=nrow(x1)*nrow(data), ncol=3)
  for (j in 1:3)
    for (w in 1:nrow(data))
    {
      if (gen[w,j]<gab[h,j]) ee[w,j]=0 else ee[w,j]=gen[w,j]-gab[h,j]
    }
  }
  ma=as.matrix(cbind(aa,bb,cc,dd,ee))
  mx=cbind(rep(1, nrow(data)), data[,2:q1], na.omit(ma))
  mx=as.matrix(mx)
  C=pinv(t(mx))%*%mx
  B=C%*%(t(mx))%*%data[,1]
  yhat=mx%*%B
  SSE=0
  SSR=0
  for (r in 1:nrow(data))
  {
    sum=(data[r,1]-yhat[r,])^2
    sum1=(yhat[r,]-mean(data[,1]))^2
    SSE=SSE+sum
    SSR=SSR+sum1
  }
  Rsq=(SSR/(SSE+SSR))*100
  MSE=SSE/p1
  A=mx%*%C%*%t(mx)

```

Lampiran 5 (Lanjutan) Program Pemilihan Titik Knot Optimal dengan Kombinasi Titik Knot

```

A1=(F-A)
A2=(sum(diag(A1))/p1)^2
GCV[h,i]=MSE/A2
}
if (a[i,1]==1) sp=x1[,1] else
if (a[i,1]==2) sp=x1[,2:3] else
  sp=x1[,4:6]
if (a[i,2]==1) spl=x2[,1] else
if (a[i,2]==2) spl=x2[,2:3] else
  spl=x2[,4:6]
if (a[i,3]==1) splin=x3[,1] else
if (a[i,3]==2) splin=x3[,2:3] else
  splin=x3[,4:6]
if (a[i,4]==1) spline=x4[,1] else
if (a[i,4]==2) spline=x4[,2:3] else
  spline=x4[,4:6]
if (a[i,5]==1) splines=x5[,1] else
if (a[i,5]==2) splines=x5[,2:3] else
  splines=x5[,4:6]

kkk=cbind(sp,spl,splin,spline,splines)
cat("=====", "\n")
print(i)
print(kkk)
print(Rsq)
}
write.table(GCV,file="D:/output GCV kombinasi baru.txt",sep=";")
write.table(Rsq,file="D:/output Rsq kombinasi baru.txt",sep=";")
}
GCVkom(0)

```

Lampiran 6 Program Estimasi Parameter Untuk Kombinasi Titik Knot

```

uji=function(alpha,para)
{
  data=read.csv("D://Data New.csv", header=TRUE)
  knot=read.table("D://OUTPUT TA//COBA 3//Model Terbaik

```

Lampiran 6 (Lanjutan) Program Estimasi Parameter Untuk Kombinasi Titik Knot

```

New.txt", sep='\t')
data=as.matrix(data)
knot=as.matrix(knot)
ybar=mean(data[,1])
m=para+2
p=nrow(data)
q=ncol(data)

dataA=cbind(data[,m],data[,m],data[,m],data[,m+1],data[,m+1],data[,
m+1],data[,m+2],data[,m+2],data[,m+2],data[,m+3],data[,m+4],
data[,m+4], data[,m+4])
dataA=as.matrix(dataA)
satu=rep(1,p)
n1=ncol(knot)
data.knot=matrix(ncol=n1,nrow=p)
for (i in 1:n1)
{
  for(j in 1:p)
  {
    if      (dataA[j,i]<knot[1,i])      data.knot[j,i]=0      else
data.knot[j,i]=dataA[j,i]-knot[1,i]
  }
}
mx=cbind(satu,data[,2],data.knot[,1:3],data[,3],data.knot[,4:6],data[,4],
data.knot[,7:9],data[,5],data.knot[,10],data[,6],data.knot[,11:13])
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

```

Lampiran 6 (Lanjutan) Program Estimasi Parameter Untuk Kombinasi Titik Knot

```

MSE=SSE/(p-n1)
MSR=SSR/(n1-1)
Rsqr=(SSR/(SSR+SSE))*100

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

#uji t (uji individu)

thit=rep(NA,n1)
pval=rep(NA,n1)
SE=sqrt(diag(MSE*(pinv(t(mx)%*%mx))))
cat("-----","\n")
cat("Kesimpulan hasil uji individu","\n")
cat("-----","\n")
thit=rep(NA,n1)
pval=rep(NA,n1)
for (i in 1:n1)

```

Lampiran 6 (Lanjutan) Program Estimasi Parameter Untuk Kombinasi Titik Knot

```

{
  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.table(res,file="D:/OUTPUT TA/COBA 3/output uji residual
knot new.txt")
write.table(pval,file="D:/OUTPUT TA/COBA 3/output uji pvalue
knot new.txt")
write.table(mx,file="D:/OUTPUT TA/COBA 3/output uji mx knot
new.txt")
write.table(yhat,file="D:/OUTPUT TA/COBA 3/output uji yhat knot
new.txt")
}
uji(0.05,0)

```

Lampiran 7 Program Uji *Glejser* Untuk Kombinasi Titik Knot

```

glejser=function(alpha,para)
{
  data=read.csv("D://Data New.csv", header=TRUE)
  knot=read.table("D://Model Terbaik New.txt", sep='\\t')

```


Lampiran 7 (Lanjutan) Program Uji *Glejser* Untuk Tiga Titik Knot

```

res=read.table("D://RESI.csv", header=TRUE)
data=as.matrix(data)
knot=as.matrix(knot)
res=abs(res)
res=as.matrix(res)
rbar=mean(res)
m=para+2
p=nrow(data)
q=ncol(data)

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

mx=cbind(satu,data[,2],data.knot[,1:3],data[,3],data.knot[,4:6],data[,4],
data.knot[,7:9],data[,5],data.knot[,10],data[,6],data.knot[,11:13])
mx=as.matrix(mx)
B=(ginv(t(mx)%*%mx))%*%t(mx)%*%res
n1=nrow(B)
yhat=mx%*%B
residual=res-yhat
SSE=sum((res-yhat)^2)
SSR=sum((yhat-rbar)^2)
SST=SSR+SSE

```

Lampiran 7 (Lanjutan) Program Uji *Glejser* Untuk Kombinasi Titik Knot

```

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")
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")
}
glejser(0.05,0)res=read.table("E:/residual4tanpaASI.txt")
data=as.matrix(data)

```

Lampiran 7 (Lanjutan) Program Uji *Glejser* Untuk Kombinasi Titik Knot

```
knot=as.matrix(knot)
res=abs(res)
res=as.matrix(res)
rbar=mean(res)
m=para+2
p=nrow(data)
q=ncol(data)}
```

Lampiran 8 Output Nilai GCV dengan Satu Titik Knot

No	GCV	X ₁	X ₂	X ₃	X ₄	X ₅
1	324,488	38,741	13,658	4,269	28,815	0,283
2	367,189	39,332	14,066	4,759	29,729	0,287
3	365,494	39,924	14,474	5,248	30,645	0,290
4	360,069	40,515	14,882	5,738	31,559	0,293
5	365,519	41,106	15,289	6,227	32,474	0,296
:	:	:	:	:	:	:
19	303,748	49,383	21,001	13,078	45,283	0,342
20	304,500	49,974	21,409	13,568	46,198	0,345
:	:	:	:	:	:	:
44	372,840	64,164	31,200	25,313	68,156	0,424
45	369,581	64,755	31,608	25,802	69,070	0,427
46	355,741	65,346	32,016	26,292	69,985	0,430
47	355,741	65,938	32,424	26,781	70,900	0,433
48	348,315	66,529	32,832	27,271	71,815	0,437

Lampiran 9 Output Nilai GCV dengan Dua Titik Knot

No	GCV	X ₁	X ₂	X ₃	X ₄	X ₅
1	324,497	38,150	13,250	3,780	27,900	0,280
		38,741	13,658	4,269	28,815	0,283
2	367,189	38,150	13,250	3,780	27,900	0,280
		39,332	14,066	4,759	29,729	0,287
3	365,494	38,150	13,250	3,780	27,9	0,280
		39,924	14,474	5,248	30,645	0,289
4	360,069	38,150	13,250	3,780	27,900	0,280
		40,515	14,882	5,738	31,559	0,293
5	365,519	38,150	13,250	3,780	27,900	0,280
		41,106	15,289	6,227	32,475	0,296
:	:	:	:	:	:	:

Lampiran 9 (Lanjutan) Output Nilai GCV dengan Dua Titik Knot

No	GCV	X ₁	X ₂	X ₃	X ₄	X ₅
995	245,244	54,704	24,673	17,483	53,517	0,371
		55,296	25,081	17,972	54,432	0,375
⋮	⋮	⋮	⋮	⋮	⋮	
1221	358,937	65,346	32,016	26,292	69,985	0,430
		66,529	32,832	27,271	71,815	0,437
1222	369,581	65,346	32,016	26,292	69,985	0,430
		67,120	32,832	27,760	72,730	0,437
1223	358,937	65,938	32,424	26,781	70,900	0,433
		66,529	32,832	27,271	71,815	0,437
1224	355,741	65,938	32,424	26,781	70,900	0,433
		67,120	33,240	27,760	72,730	0,440
1225	348,315	66,529	32,832	27,271	71,815	0,437
		67,120	33,240	27,760	72,730	0,440

Lampiran 10 Output Nilai GCV dengan Tiga Titik Knot

No	GCV	X ₁	X ₂	X ₃	X ₄	X ₅
1	426,070	38,741	13,658	4,269	28,815	0,283
		39,332	14,066	4,759	29,730	0,287
		39,924	14,474	5,248	30,645	0,286
2	417,100	38,741	13,658	4,269	28,815	0,283
		39,332	14,066	4,759	29,730	0,287
		40,515	14,882	5,738	31,560	0,293
3	485,230	38,741	13,658	4,269	28,815	0,283
		39,332	14,066	4,759	29,730	0,287
		41,106	15,290	6,227	32,474	0,299
4	557,810	38,741	13,658	4,269	28,815	0,283
		39,332	14,066	4,759	29,730	0,287
		41,697	15,698	6,716	33,389	0,299
5	551,790	38,741	13,658	4,269	28,915	0,283
		39,332	14,066	4,759	29,730	0,287
		42,289	16,106	7,206	34,304	0,303
⋮	⋮	⋮	⋮	⋮	⋮	
14099	183,44	50,566	21,817	14,057	47,113	0,348
		53,931	23,449	16,015	50,772	0,362
		55,296	25,081	17,972	54,432	0,375
⋮	⋮	⋮	⋮	⋮	⋮	

Lampiran 10 (Lanjutan) Output Nilai GCV dengan Tiga Titik Knot

No	GCV	X ₁	X ₂	X ₃	X ₄	X ₅
17293	386,200	64,755	31,608	25,020	69,070	0,430
		65,346	32,016	26,292	69,985	0,430
		65,938	32,424	26,781	70,900	0,434
17294	386,180	64,755	31,608	25,082	69,070	0,427
		65,346	32,016	26,292	69,985	0,430
		66,529	32,832	2,271	71,815	0,437
17295	386,200	64,755	31,608	25,082	69,070	0,427
		65,938	32,424	26,781	70,9	0,434
		66,529	32,832	27,271	71,815	0,427
17296	358,940	65,346	32,016	26,292	69,985	0,430
		65,938	32,424	26,781	70,900	0,434
		66,529	32,832	27,271	71,815	0,437

Lampiran 11 Output Estimasi Parameter dan Uji Signifikansi Parameter Untuk Kombinasi Titik Knot

Estimasi Parameter	
[1,]	364.0776387
[2,]	1.4037048
[3,]	-42.9224912
[4,]	75.5661706
[5,]	-30.4593022
[6,]	-0.5471944
[7,]	-34.2173781
[8,]	91.7483086
[9,]	-64.9993650
[10,]	-1.2422058
[11,]	26.6001287
[12,]	-51.6155302
[13,]	28.5128078
[14,]	0.4870182
[15,]	-2.5443163
[16,]	-1185.9662225
[17,]	5097.0829088
[18,]	-7787.1541831
[19,]	4329.1351601

Lampiran 11 (Lanjutan) Output Estimasi Parameter dan Uji Signifikansi Parameter Untuk Kombinasi Titik Knot

Kesimpulan hasil uji serentak

Tolak Ho yakni minimal terdapat 1 prediktor yang signifikan

Kesimpulan hasil uji individu

Tolak Ho yakni prediktor signifikan dengan pvalue 0.01172744
 Gagal tolak Ho yakni prediktor tidak signifikan dengan pvalue 0.3913163
 Tolak Ho yakni prediktor signifikan dengan pvalue 0.0002967106
 Tolak Ho yakni prediktor signifikan dengan pvalue 9.499642e-05
 Tolak Ho yakni prediktor signifikan dengan pvalue 0.0005138031
 Gagal tolak Ho yakni prediktor tidak signifikan dengan pvalue 0.5653445
 Tolak Ho yakni prediktor signifikan dengan pvalue 0.001624516
 Tolak Ho yakni prediktor signifikan dengan pvalue 9.037344e-05
 Tolak Ho yakni prediktor signifikan dengan pvalue 2.26769e-05
 Gagal tolak Ho yakni prediktor tidak signifikan dengan pvalue 0.1124229
 Tolak Ho yakni prediktor signifikan dengan pvalue 0.0002729954
 Tolak Ho yakni prediktor signifikan dengan pvalue 0.001317341
 Tolak Ho yakni prediktor signifikan dengan pvalue 0.01253021
 Gagal tolak Ho yakni prediktor tidak signifikan dengan pvalue 0.2937276
 Tolak Ho yakni prediktor signifikan dengan pvalue 0.01074509
 Tolak Ho yakni prediktor signifikan dengan pvalue 0.0002524097
 Tolak Ho yakni prediktor signifikan dengan pvalue 0.0007183999
 Tolak Ho yakni prediktor signifikan dengan pvalue 0.001163874
 Tolak Ho yakni prediktor signifikan dengan pvalue 0.001108698

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

[,1]
 [1,] 2.8681597
 [2,] 0.8827174
 [3,] -4.6790989
 [4,] 5.2660157
 [5,] -4.4030084
 [6,] -0.5879024
 [7,] -3.8345104
 [8,] 5.2922333
 [9,] -6.0389329
 [10,] -1.6862828

Lampiran 11 (Lanjutan) Output Estimasi Parameter dan Uji Signifikansi Parameter Untuk Kombinasi Titik Knot

[11,]	4.7213367			
[12,]	-3.9372326			
[13,]	2.8354332			
[14,]	1.0880954			
[15,]	-2.9113206			
[16,]	-4.7611806			
[17,]	4.2362311			
[18,]	-3.9980711			
[19,]	4.0219571			
Analysis of Variance				
=====				
Sumber	df	SS	MS	Fhit
Regresi	18	7743.187	430.1771	6.789614
Error	15	950.3716	63.35811	
Total	33	8693.559		
=====				
s=	7.959781	Rsq=	89.0681	
pvalue(F)=	0.0002525058			

Lampiran 12 Output Uji *Glejser* Untuk Kombinasi titik Knot

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	18	186.2581	10.34767	0.8223901
Error	15	188.7365	12.58243	
Total	33	374.9946		
=====				
s=	3.547173	Rsq=	49.66953	
pvalue(F)=	0.6574405			

Lampiran 13 Surat Keterangan Pengambilan Data Sekunder

SURAT PERNYATAAN

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

Nama : Robiatul Maziyah

NRP : 06211745000026

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

Sumber : BKKBN dan Badan Pusat Statistik

Keterangan : website dan Statistika Kesejahteraan Rakyat 2017

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

Mengetahui
Pembimbing Tugas Akhir



(Dra. Madu Ratna, M.Si.)
NIP. 19590109 198803 2 001

Surabaya, (14 Juni 2019)



(Robiatul Maziyah)
NRP. 06211745000026

*(coret yang tidak perlu)



BIODATA PENULIS

Penulis bernama lengkap Robiatul Maziyah atau yang lebih akrab disapa “Zia”. Penulis lahir di kota Surabaya dan bertempat tinggal di Jalan Kapasari VII No. 15 Surabaya. Pendidikan formal yang pernah ditempuh oleh penulis ialah TK (1999-2001) dan SD Ta’miriyah Surabaya (2001-2007), SMPN 5 Surabaya (2007-2010), SMAN 8 Surabaya (2010-2013), dan melanjutkan ke jenjang Diploma III Statistika ITS pada tahun 2013 dan lulus pada tahun 2016. Setelah itu penulis melanjutkan studi di Lintas Jalur Statistika ITS pada tahun 2017 dan akan lulus pada tahun ini dengan menyelesaikan laporan tugas akhir yang berjudul “**PEMODELAN ASFR (*AGE SPECIFIC FERTILITY RATE*) DI INDONESIA MENGGUNAKAN REGRESI NONPARA-METRIK SPLINE TRUNCATED**”. Selama kuliah penulis mencari berbagai pengalaman diantaranya dengan bergabung di UKM Paduan Suara sebagai Anggota dan menjadi panitia di beberapa acara di Jurusan maupun UKM. Bagi pembaca yang ingin memberi saran, kritik atau ingin berdiskusi lebih lanjut dengan penulis terkait dengan Tugas Akhir ini dapat dikirimkan melalui alamat email : ro.maziyah29@gmail.com.

(Halaman ini sengaja dikosongkan)