



**TUGAS AKHIR – SS141501**

**PEMODELAN *CONTRACEPTIVE PREVALENCE RATE* DI JAWA TIMUR MENGGUNAKAN  
PENDEKATAN REGRESI NONPARAMETRIK  
SPLINE**

**CATUR BUDI PURNAMA  
NRP 1315 105 006**

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

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



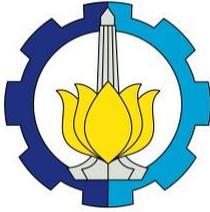
**TUGAS AKHIR – SS141501**

**PEMODELAN *CONTRACEPTIVE PREVALENCE RATE* DI JAWA TIMUR MENGGUNAKAN  
PENDEKATAN REGRESI NONPARAMETRIK  
SPLINE**

**CATUR BUDI PURNAMA  
NRP 1315 105 006**

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

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



**FINAL PROJECT – SS141501**

**CONTRACEPTIVE PREVALENCE RATE  
MODELING IN EAST JAVA USING SPLINE  
NONPARAMETRIC REGRESSION APPROACH**

**CATUR BUDI PURNAMA  
NRP 1315 105 006**

**Supervisor**

**Dra. Madu Ratna, M.Si.**

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

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

**LEMBAR PENGESAHAN**

**PEMODELAN *CONTRACEPTIVE PREVALENCE RATE*  
DI JAWA TIMUR MENGGUNAKAN PENDEKATAN  
REGRESI NONPARAMETRIK SPLINE**

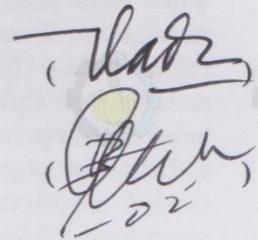
**TUGAS AKHIR**

Diajukan Untuk Memenuhi Salah Satu Syarat  
Memperoleh Gelar Sarjana Sains  
pada  
Program Studi Sarjana Departemen Statistika  
Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam  
Institut Teknologi Sepuluh Nopember

Oleh :  
**Catur Budi Purnama**  
NRP. 1315 105 006

Disetujui oleh Pembimbing:  
Dra. Madu Ratna, M.Si.  
NIP. 19590109 198603 2 001

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



Mengetahui,  
Kepala Departemen



  
Dr. Suhartono  
NIP. 19710929 199512 1 001

SURABAYA, JULI 2017

# **PEMODELAN *CONTRACEPTIVE PREVALENCE RATE* DI JAWA TIMUR MENGGUNAKAN PENDEKATAN REGRESI NONPARAMETRIK SPLINE**

**Nama Mahasiswa** : Catur Budi Purnama  
**NRP** : 1315 105 006  
**Departemen** : Statistika  
**Dosen Pembimbing 1** : Dra. Madu Ratna, M. Si.  
**Dosen Pembimbing 2** : Prof. Dr. Drs. I Nyoman  
Budiantara, M. Si.

## **Abstrak**

*Ukuran yang digunakan untuk mengevaluasi keberhasilan program KB adalah persentase Contraceptive Prevalence Rate (CPR). Target CPR di Indonesia tahun 2015 adalah 65,2% sedangkan realisasinya masih 60,9%. Salah satu Provinsi yang memiliki CPR di bawah rata-rata Nasional adalah Jawa Timur sebesar 63,79%.. Salah satu tujuan utama Badan Kependudukan dan Keluarga Berencana Nasional (BKKBN) 2014-2019 adalah meningkatkan CPR menjadi 66% dan menekan laju pertumbuhan penduduk menjadi 1,21%. Untuk menunjang ketercapaian tersebut adalah meningkatkan CPR di Jawa Timur dengan memodelkan CPR dan faktor-faktor yang diduga mempengaruhinya. Faktor-faktor yang diduga berpengaruh terhadap CPR adalah persentase penduduk miskin, persentase wanita dengan pendidikan tertinggi kurang dari atau sama dengan SLTP, persentase wanita dengan usia perkawinan pertama 18 tahun kebawah, persentase wanita yang pernah kawin dengan anak lahir hidup kurang dari atau sama dengan dua, dan persentase wanita yang berstatus bekerja. Penelitian ini menggunakan data di 38 Kabupaten/Kota di Jawa Timur tahun 2015. Pemodelan dengan menggunakan pendekatan Regresi Nonparametrik Spline digunakan karena pola data antara CPR dan faktor-faktor yang diduga berpengaruh adalah tidak membentuk pola tertentu. Hasil dari penelitian ini di dapatkan bahwa seluruh variabel prediktor berpengaruh signifikan dan*

*semua asumsi telah terpenuhi. Model regresi nonparametrik spline terbaik adalah spline dengan 3 titik knot. Model ini memiliki nilai koefisien determinasi sebesar 94,481%.*

***Kata Kunci : Contraceptive Prevalence Rate, Program Keluarga Berencana, Regresi Nonparametrik Spline***

# CONTRACEPTIVE PREVALENCE RATE MODELING IN EAST JAVA USING SPLINE NONPARAMETRIC REGRESSION APPROACH

**Student Name** : Catur Budi Purnama  
**NRP** : 1315 105 006  
**Department** : Statistics  
**Supervisor 1** : Dra. Madu Ratna, M. Si.  
**Supervisor 2** : Prof. Dr. Drs. I Nyoman Budiantara,  
M. Si.

## **Abstract**

*The measurement to evaluating the successfulness of Keluarga Berencana (KB) program is the level of Contraceptive Prevalence Rate (CPR). CPR target on 2015 in Indonesia is 65.2% while the realization still 60.9%. One of the Province that has CPR rate below the National average is East Java Province with 63.79%. One of the goals of Badan Kependudukan dan Keluarga Berencana Nasional (BKKBN) is increasing CPR to 66% and suppressing population growth rate to 1,21%. The influential suspected factors towards the level of CPR are the percentage of poor citizen, the percentage of women with the highest education less than or equal to Middle School, the percentage of women with the age of first marriage 18 years old and under, the percentage of women who ever married with child alive less than or equal to two, and the percentage of women with working status. This research using data at 38 Discticts/Cities in East Java on 2015. Modeling with Spline Nonparametric Regression method is chosen because the data pattern between CPR level variable and the influential suspected factors is not shaping certain pattern. The conclusion is all of the predictor variable significantly influencing to CPR and all of the assumption is fullfilled. The best Spline Nonparametric Regression*

*model is spline with 3 knot. This Spline model has determination coefficient value 94.481%.*

***Keywords : Contraceptive Prevalence Rate, Keluarga Berencana, Spline Nonparametric Regression***

## KATA PENGANTAR

Puji syukur kehadirat Allah, Tuhan semesta alam yang telah melimpahkan rahmat dan karuniaNya sehingga penulis dapat menyelesaikan penyusunan laporan tugas akhir yang berjudul “**Pemodelan *Contraceptive Prevalence Rate* di Jawa Timur Menggunakan Pendekatan Regresi Nonparametrik Spline**”. Penulis menyadari bahwa dalam penyusunan Tugas Akhir ini tidak terlepas dari bantuan dan dukungan dari berbagai pihak. Oleh karena itu, penulis mengucapkan terima kasih kepada:

1. Ibu Dra. Madu Ratna, M.Si dan Bapak Prof. Dr. Drs. I Nyoman Budiantara, M.Si selaku dosen pembimbing tugas akhir yang telah banyak memberikan bimbingan dan pengarahan dalam penyusunan laporan tugas akhir ini.
2. Ibu Dr. Ismaini Zain, M.Si dan Bapak Imam Safawi Ahmad, S.Si, M.Si. selaku dosen penguji tugas akhir yang telah memberikan banyak saran dan masukan serta nasehat dalam penyusunan laporan tugas akhir ini.
3. Bapak Dr. Suhartono selaku Kepala Departemen Statistika Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam Institut Teknologi Sepuluh Nopember Surabaya.
4. Badan Kependudukan dan Keluarga Berencana Nasional (BKKBN) Perwakilan Jawa Timur yang telah memberikan segala bentuk bantuan dalam penyusunan Tugas Akhir ini.
5. Kedua orang tua atas segala dukungan dan doa yang tidak hentinya dipanjatkan sehingga penulis dapat menyelesaikan studi di Departemen Statistika dengan baik.
6. Ketiga saudara penulis yang senantiasa memberikan bimbingan dan doanya sehingga memberikan kelancaran penulis dalam menyelesaikan studi di Departemen Statistika.
7. Teman-teman Lintas Jalur angkatan 2015 yang telah menemani perjuangan selama dua tahun ini dan atas segala bantuan serta kerjasamanya sehingga memberikan kelancaran bagi penulis dalam menyelesaikan studi di Departemen Statistika.

8. Teman-teman dekat yang telah banyak memberikan dukungan, semangat, dan keceriaannya sehingga penulis dapat menikmati segala proses di Departemen Statistika dengan baik.
9. Semua pihak yang turut serta dalam membantu terselesaikannya Tugas Akhir ini yang tidak dapat disebutkan satu persatu.

Dengan berakhirnya pengerjaan laporan tugas akhir ini, peneliti berharap laporan ini dapat memberikan manfaat kepada penulis pada khususnya dan pembaca pada umumnya. Sekaligus dapat memberikan manfaat kepada BKKBN Perwakilan Jawa Timur khususnya dalam ruang lingkup pengendalian penduduk melalui Program Keluarga Berencana. Peneliti menyadari dalam penulisan laporan ini masih jauh dari sempurna. Oleh karena itu, peneliti mengharap adanya perbaikan dalam penulisan laporan di masa mendatang.

**Surabaya, Juli 2017**

**Penulis**

## DAFTAR ISI

	Halaman
<b>HALAMAN JUDUL</b> .....	i
<b>HALAMAN PENGESAHAN</b> .....	v
<b>ABSTRAK</b> .....	vii
<b>ABSTRACT</b> .....	ix
<b>KATA PENGANTAR</b> .....	xi
<b>DAFTAR ISI</b> .....	xiii
<b>DAFTAR GAMBAR</b> .....	xv
<b>DAFTAR TABEL</b> .....	xvii
<b>DAFTAR LAMPIRAN</b> .....	xix
<b>BAB I. PENDAHULUAN</b>	
1.1 Latar Belakang.....	1
1.2 Rumusan Masalah.....	4
1.3 Tujuan.....	4
1.4 Manfaat .....	4
1.5 Batasan Masalah .....	5
<b>BAB II. TINJAUAN PUSTAKA</b>	
2.1 Statistika Deskriptif .....	7
2.2 Analisis Regresi .....	8
2.3 Regresi Parametrik .....	8
2.4 Regresi Nonparametrik.....	9
2.5 Regresi Nonparametrik Spline.....	10
2.6 Pemilihan Titik Knot Optimal .....	11
2.7 Pengujian Parameter Model.....	11
2.8 Pengujian dan Pemeriksaan Asumsi Residual .....	13
2.9 Program Keluarga Berencana (KB).....	16
2.10 CPR Sebagai Ukuran Keberhasilan Program KB.....	16
2.11 Faktor-faktor yang diduga mempengaruhi CPR.....	17
<b>BAB III. METODOLOGI PENELITIAN</b>	
3.1 Sumber Data .....	21
3.2 Variabel Penelitian .....	21
3.3 Langkah-Langkah Analisis .....	24
3.4 Diagram Alir.....	25

**BAB IV. ANALISIS DAN PEMBAHASAN**

4.1 Deskripsi Karakteristik *Contraseptive Prevalence Rate* (CPR) dan Faktor yang Diduga Mempengaruhinya di Provinsi Jawa Timur ..... 27

4.2 Pemodelan *Contraseptive Prevalence Rate* (CPR) di provinsi Jawa Timur ..... 35

**BAB V. KESIMPULAN DAN SARAN**

5.1 Kesimpulan..... 61

5.2 Saran ..... 62

**DAFTAR PUSTAKA** ..... 63

**LAMPIRAN** ..... 65

## DAFTAR GAMBAR

	Halaman
<b>Gambar 3.1</b> Diagram Alir .....	25
<b>Gambar 4.1</b> Persentase CPR per Kabupaten/Kota di Jawa Timur.....	27
<b>Gambar 4.2</b> Persentase Rumah Tangga Miskin di Jawa Timur.....	29
<b>Gambar 4.3</b> Persentase Wanita berusia 15 tahun keatas dengan pendidikan tertinggi $\leq$ SLTP/Sederajat Menurut Kabupaten/Kota di Jawa Timur .....	30
<b>Gambar 4.4</b> Persentase wanita berusia 15-49 tahun dengan usia perkawinan pertama kurang dari atau sama dengan 18 tahun di Jawa Timur .....	31
<b>Gambar 4.5</b> Persentase wanita berusia 15-49 tahun yang pernah kawin dengan anak lahir hidup kurang dari sama dengan dua di Jawa Timur .....	32
<b>Gambar 4.6</b> Persentase wanita berusia 15 tahun ke atas yang berstatus bekerja di Jawa Timur .....	33
<b>Gambar 4.7</b> <i>Scatterplot</i> Antara variable Y dengan masing-masing variabel X.....	36
<b>Gambar 4.8</b> Plot ACF Residual.....	48
<b>Gambar 4.9</b> Hasil Uji Distribusi Normal .....	49
<b>Gambar 4.10</b> Visualisasi Peta untuk Variabel $X_1$ .....	51
<b>Gambar 4.11</b> Visualisasi Peta untuk Variabel $X_2$ .....	52
<b>Gambar 4.12</b> Visualisasi Peta untuk Variabel $X_3$ .....	54
<b>Gambar 4.13</b> Visualisasi Peta untuk Variabel $X_4$ .....	56
<b>Gambar 4.14</b> Visualisasi Peta untuk Variabel $X_5$ .....	58

*(Halaman ini sengaja dikosongkan)*

## DAFTAR TABEL

	Halaman
<b>Tabel 2.1</b>	Analisis Varians (ANOVA)..... 12
<b>Tabel 3.1</b>	Struktur Data Penelitian..... 23
<b>Tabel 4.1</b>	Ukuran Pemusatan dan Penyebaran CPR dan Faktor Penduga ..... 34
<b>Tabel 4.2</b>	Nilai VIF masing-masing Variabel Prediktor ..... 38
<b>Tabel 4.3</b>	Nilai Korelasi antar Variabel Prediktor ..... 38
<b>Tabel 4.4</b>	Pemilihan Titik Knot Optimum dengan Satu Titik Knot..... 40
<b>Tabel 4.5</b>	Pemilihan Titik Knot Optimum dengan Dua Titik Knot ..... 41
<b>Tabel 4.6</b>	Pemilihan Titik Knot Optimum dengan Tiga Titik Knot..... 42
<b>Tabel 4.7</b>	Pemilihan Titik Knot Optimum dengan Kombinasi Titik Knot ..... 43
<b>Tabel 4.8</b>	GCV Minimum dan Banyak Parameter Masing- Masing Knot..... 44
<b>Tabel 4.9</b>	Tabel ANOVA Model Regresi Nonparametrik Spline ..... 46
<b>Tabel 4.10</b>	Hasil Pengujian Parameter Secara Parsial ..... 47
<b>Tabel 4.11</b>	ANOVA Uji Glejser ..... 48

*(Halaman ini sengaja dikosongkan)*

## DAFTAR LAMPIRAN

	Halaman
<b>Lampiran 1</b>	Data di Provinsi Jawa Timur Tahun 2015 ..... 65
<b>Lampiran 2</b>	Program Regresi Nonparametrik Spline satu, dua, dan tiga knot serta uji parameter menggunakan <i>software</i> R..... 66
<b>Lampiran 3</b>	Program Regresi Nonparametrik Spline dengan Kombinasi Titik Knot..... 75
<b>Lampiran 4</b>	Surat Pernyataan Pengambilan Data..... 81

*(Halaman ini sengaja dikosongkan)*

# BAB I

## PENDAHULUAN

### 1.1. Latar Belakang

Indonesia merupakan salah satu negara berkembang dengan jumlah penduduk pada tahun 2010 sebanyak 237.641.326 jiwa sekaligus menjadi negara dengan jumlah penduduk terbesar ke-4 di dunia. Laju pertumbuhan penduduk di Indonesia adalah 1,49% per tahun atau dengan kata lain penduduk Indonesia akan bertambah sebesar 3 juta sampai dengan 4 juta setiap tahunnya (BPS, 2010). Pertumbuhan penduduk yang sangat tinggi dapat beresiko terhadap penurunan kualitas hidup masyarakat. Hal ini dapat menyebabkan pertumbuhan ekonomi di beberapa daerah menjadi tidak stabil, meningkatkan kemiskinan, menurunkan kesejahteraan rakyat, dan lain sebagainya. Berbagai upaya dalam menekan pertumbuhan penduduk di Indonesia telah dilakukan pemerintah salah satunya melalui Program Keluarga Berencana (KB) yang saat ini dikelola oleh Badan Kependudukan dan Keluarga Berencana Nasional (BKKBN). Program KB dilakukan dengan penggunaan berbagai jenis alat kontrasepsi untuk Pasangan Usia Subur (PUS). Tujuan Program KB adalah mencegah terjadinya pembuahan dan mewujudkan keluarga kecil bahagia dan sejahtera dengan cara melakukan pembatasan jumlah anak. Semakin besar persentase PUS yang berpartisipasi dalam program KB maka akan semakin efektif pula upaya dalam menekan laju pertumbuhan penduduk.

Ukuran yang digunakan dalam mengevaluasi keberhasilan Program KB salah satunya adalah *Contraceptive Prevalence Rate* (CPR) yaitu persentase PUS yang menggunakan alat kontrasepsi (BPS, Sistem informasi Rujukan Statistik). Berdasarkan Laporan Kinerja Instansi Pemerintah BKKBN tahun 2015, target CPR tahun 2015 adalah 65,2% namun realisasinya masih berada di angka 60,9% yang mengindikasikan bahwa ketercapaian program KB di Indonesia masih belum mencapai target (BKKBN, 2016). Ketidaktercapaian angka tersebut dikarenakan penurunan CPR di

beberapa Provinsi di Indonesia. Salah satu Provinsi yang memiliki CPR di bawah rata-rata ketercapaian Nasional adalah Provinsi Jawa Timur. Berdasarkan Data Publikasi Statistik Kesejahteraan Rakyat 2015, persentase PUS yang menggunakan alat kontrasepsi di Jawa Timur pada tahun 2015 adalah 63,79% sedangkan 36,21% sisanya tidak atau belum menggunakan. Nilai ini terus mengalami penurunan selama dua tahun sebelumnya, dengan CPR tahun 2013 sebesar 66,11% dan tahun 2014 sebesar 65,33%. Dibandingkan dengan Provinsi lainnya di Indonesia, persentase CPR di Jawa Timur tahun 2015 berada di urutan ke-12. Sedangkan Jawa Timur menjadi provinsi dengan jumlah penduduk terbesar kedua setelah Jawa Barat yaitu 38.565 juta jiwa. (BPS, 2016). Mengingat salah satu tujuan strategis BKKBN 2015-2019 yaitu menguatkan akses pelayanan KB yang merata dan berkualitas. Berdasarkan hal tersebut ketercapaian dari program KB masih menjadi persoalan penting yang harus diselesaikan di Jawa Timur (BKKBN, 2016).

Berdasarkan Rencana Strategis BKKBN tahun 2015-2019 terdapat beberapa sasaran pembangunan di bidang kependudukan dan Keluarga Berencana yang selaras dengan salah satu tujuan dari *Sustainable Development Goals* (SDGs) serta berdasarkan UU No.52 Tahun 2009 yang mengharapkan adanya penurunan laju pertumbuhan penduduk pada tahun 2019 menjadi 1,21% dan peningkatan program KB yang di ukur melalui CPR dengan target 66% pada tahun 2019 (BKKBN, 2016). Guna menunjang ketercapaian rencana strategis tersebut salah satunya adalah dengan meningkatkan persentase CPR di Jawa Timur. Upaya meningkatkan persentase CPR di Jawa Timur dapat dilakukan dengan melakukan identifikasi terhadap faktor-faktor yang diduga mempengaruhi tingkat CPR. Memodelkan pola hubungan antara CPR dengan faktor-faktor yang diduga mempengaruhinya. Sehingga usaha-usaha peningkatan CPR dapat lebih efektif yaitu dengan memfokuskan pada faktor-faktor pembentuknya.

Penelitian mengenai Program KB di Jawa Timur telah banyak dilakukan oleh berbagai pihak termasuk di dalamnya pemerinathan daerah terkait. Penelitian tersebut hanya terbatas menggunakan

Statistika deskriptif dan tabulasi. Penelitian mengenai faktor-faktor yang mempengaruhi CPR di Jawa Timur dan pemodelan tingkat CPR masih belum banyak dilakukan. Pendekatan Statistika yang dapat digunakan dalam menyelesaikan permasalahan tersebut salah satunya adalah menggunakan pendekatan Regresi. Regresi Nonparametrik Spline merupakan salah satu pendekatan yang dapat digunakan untuk mengetahui faktor-faktor yang mempengaruhi CPR dan membuat pemodelan dari faktor-faktor tersebut. Metode ini tepat digunakan untuk memodelkan CPR karena Regresi Nonparametrik Spline memiliki sifat yang fleksibel yaitu dapat memodelkan dengan fungsi mengikuti pola dari data. Bentuk fungsi pada model Regresi Nonparametrik Spline tidak diketahui dan hanya diasumsikan *smooth* yang berarti termuat dalam suatu ruang fungsi tertentu (Tupen & Budiantara, 2011). Penelitian menggunakan metode serupa pernah dilakukan oleh beberapa peneliti di bidang lain yaitu Arfan & Budiantara (2014), Wulandari & Budiantara (2014), Bintariningrum & Budiantara (2014), dan Pratiwi dan Budiantara (2015). Penelitian terkait CPR telah dilakukan oleh Diana Cristie (2015) yaitu melakukan pemodelan *Contraceptive Prevalence Rate* (CPR) di Indonesia. Sedangkan penelitian mengenai CPR menggunakan Regresi Nonparametrik Spline di Jawa Timur sampai saat ini belum pernah dilakukan. Berdasarkan uraian tersebut penulis akan melakukan penelitian dengan judul Pemodelan *Contraceptive Prevalence Rate* (CPR) di Jawa Timur Menggunakan Pendekatan Regresi Nonparametrik Spline. Adapun luaran yang diharapkan adalah diketahuinya faktor-faktor yang mempengaruhi CPR di Jawa Timur.

## **1.2. Rumusan Masalah**

Berdasarkan latar belakang yang telah dijelaskan sebelumnya, maka permasalahan yang dirumuskan dalam penelitian ini adalah sebagai berikut.

1. Bagaimana karakteristik dari CPR di Jawa Timur beserta faktor-faktor yang diduga mempengaruhinya?
2. Bagaimana pemodelan dari CPR di Jawa Timur dengan menggunakan pendekatan Regresi Nonparametrik Spline?

## **1.3. Tujuan**

Berdasarkan Rumusan Masalah yang telah disusun, maka tujuan yang ingin dicapai dalam penelitian ini adalah sebagai berikut.

1. Mendeskripsikan karakteristik CPR di Jawa Timur beserta faktor-faktor yang diduga mempengaruhinya.
2. Memodelkan CPR di Jawa Timur dengan menggunakan pendekatan Regresi Nonparametrik Spline.

## **1.4. Manfaat**

Manfaat yang diharapkan melalui penelitian ini adalah mendapatkan pemodelan terbaik dari CPR berdasarkan faktor-faktor pembentuknya dengan menggunakan pendekatan Regresi Nonparametrik Spline. Sehingga dapat digunakan oleh instansi pemerintah terkait khususnya BKKBN Provinsi Jawa Timur sebagai pertimbangan dalam penyusunan kebijakan guna untuk meningkatkan partisipasi pengguna KB di Jawa Timur serta dapat menunjang ketercapaian rencana strategis bidang kependudukan. Selain itu penelitian ini bertujuan untuk menambah wawasan dan pengetahuan pembaca, khususnya mahasiswa mengenai metode Regresi Nonparametrik Spline beserta penerapannya dalam permasalahan nyata di Jawa Timur.

### **1.5. Batasan Masalah**

Batasan masalah yang digunakan dalam penelitian ini adalah sebagai berikut.

1. Model yang digunakan adalah model Regresi Nonparametrik Spline linier.
2. Banyak titik knot yang digunakan adalah satu, dua, tiga, dan kombinasi knot.
3. Pemilihan titik knot optimal menggunakan metode GCV (*Generalized Cross Validation*).
4. Penelitian ini dilakukan pada 38 Kabupaten/Kota di Provinsi Jawa Timur dengan menggunakan data tahun 2015.

*(Halaman ini sengaja dikosongkan)*

## BAB II TINJAUAN PUSTAKA

### 2.1. Statistika Deskriptif

Statistika deskriptif adalah metode statistika yang digunakan untuk dapat memperoleh informasi dari data yang merupakan hasil pengamatan nyata. Informasi yang dapat diperoleh dari statistika deskriptif ini meliputi ukuran pemusatan data, ukuran penyebaran data, dan kecenderungan suatu gugus data. Ukuran pemusatan data yang sering digunakan adalah dengan perhitungan nilai tengah (*mean*). Ukuran penyebaran data yang paling sering digunakan dengan perhitungan nilai varians. Formula untuk perhitungan nilai tengah (*mean*) dari data  $x_1, x_2, \dots, x_n$  diberikan oleh :

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

dengan :

$\bar{x}$  : rata-rata sampel

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

$n$  : banyaknya pengamatan

sementara, formula untuk perhitungan varians ( $S^2$ ) adalah kuadrat simpangan data terhadap nilai rata-ratanya.

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

Beberapa penyajian data dengan metode statistika deskriptif umumnya dalam bentuk tabel, grafik, diagram, dan sebagainya yang mampu mendeskripsikan data (Walpole, 1995).

## 2.2. Analisis Regresi

Analisis regresi adalah suatu metode Statistika yang digunakan untuk mengetahui pola hubungan antara variabel respon dengan variabel prediktor. Tujuan utama dalam analisis regresi adalah bagaimana mencari estimasi untuk bentuk kurva regresi (Eubank, 1999). Secara umum terdapat tiga model pendekatan regresi, yaitu model regresi parametrik, model regresi semiparametrik, dan model regresi nonparametrik. Dalam regresi parametrik bentuk dari kurva regresi diasumsikan diketahui. Untuk menggunakan pendekatan regresi parametrik diperlukan pengetahuan dari masa lalu tentang karakteristik data yang akan diselidiki. Berbeda dengan pendekatan regresi nonparametrik, dalam regresi nonparametrik bentuk kurva regresi diasumsikan tidak diketahui. Kurva regresi nonparametrik mengasumsikan kurva regresi *smooth* (mulus) dalam arti termuat didalam suatu ruang fungsi tertentu. Bentuk estimasi dari data tidak dipengaruhi faktor subyektifitas dari peneliti. Regresi semiparametrik digunakan jika dalam model regresi terdapat komponen parametrik dan nonparametrik (Budiantara, 2011).

## 2.3. Regresi Parametrik

Regresi parametrik adalah suatu metode Statistika yang digunakan untuk mengetahui adanya pola hubungan antara variabel prediktor dengan variabel respon dengan asumsi bentuk kurva regresi diketahui. Misal diberikan data

$$(x_i, y_i), i = 1, 2, \dots, n$$

dapat dibentuk model sebagai berikut.

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

dengan :

$y_i$  : respon ke -  $i$

$f(x_i)$  : kurva regresi

$\varepsilon_i$  : *error* yang diasumsikan identik, independen, dan berdistribusi normal

Model regresi parametrik pada Persamaan 2.3 mengasumsikan bahwa bentuk  $f$  diketahui. Bentuk paling dasar dari regresi parametrik adalah regresi linier. Model regresi linier multivariabel dengan  $p$  variabel prediktor ditunjukkan

$$y_i = \beta_0 + \beta_1 x_{i1} + \beta_2 x_{i2} + \dots + \beta_k x_{ik} + \varepsilon_i \quad (2.4)$$

dengan  $y_i$  adalah variabel respon, sedangkan  $\beta_0, \beta_1, \beta_2, \dots, \beta_k$  adalah parameter,  $x_{i1}, x_{i2}, \dots, x_{ik}$  adalah variabel prediktor, dan  $\varepsilon_i$  adalah *error* yang identik, independen, dan berdistribusi normal (Eubank, 1999). Berdasarkan Persamaan 2.4, secara umum bentuk regresi parametrik linier dapat ditulis dengan matriks

$$\mathbf{y} = \mathbf{X}\boldsymbol{\beta} + \boldsymbol{\varepsilon} \quad (2.5)$$

Metode yang bisa digunakan dalam mengestimasi parameter adalah *Ordinary Least Square* (OLS). Estimator diperoleh dari meminimumkan *sum of square* residual

$$\boldsymbol{\varepsilon}^T \boldsymbol{\varepsilon} = (\mathbf{y} - \mathbf{X}\boldsymbol{\beta})^T (\mathbf{y} - \mathbf{X}\boldsymbol{\beta}).$$

selanjutnya  $\boldsymbol{\varepsilon}^T \boldsymbol{\varepsilon}$  diturunkan terhadap  $\boldsymbol{\beta}$ , diperoleh estimator

$$\hat{\boldsymbol{\beta}} = (\mathbf{X}^T \mathbf{X})^{-1} \mathbf{X}^T \mathbf{y} \quad (\text{Eubank, 1999}).$$

## 2.4. Regresi Nonparametrik

Regresi nonparametrik adalah suatu metode Statistika yang digunakan untuk mengetahui adanya pola hubungan antara variabel respon dengan variabel prediktor yang tidak diketahui bentuk fungsinya, sehingga regresi nonparametrik merupakan teknik yang dapat digunakan untuk mengatasi kesulitan dalam regresi parametrik dimana bentuk fungsi dari kurva regresi  $f$  harus diketahui. Kurva regresi dalam regresi nonparametrik diasumsikan *smooth* (mulus) yang berarti termuat dalam suatu ruang fungsi tertentu, sehingga regresi nonparametrik memiliki fleksibilitas yang tinggi. Jika terdapat data berpasangan  $(x_i, y_i)$  dan hubungan

antara  $x_i$  dengan  $y_i$  diasumsikan mengikuti model regresi nonparametrik, maka diperoleh model

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

dengan  $f(x_i)$  yang bentuknya tidak diketahui (Eubank, 1999).

## 2.5. Regresi Nonparametrik Spline

Salah satu model regresi nonparametrik yang memiliki interpretasi statistik dan visual yang sangat khusus dan sangat baik adalah spline. Spline merupakan potongan polinomial yang mempunyai sifat tersegmen, sehingga memungkinkan untuk menyesuaikan diri secara efektif terhadap karakteristik lokal dari fungsi atau data. Selan itu, spline memiliki kemampuan sangat baik untuk menangani data yang perilakunya berubah-ubah pada sub-sub interval tertentu serta memiliki kemampuan yang sangat baik untuk digeneralisasikan pada pemodelan Statistika yang kompleks dan rumit. Regresi Nonparametrik Spline yang terdiri dari variabel respon dan satu variabel prediktor disebut Regresi Nonparametrik Spline univariabel, sedangkan jika terdapat satu variabel respon dengan lebih dari satu variabel prediktor, maka itu dinamakan regresi nonparametrik spline multivariat (Budiantara, 2011).

Misalkan terdapat data berpasangan  $(x_{1i}, x_{2i}, \dots, x_{ki}, y_i)$  dan hubungan antar kedua data tersebut mengikuti model regresi nonparametric

$$y_i = f(x_{1i}, x_{2i}, \dots, x_{ki}) + \varepsilon_i, i = 1, 2, \dots, n$$

dengan  $y_i$  merupakan variabel respon dan  $f$  merupakan kurva regresi yang tidak diketahui bentuknya. Jika kurva regresi  $f$  di dekati dengan fungsi spline, maka diperoleh model regresi

$$y_i = \sum_{j=1}^k f_j(x_{ji}) + \varepsilon_i, i = 1, 2, \dots, n$$

dengan

$$f(x_{ji}) = \sum_{q=0}^l \beta_{qj} x_{ji}^q + \sum_{g=1}^m \beta_{(l+g)j} (x_{ji} - t_{gj})_+^l \quad (2.6)$$

$$\text{dengan } (x_{ji} - t_{gj})_+^l = \begin{cases} (x - t_g)^l, & x_{ji} \geq t_{gj} \\ 0, & x_{ji} < t_{gj} \end{cases}$$

$t_{11}, t_{12}, \dots, t_{gj}$  merupakan titik-titik knot yang memperlihatkan pola perubahan perilaku pada fungsi pada sub-sub interval yang berbeda.  $l$  pada Persamaan 2.6 adalah derajat polinomial. Kurva polinomial dengan derajat satu disebut kurva linier, sedangkan jika derajat dua disebut kurva kuadratik serta jika derajat tiga disebut kurva kubik (Eubank, 1999).

## 2.6. Pemilihan Titik Knot Optimal

Pemilihan titik knot optimal pada Regresi Nonparametrik Spline sangatlah penting. Spline yang terbaik adalah spline memiliki titik knot optimal. Salah satu metode untuk menentukan titik knot optimal adalah *Generalized Cross Validation* (GCV). Model spline terbaik memiliki knot optimal diperoleh dari nilai GCV yang minimum. Persamaan 2.7 menunjukkan fungsi GCV (Eubank, 1999).

$$GCV(t_1, t_2, \dots, t_j) = \frac{MSE(t_1, t_2, \dots, t_j)}{\left(n^{-1} \text{trace} [I - A(t_1, t_2, \dots, t_j)]\right)^2}, \quad (2.7)$$

dengan

$$MSE(t_1, t_2, \dots, t_j) = n^{-1} \sum_{i=1}^n (y_i - \hat{f}(x_i))^2 \quad (2.8)$$

dimana  $t = (t_1, t_2, \dots, t_j)$  merupakan titik knot pada masing-masing variabel prediktor sedangkan matrik  $A(t_1, t_2, \dots, t_j)$  diperoleh dari persamaan  $\hat{y} = A(t_1, t_2, \dots, t_j)y$  (Eubank, 1999).

## 2.7. Pengujian Parameter Model

Pengujian parameter model dilakukan untuk mengetahui apakah terdapat variabel yang memberikan pengaruh signifikan terhadap model dan untuk menentukan variabel-variabel prediktor mana saja yang memberikan pengaruh signifikan terhadap variabel

respon. Pengujian parameter model terdiri dari pengujian secara serentak dan pengujian secara individu. Berikut ini akan dijelaskan secara rinci masing-masing pengujian parameter model.

### a. Uji Serentak

Uji serentak dilakukan untuk mengetahui signifikansi parameter model regresi secara bersama-sama seluruh variabel respon. Diberikan model regresi spline seperti pada persamaan 2.6. Hipotesis yang digunakan adalah sebagai berikut.

$$H_0 : \beta_{11} = \beta_{12} = \dots = \beta_{(l+m)k} = 0$$

$$H_1 : \text{minimal terdapat satu } \beta_{hj} \neq 0, \quad h=1,2,\dots,(l+m), \quad j=1,2,\dots,k$$

dengan statistik uji dalam pengujian serentak menggunakan uji  $F$

$$F_{hitung} = \frac{MSR}{MSE} \quad (2.9)$$

pengujian parameter model secara serentak dapat disajikan menggunakan *Analysis of Variance* (ANOVA) yang disajikan dalam Tabel 2.1 sebagai berikut.

**Tabel 2.1** ANOVA Model Regresi

Sumber Variasi	Derajat Bebas (df)	Jumlah Kuadrat (SS)	Rataan Kuadrat (MS)	$F_{hitung}$
Regresi	$k(l+m)$	$SSR = \mathbf{b}^T \mathbf{X}^T \mathbf{y} - n\bar{y}^2$	$MSR = \frac{SSR}{k(l+m)}$	
Residual	$n - k(l+m) - 1$	$SSE = \mathbf{y}^T \mathbf{y} - \mathbf{b}^T \mathbf{X}^T \mathbf{y}$	$MSE = \frac{SSE}{n - k(l+m) - 1}$	$F = \frac{MSR}{MSE}$
Total	$n - 1$	$SST = \mathbf{y}^T \mathbf{y} - n\bar{y}^2$		

dimana  $n$  menunjukkan banyaknya observasi. Daerah penolakan untuk pengujian parameter secara serentak adalah tolak  $H_0$  jika  $F_{hitung} > F_{\alpha; k(l+m); n-k(l+m)-1}$  yang berarti minimal terdapat satu variabel prediktor yang berpengaruh signifikan terhadap variabel respon. Salah satu kriteria yang digunakan untuk mengukur kebaikan dari model adalah menggunakan  $R^2$  (Draper & Smith, 1998).

$$R^2 = \frac{SSR}{SST} \quad (2.10)$$

### b. Uji Individu

Pengujian parameter secara individu dilakukan apabila pada pengujian parameter model secara serentak didapatkan kesimpulan bahwa minimal terdapat satu parameter dari  $\beta$  yang signifikan terhadap model. Pengujian individu menggunakan uji t dengan hipotesis sebagai berikut.

$$H_0 : \beta_{hj} = 0$$

$$H_1 : \beta_{hj} \neq 0, \quad h = 1, 2, \dots, (l+m), \quad j = 1, 2, \dots, k$$

dengan statistik uji dalam pengujian individu menggunakan uji t

$$t_{hitung} = \frac{\hat{\beta}_{hj}}{s.e(\hat{\beta}_{hj})} \quad (2.11)$$

dengan  $s.e(\hat{\beta}_{hj})$  merupakan nilai *standard error* dari  $\hat{\beta}_{hj}$ . Daerah penolakan adalah jika  $|t_{hitung}| > t_{\left(\frac{\alpha}{2}, n-k(l+m)-1\right)}$  dengan  $n$  menunjukkan banyaknya observasi dalam pengamatan (Draper & Smith, 1998).

## 2.8. Pengujian dan Pemeriksaan Asumsi Residual

Pengujian asumsi residual pada model regresi dilakukan untuk mengetahui apakah residual dari hasil pemodelan telah memenuhi tiga asumsi, yaitu residual identik, residual independen, dan residual berdistribusi normal.

### a. Pengujian Asumsi Residual Identik

Pengujian asumsi residual identik dilakukan untuk mengetahui apakah residual memiliki varians yang homogen, dimana jika varians tidak homogen maka terjadi heteroskedastisitas. Secara visual untuk mengindikasikan adanya heteroskedastisitas dapat dilihat menggunakan plot data. Terjadi heteroskedastisitas apabila plot antara residual dan estimasi respon ( $\hat{y}$ ) menunjukkan sebaran data yang tidak random atau membentuk suatu pola tertentu. Hal tersebut dapat di atasi dengan transformasi variabel menggunakan *Weighted Least Square* (WLS) (Gujarati & Porter, 2009).

Cara lain yang dapat dilakukan untuk mengidentifikasi adanya heteroskedastisitas adalah uji *Glejser* dengan cara meregresikan harga mutlak residual dengan variabel prediktor ( $x$ ). Hipotesis yang digunakan dalam uji *Glejser* adalah sebagai berikut.

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

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

Statistik uji yang digunakan pada uji *Glejser* menggunakan  $F_{hitung}$

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

dengan keputusan tolak  $H_0$  jika  $F_{hitung} > F_{\alpha; (k-1, n-k)}$  atau  $P_{value} < \alpha$  dimana  $k$  adalah banyaknya parameter model *Glejser*. Apabila  $H_0$  ditolak dapat disimpulkan bahwa minimal ada satu  $\sigma_i^2 \neq \sigma^2$  atau terdapat kasus heteroskedastisitas (Draper & Smith, 1998).

### b. Pemeriksaan Asumsi Residual Independen

Selanjutnya yaitu pemeriksaan asumsi residual independen, pemeriksaan ini diharuskan memenuhi syarat yaitu tidak adanya autokorelasi pada residual atau residual bersifat saling independen yang ditunjukkan oleh nilai kovarian antara  $\varepsilon_i$  dan  $\varepsilon_j$  adalah sama dengan nol. Ada atau tidaknya autokorelasi pada residual dapat dideteksi dengan plot ACF.

$$\hat{\rho}_k = \frac{\text{cov}(\hat{e}_t, \hat{e}_{t+k})}{\sqrt{\text{var}(\hat{e}_t)}\sqrt{\text{var}(\hat{e}_{t+k})}} = \frac{\hat{\gamma}_k}{\hat{\gamma}_0} \quad (2.12)$$

dimana

$$\hat{\rho}_k = \text{korelasi antara } \hat{e}_t \text{ dan } \hat{e}_{t+k}$$

$$\hat{\gamma}_k = \text{kovarian antara } \hat{e}_t \text{ dan } \hat{e}_{t+k}$$

$$\hat{\gamma}_0 = \text{var}(\hat{e}_t) = \text{var}(\hat{e}_{t+k})$$

Batas atas dan batas bawah interval untuk autokorelasi  $\rho_k$  diberikan pada persamaan 2.14.

$$\begin{aligned} \text{Batas atas} &= t_{\left(1-\frac{\alpha}{2}, n-1\right)} s.e.(\hat{\rho}_k) \\ \text{Batas bawah} &= t_{\left(\frac{\alpha}{2}, n-1\right)} s.e.(\hat{\rho}_k) \end{aligned} \quad (2.14)$$

dengan  $s.e$  adalah standar error  $s.e(\hat{\rho}_k) = \sqrt{\frac{1 + 2\sum_{k=0}^{k-1} (\hat{\rho}_k)^2}{n}}$ . Adanya

autokorelasi dapat diketahui jika terdapat autokorelasi yang keluar dari batas signifikansi, sehingga asumsi independen tidak terpenuhi. Asumsi independen terpenuhi jika tidak terdapat autokorelasi yang keluar dari batas signifikan (Wei, 2006).

### c. Pengujian Asumsi Residual Berdistribusi Normal

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

$$H_0 : F_0(x) = F(x) \text{ (Residual data berdistribusi normal)}$$

$$H_0 : F_0(x) \neq F(x) \text{ (Residual data tidak berdistribusi normal)}$$

statistik uji *Kolmogorov-Smirnov* menggunakan formula

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

daerah penolakan pada pengujian *Kolmogorov-Smirnov* adalah jika nilai  $|D| > q_{(1-\alpha)}$  atau  $P_{\text{value}} \leq \alpha$  maka  $H_0$  ditolak atau residual data tidak mengikuti distribusi normal (Daniel, 1989).

## 2.9. Program Keluarga Berencana

Definisi dari keluarga berencana menurut *World Health Organization* (WHO) adalah usaha untuk menolong individu atau pasangan antara lain :

1. Mencegah terjadinya kelahiran yang tidak dikehendaki atau sebaliknya bagi pasangan yang menginginkan anak.
2. Mengatur interval waktu kehamilan

3. Mengontrol waktu kelahiran berhubungan dengan usia orang tua
4. Menentukan jumlah anak dalam keluarga

Ruang lingkup keluarga berencana yang modern tidak hanya sebatas pada definisi, tetapi juga melaksanakan program pendidikan seks, tes skrining pada kelamin sistem reproduksi, konsultasi sebelum dan sesudah perkawinan, mengajarkan pada masyarakat cara meningkatkan ekonomi dan gizi keluarga, serta kegiatan lainnya (Candra, 2009).

Menurut UU No. 10 Tahun 1992 tentang perkembangan kependudukan dan pembangunan keluarga sejahtera, KB adalah upaya peningkatan kepedulian dan peran serta masyarakat melalui Pendewasaan Usia Perkawinan (PUP), pengaturan kelahiran, pembinaan ketahanan keluarga, peningkatan keluarga kecil bahagia dan sejahtera. Tujuan KB secara filosofis adalah meningkatkan kesejahteraan ibu dan anak serta mewujudkan keluarga kecil yang bahagia dan sejahtera melalui pengendalian pertumbuhan penduduk Indonesia. Selain itu, program KB bertujuan untuk menciptakan penduduk yang berkualitas, SDM yang bermutu, dan meningkatkan kesejahteraan keluarga (Handayani, 2010). Salah satu indikator yang digunakan sebagai ukuran keberhasilan program KB adalah tingkat pemakaian kontrasepsi (CPR).

### **2.10. CPR Sebagai Ukuran Keberhasilan Program KB**

Keberhasilan program keluarga berencana di Indonesia dalam upaya menekan pertumbuhan penduduk cukup bagus sehingga sampai saat ini masih menjadi acuan bagi negara berkembang lainnya yang memiliki permasalahan serupa. Akan tetapi keberhasilan tersebut masih harus terus ditingkatkan. Indonesia masih menjadi negara yang bisa dipelajari kesuksesannya oleh negara-negara lain. Sampai saat ini hampir 5.000 pejabat dan pengelola program kependudukan serta KB dari 94 negara telah datang ke Indonesia untuk bertukar pengalaman bagaimana Indonesia mengelola program KB. Indonesia dianggap berhasil melibatkan tokoh keagamaan, tokoh masyarakat, dan

lainnya dalam upaya pencapaian program KB walaupun struktur sosial ekonomi masyarakat Indonesia masih sangat beragam dengan kondisi geografis yang terpencar. Lebih dari sekedar upaya kuantitatif untuk menurunkan angka kelahiran dan kematian, peran KB sebenarnya juga bersifat kuantitatif dalam hal perbaikan penanganan kesehatan, pendidikan, dan kesejahteraan. Ini yang akan dicapai lewat pengaturan saat kehamilan, jarak kelahiran, dan jumlah anak (Posyandu Indonesia, 2011).

Sejak pemerintah melaksanakan program Keluarga Berencana (KB) pada awal tahun 1970-an, angka kelahiran mengalami penurunan yang sangat berarti. Keberhasilan ini salah satunya didukung oleh keberhasilan peningkatan pemakaian alat dan obat kontrasepsi. Pemakaian kontrasepsi merupakan salah satu faktor antara fertilitas yang secara langsung mempengaruhi fertilitas dan dipengaruhi oleh berbagai faktor seperti kondisi demografi, sosial, ekonomi, hukum, politik dan lingkungan. Informasi mengenai tingkat pemakaian kontrasepsi penting untuk mengukur keberhasilan Program Kependudukan, Keluarga Berencana dan Pembangunan Keluarga karena salah satu indikator penting dalam keberhasilan Program KKBPK adalah prevalensi KB. Melalui sasaran strategis ini, BKKBN berupaya meningkatkan pemakaian kontrasepsi guna mengendalikan angka kelahiran (BKKBN, 2016).

### **2.11. Faktor-Faktor yang Diduga mempengaruhi CPR**

Pelaksanaan program KB dari awal dicanangkan sampai dengan saat ini telah banyak mendapatkan penghargaan. Namun keberhasilan program KB di Indonesia tidaklah terwujud dengan mudah. Peran serta dari seluruh masyarakat dan dukungan penuh dari pemerintah secara bersama-sama melaksanakan program KB menjadikan Indonesia negara yang menjadi contoh bagi negara-negara lain dengan permasalahan yang sama. Keberhasilan dari program KB ini juga tidak terlepas dari faktor-faktor yang mempengaruhinya seperti tingkat pendidikan masyarakat, kondisi

ekonomi masyarakat, usia perkawinan pertama penduduk terutama wanita.

Perilaku penggunaan kontrasepsi dipengaruhi oleh beberapa faktor yang dibagi menjadi 3 kategori yaitu faktor dari diri sendiri yang mencakup pengalaman, sikap, umur, jumlah anak, persepsi, pendidikan, dan ekonomi. Faktor pemungkin yang mencakup fasilitas penunjang, sumber informasi dan kemampuan sumber daya. Faktor penguat yang mencakup dukungan dari keluarga/tokoh masyarakat (Green, Kreuteur, Deeds, & Partridge, 1980). Menurut Naluri dan Prasetyo (2014) ada pengaruh yang signifikan antara tingkat pendidikan, tingkat pendapatan, dan status pekerjaan terhadap keikutsertaan PUS dalam program KB. Firdausyah (2009) dalam penelitiannya menjelaskan bahwa faktor yang memberikan pengaruh yang signifikan dalam penggunaan alat kontrasepsi pada PUS meliputi pendidikan istri, umur, status pekerjaan, dan jumlah anak yang dilahirkan hidup. Berdasarkan hasil penelitian yang dilakukan oleh Dewi (2012) wanita yang memiliki tingkat pendidikan terakhir lebih dari sama dengan SLTA/Sederajat lebih banyak menggunakan alat kontrasepsi dibandingkan dengan wanita yang memiliki pendidikan kurang dari SLTA/Sederajat. Selain itu terdapat hubungan antara jumlah anak dengan penggunaan kontrasepsi dimana PUS yang memiliki anak lahir hidup  $>2$  sebagian besar menggunakan alat kontrasepsi saat melakukan hubungan seksual sebesar 89,7%.

Tingkat pendidikan turut serta menentukan rendah tidaknya seseorang menyerap dan memakai pengetahuan, demikian halnya dengan tindakan pemilihan alat kontrasepsi. Wanita yang memiliki pendidikan dan pekerjaan dengan penghasilan baik lebih cenderung untuk memakai kontrasepsi dibandingkan mereka yang memiliki pendidikan dan pekerjaan yang lebih rendah (WHO, 2013). Ditegaskan kembali oleh Mustafidah (2006) yang mengatakan bahwa ada hubungan yang signifikan antara tingkat ekonomi dengan pemakaian kontrasepsi dengan *Odds Ratio* PUS dengan tingkat ekonomi tinggi memiliki kecenderungan menggunakan alat kontrasepsi 2,85 kali PUS dengan tingkat

ekonomi rendah. Menurut Sukarno (2011) usia perkawinan pertama seorang wanita akan mempengaruhi tingkat penggunaan kontrasepsi. Semakin tinggi usia perkawinan pertama wanita, semakin rendah tingkat penggunaan kontrasepsi karena jumlah anak yang mungkin dilahirkan oleh wanita dengan usia tersebut semakin sedikit akibat tingkat fertilitas yang rendah. Sebaliknya jika usia perkawinan pertama wanita terlalu muda akan membuat masa kehamilan wanita tersebut lebih lama, sehingga memungkinkan menggunakan alat kontrasepsi yang lebih tinggi.

*(Halaman ini sengaja dikosongkan)*

## **BAB III**

### **METODOLOGI PENELITIAN**

#### **3.1. Sumber Data**

Data yang digunakan dalam penelitian ini merupakan data sekunder dari setiap kabupaten/kota di Provinsi Jawa Timur pada tahun 2015 yang diperoleh dari data publikasi Badan Pusat Statistik (BPS). Adapun data yang diperoleh dari BPS adalah persentase penduduk miskin yang termuat dalam publikasi Data dan Informasi Kemiskinan Kabupaten/Kota tahun 2015 Provinsi Jawa Timur tahun 2015. Persentase wanita berusia 15 tahun keatas yang berstatus bekerja termuat dalam publikasi Profil Angkatan Kerja Perempuan Provinsi Jawa Timur tahun 2015. Persentase wanita berusia 15 tahun ke atas dengan pendidikan tertinggi kurang dari atau sama dengan SLTP, persentase wanita berusia 15-49 tahun dengan usia perkawinan pertama 18 tahun kebawah, persentase wanita berusia 15-49 tahun yang pernah kawin dengan anak lahir hidup kurang dari atau sama dengan dua, dan angka *Contraceptive Prevalence Rate* yang termuat dalam publikasi Statistik Kesejahteraan Rakyat Provinsi Jawa Timur tahun 2015.

#### **3.2. Variabel Penelitian**

Variabel yang digunakan dalam penelitian ini dibagi menjadi dua kategori yaitu variabel respon dan variabel prediktor. Penentuan variabel dalam penelitian ini diperoleh berdasarkan penelitian sebelumnya yang telah dilakukan oleh Diana Cristie dengan judul “Pemodelan *Contraceptive Prevalence Rate* (CPR) di Indonesia menggunakan Pendekatan Regresi Nonparametrik Spline” (Cristie, 2015). Skala data yang digunakan untuk semua variabel dalam penelitian ini adalah rasio dengan ukuran data berupa persentase. Definisi operasional dari masing-masing variabel dijelaskan sebagai berikut.

1. Variabel respon (Y) adalah angka *Contraceptive Prevalence Rate* (CPR) merupakan angka yang menunjukkan persentase PUS yang sedang menggunakan alat kontrasepsi. Perhitungan

CPR diperoleh dari perbandingan antara PUS yang sedang menggunakan alat kontrasepsi dengan jumlah seluruh PUS pada saat survei dilakukan (BKKBN, 2011). Menurut WHO (2015) bahwa CPR adalah persentase wanita yang sedang menggunakan (atau pasangannya) pada saat berhubungan seksual menggunakan setidaknya satu metode kontrasepsi, terlepas dari metode yang digunakan. Biasanya digunakan untuk wanita yang sudah menikah diusia antara 15 tahun hingga 49 tahun.

$$CPR = \frac{\text{Jumlah PUS yang sedang ber KB}}{\text{Jumlah PUS}} \times 100 \%$$

2. Variabel prediktor ( $X_1$ ) adalah persentase rumah tangga miskin yaitu ketidakmampuan dari sisi ekonomi untuk memenuhi kebutuhan dasar makanan dan bukan makanan yang diukur dari sisi pengeluaran. Sehingga penduduk miskin adalah penduduk yang memiliki rata-rata pengeluaran perkapita perbulan dibawah garis kemiskinan (BPS, 2015).
3. Variabel prediktor ( $X_2$ ) adalah wanita berusia 15 tahun keatas dengan pendidikan tertinggi kurang dari atau sama dengan SLTP/Sederajat yaitu penduduk dengan tingkat pendidikan terakhir yang ditamatkan kurang dari atau sama dengan SLTP/Sederajat. Penduduk wanita yang tidak atau belum pernah bersekolah termasuk di dalamnya (BPS, 2015).
4. Variabel prediktor ( $X_3$ ) adalah persentase wanita berusia 15-49 tahun dengan usia perkawinan pertama kurang dari atau sama dengan 18 tahun adalah penduduk wanita yang memiliki usia antara 15 tahun sampai dengan 49 tahun yang menikah saat berusia kurang dari atau sama dengan 18 tahun (BPS, 2015).
5. Variabel prediktor ( $X_4$ ) adalah persentase wanita berusia 15-49 tahun yang pernah kawin dengan anak lahir hidup kurang dari sama dengan dua yaitu persentase wanita yang berusia antara 15 tahun sampai dengan 49 tahun yang pernah menikah dan memiliki anak yang lahir hidup dari hasil pernikahannya sebanyak 0,1, atau 2 anak. Anak lahir hidup adalah anak yang ketika lahir menunjukkan tanda-tanda kehidupan walaupun

hanya beberapa saat saja, seperti jantung yang berdenyut, bernafas, menangis, menggerakkan bagian tubuhnya, atau hal lainnya yang menunjukkan tanda-tanda kehidupan (BPS, 2015).

6. Variabel prediktor ( $X_5$ ) adalah persentase wanita berusia 15 ke atas yang berstatus bekerja merupakan persentase penduduk wanita yang memiliki umur lebih dari 15 tahun yang memiliki pekerjaan tetap. Bekerja adalah proses melakukan kegiatan ekonomi dengan tujuan mendapatkan penghasilan atau keuntungan. Mengurus rumah tangga, sekolah, pensiunan tidak masuk dalam bekerja (BPS, 2015).

Kemudian struktur data dari variabel respon ( $Y$ ) dan variabel prediktor ( $X$ ) yang digunakan dalam penelitian ini secara terperinci disajikan dalam Tabel 3.1

**Tabel 3.1** Struktur Data Penelitian

Kabupaten /Kota	Y (%)	$X_1$ (%)	$X_2$ (%)	$X_3$ (%)	$X_4$ (%)	$X_5$ (%)
1	$Y_1$	$X_{1(1)}$	$X_{2(1)}$	$X_{3(1)}$	$X_{4(1)}$	$X_{5(1)}$
2	$Y_3$	$X_{1(2)}$	$X_{2(2)}$	$X_{3(2)}$	$X_{4(2)}$	$X_{5(2)}$
3	$Y_3$	$X_{1(3)}$	$X_{2(3)}$	$X_{3(3)}$	$X_{4(3)}$	$X_{5(3)}$
4	$Y_4$	$X_{1(4)}$	$X_{2(4)}$	$X_{3(4)}$	$X_{4(4)}$	$X_{5(4)}$
5	$Y_5$	$X_{1(5)}$	$X_{2(5)}$	$X_{3(5)}$	$X_{4(5)}$	$X_{5(5)}$
.	.	.	.	.	.	.
.	.	.	.	.	.	.
.	.	.	.	.	.	.
38	$Y_{38}$	$X_{1(38)}$	$X_{2(38)}$	$X_{3(38)}$	$X_{4(38)}$	$X_{5(38)}$

### 3.3. Langkah-Langkah Analisis

Langkah analisis yang digunakan dalam penelitian ini terbagi menjadi dua tahap, tahap pertama yaitu pengolahan data secara deskriptif dan tahap kedua adalah analisis data. Secara terperinci langkah analisis dalam penelitian ini adalah

#### a. Pengolahan Data

Tahapan pertama yang dilakukan adalah melakukan identifikasi permasalahan, kemudian langkah selanjutnya adalah pengolahan data dengan menggunakan pendekatan statistik secara deskriptif yang bertujuan untuk melihat bagaimana karakteristik data yang

akan digunakan dalam analisis selanjutnya, diuraikan dalam tahapan sebagai berikut.

1. Melakukan analisis deskriptif untuk variabel respon (Y) dan variabel prediktor (X) disajikan dalam bentuk tabel-tabel dan diagram-diagram.
2. Membentuk scatter plot antara variabel respon (Y) dengan masing-masing variabel prediktor (X) yang digunakan sebagai deteksi awal pola hubungan antar variabel tersebut.

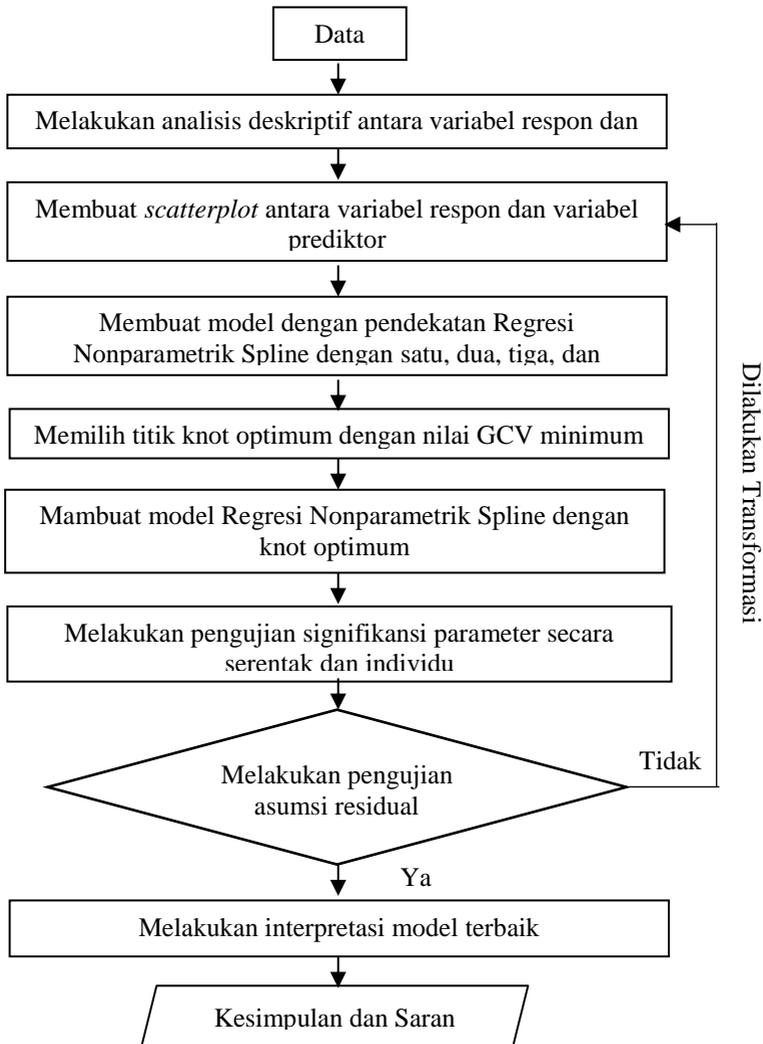
**b. Analisis Data**

Selanjutnya adalah melakukan analisis data dengan menggunakan pendekatan Regresi Nonparametrik Spline, dengan langkah-langkah sebagai berikut:

1. Memodelkan data menggunakan pendekatan Regresi Nonparametrik Spline dengan menggunakan satu, dua, tiga, dan kombinasi knot.
2. Menetapkan model terbaik yang mempunyai nilai GCV minimum.
3. Membuat model Regresi Nonparametrik Spline dengan titik knot optimal.
4. Melakukan pengujian signifikansi parameter secara serentak dan individu pada model Regresi Nonparametrik Spline terbaik.
5. Melakukan pemeriksaan asumsi terhadap residual dari model Regresi Nonparametrik Spline yang terbentuk.
6. Menarik kesimpulan dan memberikan saran.

### 3.4. Diagram Alir

Langkah analisis yang telah disusun dapat disajikan dalam bentuk diagram yang disajikan pada Gambar 3.1



**Gambar 3.1** Diagram Alir Penelitian

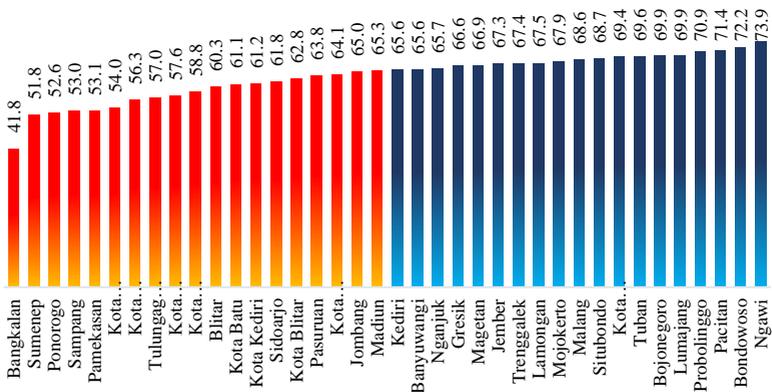
*(Halaman ini sengaja dikosongkan)*

## BAB IV ANALISIS DAN PEMBAHASAN

Pada bab ini akan dilakukan analisis dan pembahasan terhadap permasalahan yang telah di jelaskan sebelumnya yaitu melakukan deskripsi dan pemodelan terhadap *Contraceptive Prevalence Rate* dan faktor-faktor yang di duga mempengaruhinya di Provinsi Jawa Timur dengan menggunakan data tahun 2015. Berikut ini di sajikan hasil analisis dan pembahasannya.

### 4.1. Karakteristik *Contraceptive Prevalence Rate* (CPR) dan Faktor yang diduga Mempengaruhinya di Jawa Timur

CPR merupakan salah satu indikator yang digunakan Badan Koordinasi dan Keluarga Berencana (BKKBN) sebagai indikator keberhasilan pengendalian penduduk yaitu dalam menekan angka kelahiran total. Berikut ini merupakan persentase CPR untuk setiap Kabupaten/Kota di Jawa timur pada tahun 2015 yang di sajikan dalam bentuk diagram batang seperti pada Gambar 4.1

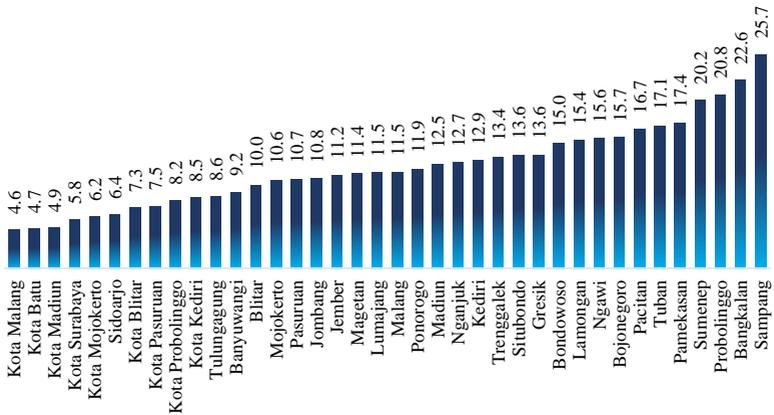


**Gambar 4.1** Persentase CPR Menurut Kabupaten/Kota di Jawa Timur

Berdasarkan Laporan Kinerja BKKBN Jawa Timur tahun 2015 dijelaskan bahwa target CPR Indonesia pada tahun 2015 adalah 65,2% dan Jawa Timur sebagai Provinsi dengan jumlah penduduk terbesar kedua di Indonesia memberikan pengaruh besar terhadap pencapaian tingkat CPR Nasional. Pada Gambar 4.1 terlihat bahwa terdapat 18 Kabupaten/Kota yang memiliki tingkat CPR di bawah

target Nasional yaitu Kab. Bangkalan, Kab. Sumenep, Kab. Ponorogo, Kab. Pamekasan, Kab. Malang, Kab. Madiun, Kab. Tulungagung, Kota Surabaya, Kab. Pasuruan, Kab. Blitar, Kota Batu, Kab. Kediri, Kota Sidoarjo, Kota Blitar, Kota Pasuruan, Kab. Mojokerto, dan Kab. Jombang, sedangkan sisanya telah mencapai target. Semua Kabupaten yang ada di pulau madura memiliki tingkat CPR dibawah target Nasional sekaligus Bangkalan sebagai kabupaten dengan tingkat CPR terendah di Jawa Timur. Begitu juga dengan Kota Surabaya yang merupakan kota terbesar di Jawa Timur dan Kota terbesar kedua di Indonesia dan sebagai pusat perekonomian di Jawa Timur, memiliki tingkat CPR yang berada di bawah rata-rata target Nasional. Hal ini menandakan bahwa ketercapaian CPR di Jawa Timur masih rendah dan perlu dilakukan evaluasi dan penyusunan ulang strategi guna untuk meningkatkan partisipasi masyarakat dalam menggunakan alat kontrasepsi.

Berdasarkan uraian pada poin 2.11. telah di jelaskan bahwa tingkat CPR di Jawa Timur di duga dipengaruhi oleh beberapa faktor, sehingga dalam penelitian ini digunakan 5 faktor penduga yang telah di jelaskan pada poin 3.2. Selanjutnya adalah dilakukan analisis statistik secara deskriptif untuk mengetahui bagaimana karakteristik dari faktor-faktor penduga. Persentase rumah tangga miskin di Jawa Timur ( $X_1$ ) merupakan indikator yang digunakan untuk mengukur tingkat ekonomi rumah tangga. Kenyataan yang ada adalah dalam melakukan proses pemakaian alat kontrasepsi oleh Pasangan Usia Subur (PUS) membutuhkan sejumlah biaya yang harus di keluarkan sesuai dengan jenis alat kontrasepsi yang digunakan. Secara teori telah di jelaskan pada poin 2.11. bahwa persentase rumah tangga miskin berpengaruh terbalik terhadap pemakaian alat kontrasepsi, dimana semakin tinggi persentase rumah tangga miskin maka semakin rendah persentase rumah tangga yang menggunakan alat kontrasepsi. Berikut ini disajikan persentase rumah tangga miskin di Jawa Timur pada tahun 2015 dalam bentuk diagram batang.

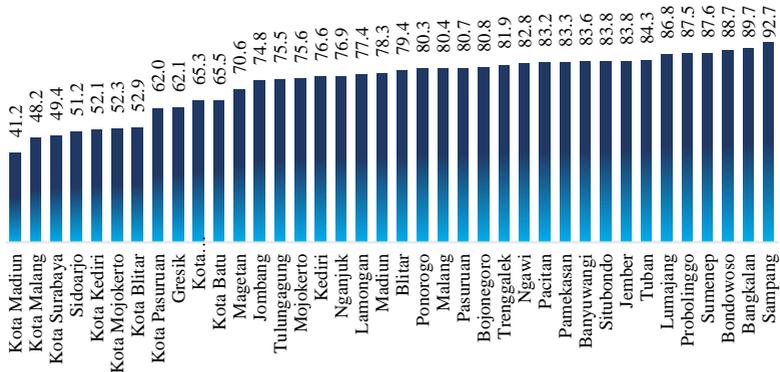


**Gambar 4.2** Persentase Rumah Tangga Miskin di Jawa Timur

Persentase rumah tangga miskin per Kabupaten/kota di Jawa Timur sangat bervariasi. Kota Malang merupakan daerah dengan persentase rumah tangga miskin terkecil di Jawa Timur yaitu sebesar 4,6% atau setiap 1000 rumah tangga maka terdapat 46 rumah tangga miskin. Kemudian di beberapa kota yang memiliki persentase rumah tangga miskin kurang dari 5% adalah Kota Batu sebesar 4,71 dan Kota madiun sebesar 4,89% sedangkan sisanya masih berada di atas 5%. Sedangkan 4 kabupaten yang ada di pulau Madura menjadi daerah dengan persentase rumah tangga miskin terbesar di Jawa Timur dengan persentase rumah tangga miskin di atas 20%. Kemudian jika di dibandingkan dengan tingkat CPR maka Kab. Sumenep, Kab. Bangkalan, Kab. Pamekasan, dan Kab. Sampang memiliki tingkat CPR yang rendah, sehingga hal ini bersesuaian dengan teori.

Wanita berusia 15 tahun keatas dengan pendidikan tertinggi kurang dari atau sama dengan SLTP/Sederajat ( $X_2$ ) merupakan faktor kedua yang di duga memberikan pengaruh terhadap tingkat CPR. PUS yang menggunakan alat kontrasepsi di Jawa Timur di dominasi oleh perempuan dan pendidikan merupakan salah satu faktor yang memberikan pengaruh terhadap keputusan PUS dalam

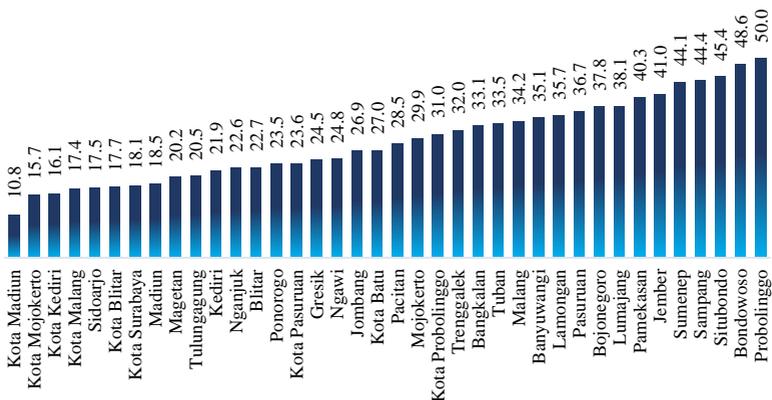
menggunakan alat kontrasepsi yang di jelaskan pada poin 2.11. Berikut ini di sajikan persentase Wanita berusia 15 tahun keatas dengan pendidikan tertinggi kurang dari atau sama dengan SLTP/Sederajat per Kabupaten/Kota di Jawa Timur.



**Gambar 4.3** Persentase Wanita berusia 15 tahun keatas dengan pendidikan tertinggi  $\leq$  SLTP/Sederajat Menurut Kabupaten/Kota di Jawa Timur

Persentase wanita berusia 15 tahun keatas dengan pendidikan tertinggi kurang dari sama dengan SLTP/ sederajat di kabupaten/ kota di Jawa Timur masih rendah. Kota Madiun, Kota Malang, dan Kota Surabaya merupakan tiga daerah dengan persentase wanita berusia 15 tahun ke atas yang menempuh pendidikan kurang dari sama dengan SLTP/Sederajat terendah di Jawa Timur yaitu berturut-turut 41,16% ; 48,16% ; 49,35%. Namun angka itu masih cukup tinggi karena hampir 50% penduduk wanitanya bersekolah kurang dari SLTP/Sederajat. Kemudian 92,68% atau 926 dari 1000 wanita berusia 15 tahun ke atas di Kab. Sampang memiliki pendidikan kurang dari sama dengan SLTP/Sederajat. Begitu pula untuk Kab. Bangkalan memiliki persentase cukup tinggi yaitu 89,74% atau 897 dari 1000 wanita berusia 15 tahun ke atas di Kab. bangkalan memiliki pendidikan kurang dari sama dengan SLTP/Sederajat.

Persentase wanita berusia 15-49 tahun dengan usia perkawinan pertama kurang dari atau sama dengan 18 tahun ( $X_3$ ) adalah faktor yang di duga memberikan pengaruh terhadap tingkat CPR. Secara teori bahwa semakin muda seorang wanita menikah maka semakin kecil persentase PUS yang menggunakan alat kontrasepsi. Berikut ini di sajikan Persentase wanita berusia 15-49 tahun dengan usia perkawinan pertama kurang dari atau sama dengan 18 tahun per Kabupaten/Kota dalam bentuk diagram batang.

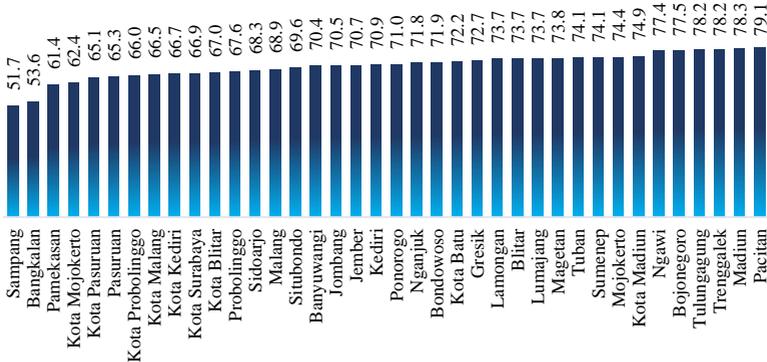


**Gambar 4.4** Persentase wanita berusia 15-49 tahun dengan usia perkawinan pertama kurang dari atau sama dengan 18 tahun di Jawa Timur

Berdasarkan data wanita yang usia perkawinan pertamanya kurang dari sama dengan 18 tahun di Jawa Timur sangat bervariasi. Kota Madiun merupakan daerah dengan persentase wanita yang usia perkawinan pertamanya kurang dari sama dengan 18 tahun dengan persentase 10,79% atau dengan kata lain bahwa 89,11% wanita di Kota Madiun menikah di atas usia 18 tahun. Sedangkan untuk Kab.Probolinggo justru persentase wanita yang usia kawain pertamanya kurang dari sama dengan 18 tahun lebih tinggi 0,03% atau 50,03% wanita di Kab. Probolinggo menikah pada usia kurang dari sama dengan 18 tahun.

Persentase wanita berusia 15-49 tahun yang pernah kawin dengan anak lahir hidup kurang dari sama dengan dua ( $X_4$ ) adalah

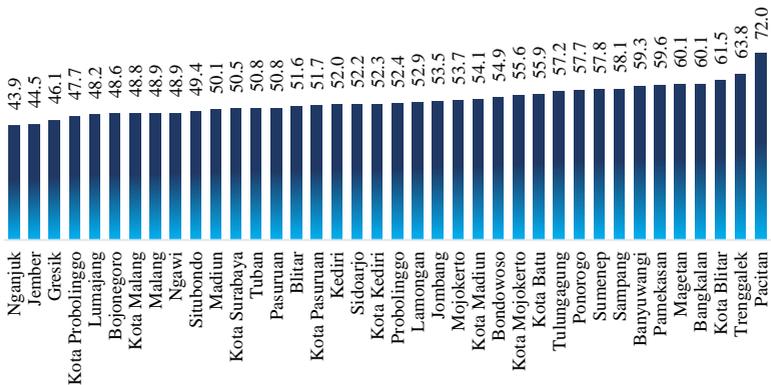
faktor yang di duga memberikan pengaruh terhadap pembentukan CPR di Jawa Timur. Secara teori bahwa semakin tinggi persentase wanita berusia 15-49 tahun yang pernah kawin dengan anak lahir hidup kurang dari sama dengan dua maka semakin kecil pula tingkat CPR di daerah tersebut.



**Gambar 4.5** Persentase Wanita Berusia 15-49 Tahun Yang Pernah Kawin Dengan Anak Lahir Hidup Kurang Dari Sama Dengan Dua di Jawa Timur

Sebesar 10,79% atau setiap 107 dari 1000 wanita berusia 15-49 tahun yang pernah kawin di Kota Madiun memiliki anak lahir hidup kurang dari atau sama dengan dua. Kemudian 15,71% atau 157 dari 1000 wanita berusia 15-49 tahun yang pernah kawin di Kota Mojokerto memiliki anak lahir hidup kurang dari atau sama dengan dua. Semakin kecil persentase wanita berusia 15-49 tahun yang memiliki anak lahir hidup kurang dari atau sama dengan dua dapat menjelaskan bahwa angka kematian bayi di wilayah tersebut rendah. Kemudian untuk daerah dengan persentase wanita berusia 15-49 tahun yang memiliki anak lahir hidup kurang dari atau sama dengan dua tinggi menjelaskan bahwa angka kematian bayi di daerah tersebut tinggi. Kab. Probolinggo merupakan daerah dengan persentase tertinggi yaitu 50,03% atau 500 dari 1000 wanita berusia 15-49 tahun di Kab. Bondowoso memiliki anak lahir hidup kurang dari atau sama dengan dua.

Persentase wanita berusia 15 ke atas yang berstatus bekerja merupakan ( $X_5$ ) menjadi penting dalam pembentukan CPR di Jawa Timur dikarenakan sebagian besar pengguna alat kontrasepsi di Jawa Timur adalah wanita. Sehingga aktivitas dari wanita sangat mempengaruhi dalam mengambil keputusan untuk menggunakan alat kontrasepsi salah satunya adalah wanita yang bekerja. Berikut di sajikan persentase wanita usia 15 tahun ke atas yang berstatus bekerja per kabupaten/kota di Jawa Timur.



**Gambar 4.6** Persentase Wanita Berusia 15 Tahun Ke Atas Yang Berstatus Bekerja di Jawa Timur

Secara keseluruhan persentase wanita di Jawa Timur yang bekerja cukup tinggi yaitu paling kecil adalah di Kab. Nganjuk dengan persentase 43,89% yang artinya adalah dari 1000 wanita usia 15 tahun ke atas di Kab. Nganjuk maka 430 orang diantaranya berstatus bekerja, sedangkan sisanya tidak bekerja. Kemudian daerah dengan persentase wanita yang bekerja tertinggi adalah Kab. Pacitan yaitu sebesar 70% yang artinya bahwa dari 1000 wanita berusia 15 tahun ke atas maka 720 diantaranya memiliki status bekerja. Hal ini menunjukkan bahwa partisipasi angkatan kerja perempuan di Jawa Timur cukup baik di semua Kabupaten/Kota. Setelah diketahui karakteristik CPR dan faktor-faktor yang di duga mempengaruhinya. Kemudian akan dilihat

bagaimana ukuran penyebaran dan pemusatan data dari masing-masing variabel yang disajikan pada Tabel 4.1 sebagai berikut.

**Tabel 4.1** Ukuran Pemusatan dan Penyebaran CPR dan Faktor Penduga

Variabel	Rata-rata	Varian	Minimum	Maksimum
Y	63.330	49.350	41.750	73.920
X <sub>1</sub>	12.165	25.343	4.6000	25.690
X <sub>2</sub>	73.930	189.55	41.160	92.680
X <sub>3</sub>	29.180	105.32	10.790	50.030
X <sub>4</sub>	70.266	37.789	51.740	79.100
X <sub>5</sub>	53.609	32.336	43.886	72.000

Berdasarkan Tabel 4.1 dapat diketahui bahwa rata-rata CPR di Jawa Timur adalah 63,33% dengan varians sebesar 49,350. CPR terendah di Jawa Timur adalah 41,75% sedangkan CPR tertinggi adalah 73,920. Sehingga di beberapa daerah di Jawa Timur masih memiliki CPR di bawah target Nasional yaitu 65,2%. Rata-rata persentase rumah tangga miskin di Jawa Timur berada di angka 12,165% yang cukup rendah dengan varians sebesar 25,343. Namun demikian masih terdapat beberapa daerah yang memiliki persentase cukup tinggi dengan angka maksimum 25,69% dan beberapa daerah lainnya memiliki persentase yang cukup rendah dengan nilai minimum yaitu 4,6%. Rata-rata persentase wanita berusia 15 tahun keatas dengan pendidikan tertinggi  $\leq$  SLTP/ Sederajat di Jawa Timur adalah 73,93% dengan varians yang cukup tinggi yaitu 189,550 sehingga di beberapa daerah memiliki nilai yang sangat tinggi sedangkan di daerah lainnya sangat rendah. Rata-rata persentase wanita berusia 15-49 tahun dengan usia perkawinan pertama kurang dari atau sama dengan 18 tahun di Jawa Timur adalah 29,18% dengan varian yang cukup tinggi yaitu 105,320 sehingga rentang dari nilai maksimum sebesar 50,03 dan minimum sebesar 10,79 cukup tinggi. Rata-rata persentase wanita berusia 15-49 tahun yang pernah kawin dengan anak lahir hidup kurang dari sama dengan dua di Jawa Timur adalah 70,226% dengan varian 37,9 dan nilai maksimum 79,1% serta nilai minimum 51,74 yang cukup merata di seluruh Jawa Timur. Kemudian untuk

rata-rata persentase wanita berusia 15 tahun ke atas yang berstatus bekerja adalah sebesar 53,609% yang cukup baik dengan varians yang kecil yaitu 32,336, sedangkan nilai minimumnya adalah 43,886% dan nilai maksimumnya 72%.

#### **4.2. Pemodelan Menggunakan Regresi Nonparametrik *Spline***

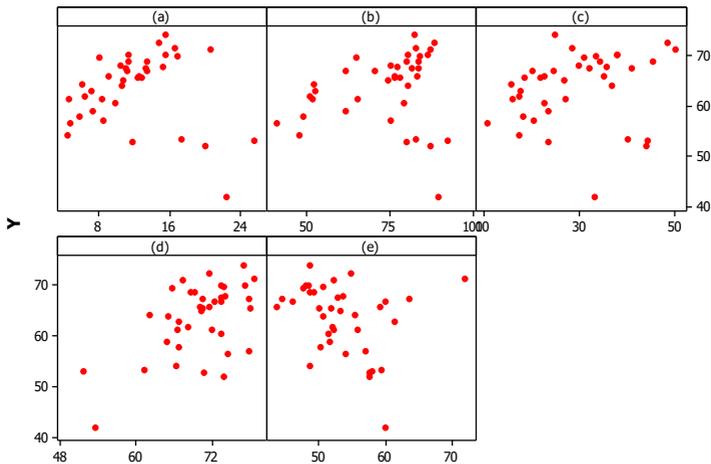
Pemodelan CPR sebagai variabel respon dengan faktor-faktor yang diduga mempengaruhinya dilakukan dengan menggunakan metode regresi nonparametrik *Spline*. Adapun tahapan-tahapan dalam melakukan pemodelan ini adalah membentuk *scatter plot* antara CPR dengan masing-masing faktor penduganya, kemudian melakukan pemodelan dengan pendekatan regresi nonparametrik *spline*, memilih titik *knot* optimal dengan menggunakan metode *Generalized Cross Validation* (GCV), menentukan model terbaik dengan *knot* yang optimal, melakukan estimasi parameter secara serentak dan individu, melakukan pengujian asumsi residual, dan melakukan interpretasi model regresi *spline*.

##### **4.2.1. *Scatterplot* antara CPR dan Faktor-faktor yang Diduga Mempengaruhinya**

Pemeriksaan pola hubungan antara CPR dengan faktor-faktor yang diduga memengaruhi di Jawa Timur dilakukan untuk melihat apakah metode statistik yang digunakan cocok dengan data yang akan diolah. Pemeriksaan pola hubungan yang paling mudah adalah melihat secara visual dari *scatterplot*. *Scatterplot* atau yang biasa disebut diagram pencar menunjukkan hubungan antara dua variabel berbeda. Dari *scatterplot* dapat diketahui apakah terbentuk suatu pola tertentu atau tidak. Jika pada *scatterplot* terbentuk suatu pola tertentu seperti linier, kuadratik, atau pola lainnya seperti yang sudah diketahui, maka dalam pemodelan digunakan pendekatan secara parametrik. Sedangkan bila *scatterplot* antara Y dan X tak mengikuti pola tertentu maka digunakan pendekatan regresi nonparametric.

Pola hubungan yang terbentuk antara variabel respon yakni persentase CPR dengan variabel prediktor yaitu persentase rumah tangga miskin ( $X_1$ ), persentase wanita berusia 15 tahun keatas

dengan pendidikan tertinggi kurang dari atau sama dengan SLTP/Sederajat ( $X_2$ ), persentase wanita berusia 15-49 tahun dengan usia perkawinan pertama kurang dari atau sama dengan 18 tahun ( $X_3$ ), persentase wanita berusia 15-49 tahun yang pernah kawin dengan anak lahir hidup kurang dari sama dengan dua ( $X_4$ ) dan persentase wanita berusia 15 ke atas yang berstatus bekerja ( $X_5$ ) dapat ditunjukkan pada Gambar 4.7.



**Gambar 4.7** Scatterplot Antara variable Y dengan masing-masing variabel X

Gambar 4.7 (a) menyajikan *scatterplot* yang menunjukkan pola hubungan antara jumlah CPR (Y) dengan variabel prediktor persentase rumah tangga miskin ( $X_1$ ). Persentase rumah tangga miskin diduga dapat menurunkan partisipasi PUS dalam ber KB di kabupaten/kota di Jawa Timur. Secara umum, semakin tinggi persentase rumah tangga miskin maka semakin rendah tingkat CPR. Namun, berdasarkan Gambar 4.7 (a), plot yang dihasilkan tak membentuk pola tertentu. Hal ini dikarenakan unit analisis yang digunakan adalah kabupaten/kota. Dengan tidak diketahuinya pola data yang terbentuk, estimasi model tidak dapat dilakukan menggunakan pendekatan regresi parametrik sehingga variabel  $X_1$  dapat digunakan sebagai komponen nonparametrik.

Gambar 4.7 (b) menyajikan *scatterplot* yang menunjukkan pola hubungan antara CPR (Y) dengan persentase wanita berusia 15 tahun keatas dengan pendidikan tertinggi kurang dari sama dengan SLTP/ sederajat ( $X_2$ ). Sama seperti sebelumnya, bahwa pola hubungan antara Y dengan  $X_2$  juga tidak membentuk pola tertentu sehingga variabel  $X_2$  dapat digunakan sebagai komponen nonparametrik.

Gambar 4.7 (c) menyajikan *scatterplot* yang menunjukkan pola hubungan antara CPR (Y) dengan persentase wanita berusia 15-49 tahun dengan usia perkawinan pertama kurang dari atau sama dengan 18 tahun ( $X_3$ ). Variabel  $X_3$  merupakan faktor ketiga yang diduga dapat menurunkan persentase CPR di kabupaten/kota di Jawa Timur. Berdasarkan Gambar 4.7 (c), dapat diketahui bahwa antara variabel Y dengan  $X_3$  tidak membentuk suatu pola tertentu, maka estimasi model yang dapat digunakan adalah menggunakan pendekatan nonparametrik.

Gambar 4.7 (d) menyajikan *scatterplot* yang menunjukkan pola hubungan antara CPR (Y) dengan persentase wanita berusia 15-49 tahun yang pernah kawin dengan anak lahir hidup kurang dari sama dengan dua ( $X_4$ ) yang di duga semakin tinggi  $X_4$  maka akan menurunkan persentase CPR ternyata tidak mengikuti pola tertentu dengan alasan seperti pada Gambar 4.7 (a), sehingga  $X_4$  merupakan komponen nonparametrik.

Berdasarkan *scatterplot* pada Gambar 4.7 (d) dapat dilihat pola hubungan antara CPR (Y) dengan persentase wanita berusia 15 tahun ke atas yang berstatus bekerja ( $X_5$ ) tidak membentuk pola hubungan tertentu sama seperti variabel-variabel sebelumnya, sehingga  $X_5$  tepat di dekati menggunakan metode nonparametrik. Berdasarkan uraian tersebut maka dapat disimpulkan bahwa pola hubungan yang terbentuk antara CPR dengan masing-masing faktor penduganya tidak membentuk suatu pola tertentu.

Setelah melihat pola hubungan antara CPR dengan masing-masing variabel yang diduga mempengaruhi, langkah selanjutnya adalah melakukan pemeriksaan pola hubungan antar variabel prediktor untuk mengetahui ada tidaknya multikoninearitas pada

data. Dengan melihat nilai *Variance Inflation Factor* (VIF) dari setiap variabel prediktor diperoleh nilai VIF sebagai berikut.

**Tabel 4.2.** Nilai VIF masing-masing variabel prediktor

Prediktor	Coef	T	P	VIF
X <sub>1</sub>	-0,1815	-0,56	0,581	3,217
X <sub>2</sub>	-0,0459	-0,32	0,749	4,612
X <sub>3</sub>	0,3078	1,98	0,056	3,039
X <sub>4</sub>	0,6763	4,01	0,000	1,287
X <sub>5</sub>	-0,2498	-1,49	0,147	1,096

Berdasarkan Tabel 4.2 dapat diketahui bahwa nilai VIF untuk masing-masing variabel prediktor kurang dari 10 yang artinya bahwa berdasarkan nilai VIF tidak terjadi kasus multikolinearitas atau asumsi multikolinearitas data telah terpenuhi. Selain menggunakan VIF, identifikasi kasus multikolinearitas juga dapat dilakukan dengan menggunakan nilai dari korelasi antar variabel prediktor diperoleh nilai korelasi sebagai berikut.

**Tabel 4.3.** Nilai korelasi antar variabel prediktor

	X <sub>1</sub>	X <sub>2</sub>	X <sub>3</sub>	X <sub>4</sub>
X <sub>2</sub>	0,78			
X <sub>3</sub>	0,68	0,78		
X <sub>4</sub>	-0,20	0,05	-0,15	
X <sub>5</sub>	0,21	0,13	0,01	-0,03

Berdasarkan Tabel 4.3 diketahui bahwa tidak terdapat nilai korelasi antar variabel prediktor lebih dari 0,8. Sehingga dapat di duga bahwa tidak terdapat multikolinearitas untuk variabel prediktor berdasarkan nilai dari korelasinya. Namun demikian, meskipun terdapat kasus multikolinearitas maka metode regresi nonparametrik spline merupakan generalisasi dari dari regresi *ridge* yang dapat digunakan untuk mengatasi kasus multikolinearitas. Sehingga pemodelan menggunakan regresi nonparametrik spline tetap dapat digunakan dalam penelitian ini. Langkah-langkah yang dilakukan untuk memodelkan faktor-faktor yang memengaruhi CPR di Jawa Timur antara lain pemilihan titik knot optimal dengan satu titik knot, dua titik knot, tiga titik knot dan kombinasi titik knot. Kemudian, dilakukan pemilihan model terbaik berdasarkan nilai GCV terkecil, penaksiran estimasi

parameter model, pengujian signifikansi parameter model secara serentak dan individu, pengujian asumsi residual yaitu IIDN (identik, independen, dan berdistribusi normal), dan yang terakhir adalah memberikan interpretasi dari model regresi yang terbentuk.

#### 4.2.2. Pemilihan Titik Knot Optimum

Dalam pendekatan regresi nonparametrik spline, dikenal adanya titik knot. Titik knot merupakan titik perpaduan bersama dimana terdapat perubahan perilaku dari suatu gugus data. Dalam sebuah pola data yang dibentuk dari hubungan antara variabel respon dengan variabel prediktor yang termasuk dalam komponen nonparametrik dapat dibuat beberapa potongan berdasarkan titik knot, terdapat banyak kemungkinan knot yang terbentuk dari suatu gugus data, dan di antaranya terdapat titik knot optimal. Metode yang digunakan untuk mencari titik knot optimal diantara semua kemungkinan knot adalah *Generalized Cross Validation (GCV)*. Titik knot optimal diperoleh dari nilai GCV yang paling minimum. Titik knot yang digunakan dalam penelitian ini di batasi pada satu titik knot, dua titik knot, tiga titik knot, dan kombinasi knot.

Pemilihan titik knot optimum pada setiap variabel yang diduga mempengaruhi CPR dengan menggunakan metode GCV dengan menggunakan satu titik knot diharapkan dapat menemukan nilai GCV yang paling minimum. Nilai GCV paling minimum diharapkan nantinya dapat menghasilkan model terbaik. Adapun model umum regresi nonparametrik spline yang terbentuk dengan satu titik knot dan lima komponen nonparametrik adalah sebagai berikut.

$$\hat{y}_i = \hat{\beta}_0 + \hat{\beta}_1 x_{i1} + \hat{\beta}_2 (x_{i1} - K_1)_+^1 + \hat{\beta}_3 x_{i2} + \hat{\beta}_4 (x_{i2} - K_2)_+^1 + \hat{\beta}_5 x_{i3} + \hat{\beta}_6 (x_{i3} - K_3)_+^1 + \hat{\beta}_7 x_{i4} + \hat{\beta}_8 (x_{i4} - K_4)_+^1 + \hat{\beta}_9 x_{i5} + \hat{\beta}_{10} (x_{i5} - K_5)_+^1$$

Dengan menggunakan program *R*, dihasilkan Nilai GCV untuk model regresi nonparametrik spline satu titik knot, tujuh diantaranya disajikan pada Tabel 4.4.

**Tabel 4.4** Pemilihan Titik Knot Optimum dengan Satu Knot

$X_1$	$X_2$	$X_3$	$X_4$	$X_5$	MSE	GCV
21.39	82.17	42.02	73.52	66.26	19.67	38.96
21.82	83.22	42.82	74.07	66.84	18.86	37.36
22.25	84.27	43.62	74.63	67.41	17.91	35.47
<b>22.68</b>	<b>85.32</b>	<b>44.42</b>	<b>75.19</b>	<b>67.98</b>	<b>17.39</b>	<b>34.45</b>
23.11	86.37	45.23	75.75	68.56	17.80	35.26
23.54	87.42	46.03	76.31	69.13	19.69	39.00
23.97	88.47	46.83	76.87	69.71	19.71	39.03

Berdasarkan Tabel 4.4 nilai GCV yang paling minimum adalah 34,45 dengan lokasi titik knot optimum untuk masing-masing variabel adalah sebagai berikut.

$$K_1 = 22,68 \quad K_3 = 44,42 \quad K_5 = 67,98$$

$$K_2 = 85,32 \quad K_4 = 75,19$$

Selanjutnya, hasil dari GCV dengan menggunakan satu titik knot akan dibandingkan dengan hasil dari GCV dengan menggunakan dua titik knot, tiga titik knot, dan kombinasi knot. Perbandingan hasil GCV tersebut dilakukan untuk memperoleh nilai GCV yang paling minimum sehingga diharapkan dapat menghasilkan model spline yang terbaik.

Setelah mendapatkan knot optimum dengan satu titik knot, selanjutnya dilakukan pemilihan titik knot optimum dengan dua titik knot. Adapun model regresi nonparametrik spline dengan menggunakan dua titik knot pada faktor-faktor yang di duga mempengaruhi CPR adalah sebagai berikut.

$$\hat{y}_i = \hat{\beta}_0 + \hat{\beta}_1 x_{i1} + \hat{\beta}_2 (x_{i1} - K_1)_+^1 + \hat{\beta}_3 (x_{i1} - K_2)_+^1 + \hat{\beta}_4 x_{i2} + \hat{\beta}_5 (x_{i2} - K_3)_+^1 +$$

$$+ \hat{\beta}_6 (x_{i2} - K_4)_+^1 + \hat{\beta}_7 x_{i3} + \hat{\beta}_8 (x_{i3} - K_5)_+^1 + \hat{\beta}_9 (x_{i3} - K_6)_+^1 + \hat{\beta}_{10} x_{i4} +$$

$$+ \hat{\beta}_{11} (x_{i4} - K_7)_+^1 + \hat{\beta}_{12} (x_{i4} - K_8)_+^1 + \hat{\beta}_{13} x_{i5} + \hat{\beta}_{14} (x_{i5} - K_9)_+^1 +$$

$$+ \hat{\beta}_{15} (x_{i5} - K_{10})_+^1$$

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

perhitungan GCV untuk model regresi nonparametrik spline dengan dua titik knot, tujuh diantaranya disajikan pada Tabel 4.5

**Tabel 4.5** Pemilihan Titik Knot Optimum dengan Dua Titik Knot

<b>X<sub>1</sub></b>	<b>X<sub>2</sub></b>	<b>X<sub>3</sub></b>	<b>X<sub>4</sub></b>	<b>X<sub>5</sub></b>	<b>MSE</b>	<b>GCV</b>
15.36	67.45	30.81	65.70	58.23	10.12	30.19
23.97	88.47	46.83	76.87	69.71		
15.36	67.45	30.81	65.70	58.23	9.68	28.88
24.40	89.53	47.63	77.42	70.28		
15.36	67.45	30.81	65.70	58.23	10.33	28.20
24.83	90.58	48.43	77.98	70.85		
<b>15.36</b>	<b>67.45</b>	<b>30.81</b>	<b>65.70</b>	<b>58.23</b>	<b>11.01</b>	<b>27.61</b>
<b>25.26</b>	<b>91.63</b>	<b>49.23</b>	<b>78.54</b>	<b>71.43</b>		
15.79	68.50	31.61	66.26	58.81	16.71	49.85
16.22	69.55	32.41	66.82	59.38		
15.79	68.50	31.61	66.26	58.81	16.53	49.32
16.65	70.60	33.21	67.37	59.95		
15.79	68.50	31.61	66.26	58.81	16.54	49.36
17.08	71.65	34.01	67.93	60.53		

Berdasarkan Tabel 4.5 diperoleh nilai GCV minimum yaitu 27,61 dengan lokasi dua titik knot optimum untuk masing-masing variabel adalah sebagai berikut.

(K<sub>1</sub> = 15,36 ; K<sub>2</sub> = 25,26),

(K<sub>3</sub> = 67,45 ; K<sub>4</sub> = 91,63),

(K<sub>5</sub> = 30,81 ; K<sub>6</sub> = 49,23),

(K<sub>7</sub> = 65,70 ; K<sub>8</sub> = 78,54),

(K<sub>9</sub> = 58,23 ; K<sub>10</sub> = 71,43).

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

$$\begin{aligned} \hat{y} = & \hat{\beta}_0 + \hat{\beta}_1 x_1 + \hat{\beta}_2 (x_1 - K_1)_+ + \hat{\beta}_3 (x_1 - K_2)_+ + \hat{\beta}_4 (x_1 - K_3)_+ + \hat{\beta}_5 x_2 + \\ & \hat{\beta}_6 (x_2 - K_4)_+ + \hat{\beta}_7 (x_2 - K_5)_+ + \hat{\beta}_8 (x_2 - K_6)_+ + \hat{\beta}_9 x_3 + \\ & \hat{\beta}_{10} (x_3 - K_7)_+ + \hat{\beta}_{11} (x_3 - K_8)_+ + \hat{\beta}_{12} (x_3 - K_9)_+ + \hat{\beta}_{13} x_4 + \\ & \hat{\beta}_{14} (x_4 - K_{10})_+ + \hat{\beta}_{15} (x_4 - K_{11})_+ + \hat{\beta}_{16} (x_4 - K_{12})_+ + \hat{\beta}_{17} x_5 + \\ & \hat{\beta}_{18} (x_5 - K_{13})_+ + \hat{\beta}_{19} (x_5 - K_{14})_+ + \hat{\beta}_{20} (x_5 - K_{15})_+ \end{aligned}$$

Pada persamaan diatas dapat dilihat bahwa untuk masing-masing variabel prediktor dibutuhkan tiga titik knot. Hasil perhitungan GCV untuk model regresi nonparametrik spline dengan tiga titik knot, tujuh diantaranya disajikan pada Tabel 4.6

**Tabel 4.6** Pemilihan Titik Knot Optimum dengan Tiga Titik Knot

<b>X<sub>1</sub></b>	<b>X<sub>2</sub></b>	<b>X<sub>3</sub></b>	<b>X<sub>4</sub></b>	<b>X<sub>5</sub></b>	<b>MSE</b>	<b>GCV</b>
11.06	56.93	22.80	60.12	52.50		
14.93	66.39	30.01	65.14	57.66	4.60	22.99
23.11	86.37	45.23	75.75	68.56		
11.06	56.93	22.80	60.12	52.50		
14.93	66.39	30.01	65.14	57.66	4.27	21.32
23.54	87.42	46.03	76.31	69.13		
11.06	56.93	22.80	60.12	52.50		
14.93	66.39	30.01	65.14	57.66	3.64	18.21
23.97	88.47	46.83	76.87	69.71		
<b>11.06</b>	<b>56.93</b>	<b>22.80</b>	<b>60.12</b>	<b>52.50</b>		
<b>14.93</b>	<b>66.39</b>	<b>30.01</b>	<b>65.14</b>	<b>57.66</b>	<b>2.65</b>	<b>11.82</b>
<b>24.40</b>	<b>89.53</b>	<b>47.63</b>	<b>77.42</b>	<b>70.28</b>		
11.06	56.93	22.80	60.12	52.50		
14.93	66.39	30.01	65.14	57.66	3.26	14.52
24.83	90.58	48.43	77.98	70.85		
11.06	56.93	22.80	60.12	52.50		
14.93	66.39	30.01	65.14	57.66	6.81	27.23
25.26	91.63	49.23	78.54	71.43		
11.06	56.93	22.80	60.12	52.50		
15.36	67.45	30.81	65.70	58.23	11.25	56.20
15.79	68.50	31.61	66.26	58.81		

Berdasarkan Tabel 4.6 nilai GCV minimum yang diperoleh adalah 11,82 dengan lokasi titik knot optimum untuk masing-masing variabel adalah sebagai berikut.

( $K_1 = 11,06$ ;  $K_2 = 14,93$ ;  $K_3 = 24,40$ ),  
 ( $K_4 = 56,93$ ;  $K_5 = 66,39$ ;  $K_6 = 89,53$ ),  
 ( $K_7 = 22,80$ ;  $K_8 = 30,01$ ;  $K_9 = 47,63$ ),  
 ( $K_{10} = 60,12$ ;  $K_{11} = 65,14$ ;  $K_{12} = 77,42$ ),  
 ( $K_{13} = 52,50$ ;  $K_{14} = 57,66$ ;  $K_{15} = 70,28$ ).

Setelah mendapatkan knot optimum dengan nilai GCV minimum dari satu titik knot, dua titik knot, dan tiga titik knot maka selanjutnya dilakukan pemilihan titik knot optimum dengan menggunakan kombinasi knot. Kombinasi knot adalah kombinasi dari satu, dua, dan tiga titik knot dengan cara masing-masing lokasi titik knot yang memiliki GCV paling minimum dari satu titik knot, dua titik knot, dan tiga titik knot dikombinasikan. Proses yang dilakukan untuk memilih titik knot optimum dengan menggunakan sama dengan sebelumnya yaitu dengan menggunakan nilai GCV minimum.

Terdapat lima variabel prediktor yang digunakan untuk pemodelan sehingga kombinasi yang terbentuk adalah (1,1,1,1,1), (1,1,1,1,2), dan seterusnya hingga kombinasi (3,3,3,3,3). GCV dan lokasi knot untuk model regresi nonparametrik spline kombinasi knot, enam diantaranya disajikan dalam Tabel 4.7.

**Tabel 4.7** Pemilihan Titik Knot Optimum dengan Kombinasi Knot

$X_1$	$X_2$	$X_3$	$X_4$	$X_5$	MSE	GCV
11,06	56,93	22,80	65,70	58,23		
14,93	66,39	30,01	78,54	71,43	6,17	22,29
24,40	89,53	47,63				
11,06	56,93	22,80	65,70	52,50		
14,93	66,39	30,01	78,54	57,66	5,99	23,97
24,40	89,53	47,63		70,28		
11,06	56,93	22,80	60,12	67,98		
14,93	66,39	30,01	65,14		4,95	17,86
24,40	89,53	47,63	77,42			
<b>11,06</b>	<b>56,93</b>	<b>22,80</b>	<b>60,12</b>	<b>58,23</b>		
<b>14,93</b>	<b>66,39</b>	<b>30,01</b>	<b>65,14</b>	<b>71,43</b>	<b>2,96</b>	<b>11,85</b>
<b>24,40</b>	<b>89,53</b>	<b>47,63</b>	<b>77,42</b>			

Berdasarkan Tabel 4.7 maka nilai GCV minimum yang diperoleh adalah 11,85 dengan rincian variabel  $X_1$  memiliki 3 titik knot, variabel  $X_2$  dengan 3 titik knot, variabel  $X_3$  memiliki 3 titik knot, variabel  $X_4$  dengan 3 titik knot, dan variabel  $X_5$  memiliki 2 titik knot. Sehingga kombinasinya adalah (3,3,3,3,2) dengan titik knot optimum untuk masing-masing variabel diperoleh hasil knot.

( $K_1 = 11,06$ ;  $K_2 = 14,93$ ;  $K_3 = 24,40$ ),

( $K_4 = 56,93$ ;  $K_5 = 66,39$ ;  $K_6 = 89,53$ ),

( $K_7 = 22,80$ ;  $K_8 = 30,01$ ;  $K_9 = 47,63$ ),

( $K_{10} = 60,12$ ;  $K_{11} = 65,14$ ;  $K_{12} = 77,42$ ),

( $K_{13} = 58,23$ ;  $K_{14} = 71,43$ ;

### 4.2.3. Pemilihan Model Terbaik

Model regresi nonparametrik Spline terbaik adalah adalah model dengan GCV paling minimum. Perbandingan nilai GCV paling minimum dan banyak parameter dari satu titik knot, dua titik knot, tiga titik knot, dan kombinasi knot disajikan pada Tabel 4.8.

**Tabel 4.8** GCV Minimum dan Banyak Parameter Masing-Masing Knot

<b>Jumlah Knot</b>	<b>GCV Minimum</b>	<b>Banyak Parameter</b>
1 Titik Knot	34,45	11
2 Titik Knot	27,61	16
3 Titik Knot	11,82	21
Kombinasi Knot (3,3,3,3,2)	11,85	20

Tabel 4.8 menunjukkan bahwa GCV paling minimum dimiliki oleh tiga knot, sehingga titik knot yang akan digunakan sebagai model terbaik dengan jumlah parameter model sebanyak 21 termasuk konstanta ( $\beta_0$ ). Model regresi nonparametrik spline dengan tiga titik knot pada kasus CPR di Jawa Timur dengan lima komponen nonparametrik adalah sebagai berikut.

$$\begin{aligned} \hat{y} = & \hat{\beta}_0 + \hat{\beta}_1 x_1 + \hat{\beta}_2 (x_1 - K_1)_+ + \hat{\beta}_3 (x_1 - K_2)_+ + \hat{\beta}_4 (x_1 - K_3)_+ + \\ & \hat{\beta}_5 x_2 + \hat{\beta}_6 (x_2 - K_4)_+ + \hat{\beta}_7 (x_2 - K_5)_+ + \hat{\beta}_8 (x_2 - K_6)_+ + \hat{\beta}_9 x_3 + \\ & \hat{\beta}_{10} (x_3 - K_7)_+ + \hat{\beta}_{11} (x_3 - K_8)_+ + \hat{\beta}_{12} (x_3 - K_9)_+ + \hat{\beta}_{13} x_4 + \\ & \hat{\beta}_{14} (x_4 - K_{10})_+ + \hat{\beta}_{15} (x_4 - K_{11})_+ + \hat{\beta}_{16} (x_4 - K_{12})_+ + \hat{\beta}_{17} x_5 + \\ & \hat{\beta}_{18} (x_5 - K_{13})_+ + \hat{\beta}_{19} (x_5 - K_{14})_+ + \hat{\beta}_{20} (x_5 - K_{15})_+ \end{aligned}$$

Setelah mendapatkan model terbaik yaitu dengan tiga knot, langkah selanjutnya adalah mengestimasi parameter model regresi nonparametrik *Spline* menggunakan metode OLS diperoleh hasil sebagai berikut.

$$\begin{aligned} \hat{y} = & -34.6186 - 0.763x_1 + 1.884(x_1 - 11.056)_+ - 3.4357(x_1 - 14.9298)_+ - \\ & 0.1867(x_1 - 24.398)_+ + 2.588x_2 - 3.4785(x_2 - 56.93)_+ + \\ & 4.0907(x_2 - 66.3943)_+ - 13.1954(x_2 - 89.5257)_+ - 2.9186x_3 + \\ & 29.1168(x_3 - 22.8022)_+ - 1.5956(x_3 - 30.0096)_+ - 0.7572(x_3 - 47.6267)_+ + \\ & 0.6675x_4 - 2.6136(x_4 - 60.1155)_+ + 8.6535(x_4 - 65.1408)_+ + \\ & 2.9709(x_4 - 74.4249)_+ - 0.498x_5 + 0.2056(x_5 - 52.4951)_+ - \\ & 0.0104(x_5 - 57.6582)_+ + 2.3723(x_5 - 70.279)_+ \end{aligned}$$

#### 4.2.4. Pengujian Signifikansi Parameter Model Regresi Nonparametrik *Spline*

Uji signifikansi parameter model dilakukan untuk mengetahui variabel prediktor mana saja yang berpengaruh signifikan terhadap CPR di Jawa Timur. Pertama-tama dilakukan uji secara serentak. Apabila kesimpulan dari uji secara serentak menunjukkan bahwa terdapat minimal satu parameter yang signifikan, maka dilanjutkan ke uji secara individu.

##### 1. Pengujian Serentak

Hipotesis dari uji serentak adalah sebagai berikut.

$$H_0 : \beta_1 = \beta_2 = \dots = \beta_{20} = 0$$

$$H_1 : \text{Minimal ada satu } \beta_j \neq 0, \quad j=1,2,\dots,20$$

**Tabel 4.9** Tabel ANOVA Model Regresi Nonparametrik *Spline*

<b>Sumber Variasi</b>	<b>Derajat Bebas</b>	<b>SS</b>	<b>MS</b>	<b>F<sub>hitung</sub></b>	<b>P-Value</b>
Regresi	20	1725,3097	86,2655	14,5514	$4,45 \times 10^{-7}$
Residual	17	100,7813	5,9283		
Total	37	1826,0910			

Tabel 4.9 menunjukkan hasil analisis ragam uji serentak dari lima variabel prediktor. Berdasarkan tabel,  $F_{hitung}$  yang dihasilkan yaitu 14,5514 dimana angka ini lebih besar daripada  $F_{tabel}$  yaitu 2,2304 Sehingga keputusannya tolak  $H_0$  yang artinya minimal ada satu parameter yang berpengaruh signifikan terhadap model. Dari kesimpulan ini, maka dapat dilanjutkan uji individu.

## 2. Pengujian Parsial

Pengujian parsial digunakan untuk mengetahui signifikansi dari masing-masing variabel prediktor secara individu dengan menggunakan uji t. Hipotesis yang digunakan dalam pengujian parameter secara individu adalah sebagai berikut.

$$H_0 : \beta_j = 0, j = 1, 2, \dots, 20$$

$$H_1 : \beta_j \neq 0, j = 1, 2, \dots, 20$$

Berdasarkan Tabel 4.10, dapat diketahui bahwa 11 dari 21 parameter adalah signifikan dengan kriteria penolakan berdasarkan persamaan 2.10. Meski terdapat parameter yang tak signifikan, lima variabel yang digunakan dianggap signifikan karena minimal dalam satu variabel terdapat satu parameter yang signifikan. Sehingga variabel  $x_1, x_2, x_3, x_4,$  dan  $x_5$  memberikan berpengaruh yang signifikan terhadap CPR di Jawa Timur.

**Tabel 4.10** Hasil Pengujian Parameter Secara Parsial

Variabel	Parameter	Koefisien	$t_{hitung}$	Keputusan
X <sub>1</sub>	$\beta_1$	-0,76	-1,56	Gagal Tolak H <sub>0</sub>
	$\beta_2$	1,88	2,23	Tolak H <sub>0</sub>
	$\beta_3$	-3,44	-0,39	Gagal Tolak H <sub>0</sub>
	$\beta_4$	-0,19	-0,19	Gagal Tolak H <sub>0</sub>
X <sub>2</sub>	$\beta_5$	2,59	5,87	Tolak H <sub>0</sub>
	$\beta_6$	-3,48	-3,98	Tolak H <sub>0</sub>
	$\beta_7$	4,09	5,80	Tolak H <sub>0</sub>
	$\beta_8$	-13,20	-4,66	Tolak H <sub>0</sub>
X <sub>3</sub>	$\beta_9$	-2,92	-4,96	Tolak H <sub>0</sub>
	$\beta_{10}$	29,12	1,38	Gagal Tolak H <sub>0</sub>
	$\beta_{11}$	-1,60	-3,97	Tolak H <sub>0</sub>
	$\beta_{12}$	-0,76	-1,42	Gagal Tolak H <sub>0</sub>
X <sub>4</sub>	$\beta_{13}$	0,67	1,35	Gagal Tolak H <sub>0</sub>
	$\beta_{14}$	-2,61	-4,47	Tolak H <sub>0</sub>
	$\beta_{15}$	8,65	5,25	Tolak H <sub>0</sub>
	$\beta_{16}$	2,97	3,40	Tolak H <sub>0</sub>
X <sub>5</sub>	$\beta_{17}$	-0,50	-2,10	Tolak H <sub>0</sub>
	$\beta_{18}$	0,21	0,49	Gagal Tolak H <sub>0</sub>
	$\beta_{19}$	-0,01	-0,01	Gagal Tolak H <sub>0</sub>
	$\beta_{20}$	2,37	0,63	Gagal Tolak H <sub>0</sub>

#### 4.2.5. Pengujian dan Pemeriksaan Asumsi Residual

Pengujian asumsi residual dilakukan untuk mengetahui apakah asumsi residual telah terpenuhi atau belum. Sebagaimana yang telah diuraikan sebelumnya bahwa residual dari model terbaik harus memenuhi asumsi identik, independen, dan berdistribusi normal.

##### 1. Pengujian Asumsi Residual Identik

Pengujian asumsi residual identik dapat dilakukan dengan menggunakan uji Glejser. Hipotesis yang digunakan dalam uji Glejser adalah sebagai berikut.

$H_0 : \sigma_1^2 = \sigma_2^2 = \dots = \sigma_n^2 = \sigma^2$  (Asumsi Residual Identik Terpenuhi)

$H_1 : \text{Minimal terdapat } \sigma_i^2 \neq \sigma^2 ; i=1,2,\dots,38$  (Asumsi Residual Identik Tidak Terpenuhi)

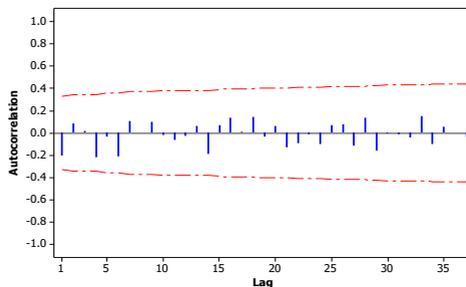
**Tabel 4.11** ANOVA Uji Glejser

Sumber Variasi	Derajat Bebas	SS	MS	F	P-Value
Regresi	19	16,569	0,872	0,61	0,855
Error	18	25,836	1,435		
Total	37	42,406			

Berdasarkan Tabel 4.11, dapat diambil keputusan gagal tolak  $H_0$  karena nilai  $P_{value}$  (0,855) lebih besar dari  $\alpha=5\%$ . Sehingga dapat disimpulkan bahwa tidak terjadi kasus heteroskedastisitas atau asumsi residual identik telah terpenuhi.

## 2. Pemeriksaan Asumsi Residual Independen

Pemeriksaan asumsi residual independen dilakukan untuk mengetahui apakah terdapat korelasi antar residual itu sendiri atau tidak. Asumsi residual independen dapat dikatakan terpenuhi jika tidak terdapat autokorelasi atau tidak terdapat titik yang keluar dari batas signifikansi. Metode yang digunakan untuk memeriksa asumsi residual independen adalah dengan menggunakan plot ACF, yang dilakukan secara visual.



**Gambar 4.8** Plot ACF Residual

Pemeriksaan asumsi residual independen dilakukan dengan menggunakan interval konfidensi ACF. Gambar 4.8 menunjukkan bahwa tidak terlihat adanya nilai autokorelasi (ACF) yang

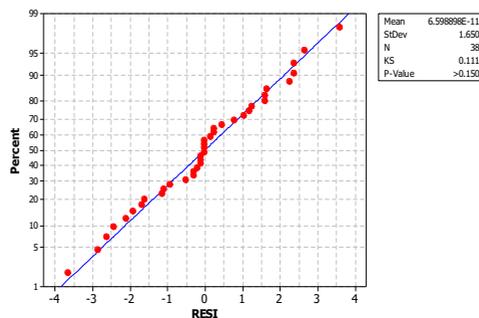
signifikan atau keluar dari batas atas dan batas bawah. Hal ini mengindikasikan bahwa asumsi independen pada residual model regresi nonparametrik *Spline* telah terpenuhi.

### 3. Pengujian Asumsi Residual Berdistribusi Normal

Untuk menguji asumsi yang terakhir yaitu residual berdistribusi normal, dilakukan uji *Kolmogorov Smirnov*. Hipotesis yang digunakan adalah sebagai berikut.

$H_0 : F(x) = F_0(x)$  (residual berdistribusi normal)

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



**Gambar 4.9** *Probability Plot* dengan Kolmogorov Smirnov

Berdasarkan gambar di atas diperoleh nilai  $P_{\text{value}} > 0,15$  yang memiliki nilai lebih besar dari  $\alpha = 5\%$  sehingga diperoleh keputusan gagal tolak  $H_0$  yang artinya bahwa residual mengikuti distribusi normal atau asumsi residual normal telah terpenuhi.

#### 4.2.6. Koefisien Determinasi ( $R^2$ )

Penghitungan  $R^2$  berdasarkan Tabel 4.18 sebagai berikut

$$R^2 = \frac{SSR}{SST} \times 100\% \\ = 94,481\%$$

Model regresi nonparametrik spline linier dengan tiga knot menghasilkan nilai koefisien determinasi ( $R^2$ ) sebesar 94,481% yang artinya bahwa variabel prediktor yang digunakan mampu menjelaskan model sebesar 94,481%, sisanya sebesar 5,519% dijelaskan oleh variabel lain yang tidak masuk ke dalam model.

#### 4.2.7. Interpretasi Model Regresi Nonparametrik *Spline*

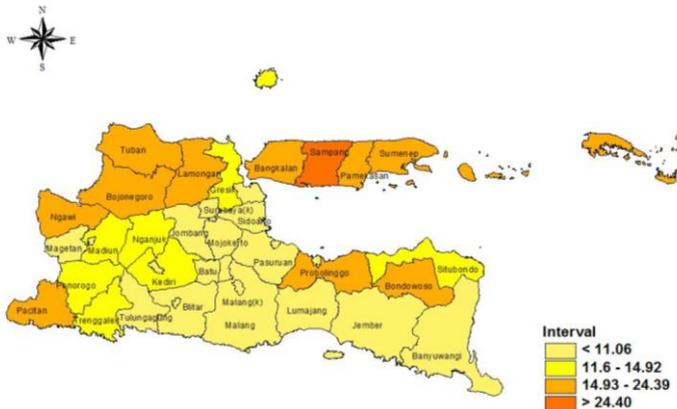
Setelah dilakukan pengujian asumsi pada residual model regresi nonparametrik spline dan diperoleh bahwa semua asumsi tersebut terpenuhi, selanjutnya akan diinterpretasikan model regresi nonparametrik *Spline* terbaik dengan variabel prediktor yang signifikan. Model regresi nonparametrik Spline dan dengan interpretasinya adalah sebagai berikut.

$$\begin{aligned} \hat{y} = & -34.62 - 0.76x_1 + 1.88(x_1 - 11.06)_+ - 3.44(x_1 - 14.93)_+ - \\ & 0.19(x_1 - 24.40)_+ + 2.59x_2 - 3.48(x_2 - 56.93)_+ + \\ & 4.09(x_2 - 66.40)_+ - 13.20(x_2 - 89.53)_+ - 2.92x_3 + \\ & 29.12(x_3 - 22.80)_+ - 1.60(x_3 - 30.01)_+ - 0.76(x_3 - 47.63)_+ + \\ & 0.67x_4 - 2.61(x_4 - 60.11)_+ + 8.65(x_4 - 65.14)_+ + \\ & 2.97(x_4 - 74.42)_+ - 0.50x_5 + 0.21(x_5 - 52.50)_+ - \\ & 0.01(x_5 - 57.66)_+ + 2.37(x_5 - 70.28)_+ \end{aligned}$$

1. Jika variabel selain  $x_1$ , yaitu variabel  $x_2$ ,  $x_3$ ,  $x_4$  dan  $x_5$  dianggap konstan, maka pengaruh persentase rumah tangga miskin ( $x_1$ ) terhadap CPR di Jawa Timur adalah sebagai berikut.

$$\begin{aligned} \hat{y} = & -0.76x_1 + 1.88(x_1 - 11.06)_+ - 3.44(x_1 - 14.93)_+ - \\ & 0.19(x_1 - 24.40)_+ \\ = & \begin{cases} -0,76x_1 & ; x_1 < 11,06 \\ 1.12x_1 - 20,79 & ; 11,06 \leq x_1 < 14,93 \\ -2.32x_1 + 30,57 & ; 14,93 \leq x_1 < 24,40 \\ -2.51x_1 + 35,21 & ; x_1 \geq 24,40 \end{cases} \end{aligned}$$

Pada model tersebut dapat diinterpretasikan dengan visualisasi peta sebagai berikut.



**Gambar 4.10** Visualisasi Peta untuk Variabel  $X_1$

Apabila suatu daerah yang memiliki persentase rumah tangga miskin kurang dari 11,0561, maka kenaikan satu persen rumah tangga miskin akan menyebabkan CPR di Jawa Timur cenderung turun sebesar 0,76 persen. Kabupaten/kota yang termasuk dalam interval ini adalah Kota Malang, Kota Batu, Kota Madiun, Kota Surabaya, Kota Mojokerto, Kab. Sidoarjo, Kota Blitar, Kota Pasuruan, Kota Probolinggo, Kota Kediri, Kab. Tulungagung, Kab. Banyuwangi, Kab. Blitar, Kab. Mojokerto, Kab. Pasuruan, dan Kab. Jombang. Selanjutnya, untuk daerah yang memiliki persentase rumah tangga miskin diantara 11,06 hingga 14,93, jika tiap kenaikan satu persen penduduk miskin di daerah tersebut maka CPR cenderung naik sebesar 1,12 persen. Kabupaten/kota yang termasuk dalam interval ini adalah Kab. Jember, Kab. Magetan, Kab. Lumajang, Kab. Malang, Kab. Ponorogo, Kab. Madiun, Kab. Nganjuk, Kab. Kediri, Kab. Trenggalek, Kab. Situbondo, dan Kab. Gresik. Jika persentase rumah tangga miskin berada diantara 14,93 hingga 24,40 jika tiap kenaikan satu persen penduduk miskin di daerah tersebut maka CPR cenderung turun sebesar 2,32 persen. Kabupaten/kota yang termasuk dalam kategori ini adalah Kab. Bondowoso, Kab. Lamongan, Kab. Ngawi, kab. Bojonegoro, kab. Pacitan, Kab. Tuban, Kab. Pamekasan, Kab.

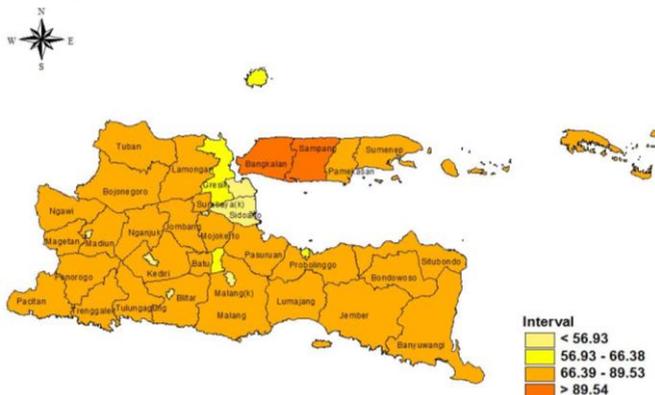
Sumenep, Kab. Probolinggo, dan Kab. Bangkalan. Kemudian, apabila suatu daerah memiliki persentase rumah tangga miskin lebih dari 24,40, maka jika tiap kenaikan satu persen rumah tangga miskin di daerah tersebut maka persentase CPR mengalami penurunan sebesar 2,51 persen. Kabupaten/kota yang termasuk dalam interval ini hanya satu daerah yaitu Kab. Sampang.

2. Jika variabel selain  $x_2$ , yaitu variabel  $x_1$ ,  $x_3$ ,  $x_4$  dan  $x_5$  dianggap konstan, maka pengaruh wanita berusia 15 tahun keatas dengan pendidikan tertinggi kurang dari/sama dengan SLTP/Sederajat ( $x_2$ ) terhadap CPR di Jawa Timur adalah sebagai berikut.

$$\hat{y} = 2.59x_2 - 3.48(x_2 - 56.93)_+ + 4.09(x_2 - 66.40)_+ - 13.20(x_2 - 89.53)_+$$

$$= \begin{cases} 2,59x_2 & ; x_2 < 56,93 \\ -0,89x_2 + 198,12 & ; 56,93 \leq x_2 < 66,39 \\ 3.20x_2 - 73.46 & ; 66,39 \leq x_2 < 89,54 \\ -10.00x_2 + 1108,34 & ; x_2 \geq 89,54 \end{cases}$$

Pada model tersebut dapat diinterpretasikan dengan visualisasi peta sebagai berikut.



**Gambar 4.11** Visualisasi Peta untuk Variabel  $X_2$

Apabila suatu daerah yang memiliki wanita berusia 15 tahun keatas dengan pendidikan tertinggi kurang dari atau sama dengan SLTP/Sederajat kurang dari 56,93, maka kenaikan satu persen wanita berusia 15 tahun keatas dengan pendidikan tertinggi kurang dari atau sama dengan SLTP/Sederajat akan menyebabkan CPR di Jawa Timur cenderung naik sebesar 2,59 persen. Kabupaten/kota yang termasuk dalam interval ini adalah Kota Malang, Kota Madiun, Kota Surabaya, Kota Mojokerto, Kab. Sidoarjo, Kota Blitar, Kota Kediri. Selanjutnya, untuk daerah yang memiliki persentase wanita berusia 15 tahun keatas dengan pendidikan tertinggi kurang dari atau sama dengan SLTP/Sederajat diantara 56,93 hingga 66,39, jika tiap kenaikan satu persen wanita berusia 15 tahun keatas dengan pendidikan tertinggi kurang dari atau sama dengan SLTP/Sederajat di daerah tersebut maka CPR cenderung turun sebesar 0,89 persen. Kabupaten/kota yang termasuk dalam interval ini adalah Kota Pasuruan, Kab. Gresik, Kota Probolinggo, dan Kota Batu. Jika persentase wanita berusia 15 tahun keatas dengan pendidikan tertinggi kurang dari atau sama dengan SLTP/Sederajat berada diantara 66,39 hingga 89,54 jika tiap kenaikan satu persen wanita berusia 15 tahun keatas dengan pendidikan tertinggi kurang dari atau sama dengan SLTP/Sederajat di daerah tersebut maka CPR cenderung naik sebesar 3,20 persen. Kabupaten/kota yang termasuk dalam kategori ini adalah Kab. Magetan, Kab. Jombang, Kab. Tulungagung, Kab. Mojokerto, Kab. Kediri, Kab. Nganjuk, Kab. Lamongan, Kab. Madiun, Kab. Blitar, Kab. Ponorogo, Kab. Malang, Kab. Pasuruan, Kab. Bojonegoro, Kab. Trenggalek, Kab. Ngawi, Kab. Pacitan, Kab. Pamekasan, Kab. Banyuwangi, Kab. Situbondo, Kab. Jember, Kab. Tuban, Kab. Lumajang, Kab. Probolinggo, Kab. Sumenep, Kab. Bondowoso. Kemudian, apabila suatu daerah memiliki persentase wanita berusia 15 tahun keatas dengan pendidikan tertinggi kurang dari atau sama dengan SLTP/Sederajat lebih

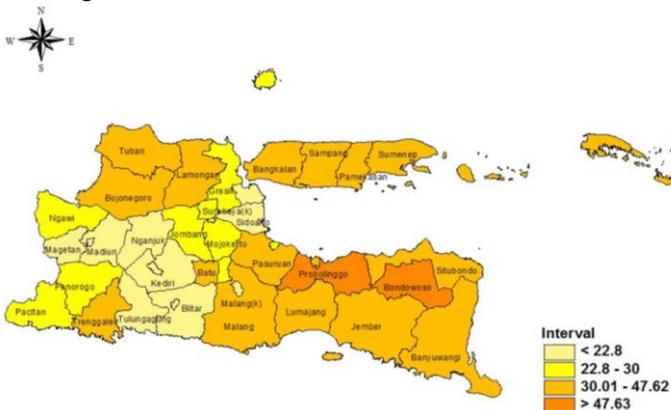
dari 89,54, maka jika tiap kenaikan satu persen wanita berusia 15 tahun keatas dengan pendidikan tertinggi kurang dari atau sama dengan SLTP/Sederajat di daerah tersebut maka persentase CPR mengalami penurunan sebesar 10 persen. Kabupaten/kota yang termasuk dalam interval ini adalah Kab. Sampang, dan Kab. Bangkalan.

3. Jika variabel selain  $x_3$ , yaitu variabel  $x_1$ ,  $x_2$ ,  $x_4$  dan  $x_5$  dianggap konstan, maka pengaruh persentase wanita berusia 15-49 tahun dengan usia perkawinan pertama kurang dari atau sama dengan 18 tahun ( $x_3$ ) terhadap CPR di Jawa Timur adalah sebagai berikut.

$$\hat{y} = -2.92x_3 + 29.12(x_3 - 22.80)_+ - 1.60(x_3 - 30.01)_+ - 0.76(x_3 - 47.63)_+$$

$$= \begin{cases} -2.92x_3 & ; x_3 < 22,80 \\ 26.20x_3 - 663,93 & ; 22,80 \leq x_3 < 30,01 \\ 24.60x_3 - 711,95 & ; 30,01 \leq x_3 < 47,63 \\ 23.84x_3 - 748,15 & ; x_3 \geq 47,63 \end{cases}$$

Pada model tersebut dapat diinterpretasikan dengan visualisasi peta sebagai berikut.



**Gambar 4.12** Visualisasi Peta untuk Variabel  $X_3$

Apabila suatu daerah yang memiliki persentase wanita berusia 15-49 tahun dengan usia perkawinan pertama kurang dari atau sama dengan 18 tahun kurang dari 22,80, maka kenaikan satu persen wanita berusia 15-49 tahun dengan usia perkawinan pertama kurang dari atau sama dengan 18 tahun akan menyebabkan CPR di Jawa Timur cenderung turun sebesar 2,92 persen. Kabupaten/kota yang termasuk dalam interval ini adalah Kota Madiun, Kota Kota Madiun, Kota Mojokerto, Kota Kediri, Kota Malang, Kab. Sidoarjo, Kota Blitar, Kota Surabaya Kab. Madiu, Kab. Mageta, Kab. Tulungagung, Kab. Kediri, Kab. Nganjuk, dan Kab. Blitar. Selanjutnya, untuk daerah yang memiliki persentase wanita berusia 15-49 tahun dengan usia perkawinan pertama kurang dari atau sama dengan 18 tahu diantara 22,80 hingga 30,01, jika tiap kenaikan satu persen wanita berusia 15-49 tahun dengan usia perkawinan pertama kurang dari atau sama dengan 18 tahun di daerah tersebut maka CPR cenderung naik sebesar 26,20 persen. Kabupaten/kota yang termasuk dalam interval ini adalah Kab. Ponorogo, Kota Pasuruan, Kab. Gresik, Kab. Ngawi, kab. Kombang, Kota Batu, Kab. Pacitan, dan Kab. Mojokerto. Jika persentase wanita berusia 15-49 tahun dengan usia perkawinan pertama kurang dari atau sama dengan 18 tahun berada diantara 30,01 hingga 47,63 jika tiap kenaikan satu persen wanita berusia 15-49 tahun dengan usia perkawinan pertama kurang dari atau sama dengan 18 tahun di daerah tersebut maka CPR cenderung naik sebesar 24,6 persen. Kabupaten/kota yang termasuk dalam kategori ini adalah Kota Probolinggo, Kab. Trenggalek, Kab. Bangkalan, Kab. Tuban, Kab. Malang, Kab. Banyuwangi, Kab. Lamongan, Kab. Pasuruan, Kab. Bojonegoro, Kab. Lumajang, Kab. Pamekasan, Kab. Jember, Kab. Sumenep, Kab. Sampang, dan Kab. Situbondo. Kemudian, apabila suatu daerah memiliki persentase wanita berusia 15-49 tahun dengan usia perkawinan pertama kurang dari atau sama dengan 18 tahun lebih dari 47,63, maka jika tiap kenaikan satu persen wanita berusia 15-

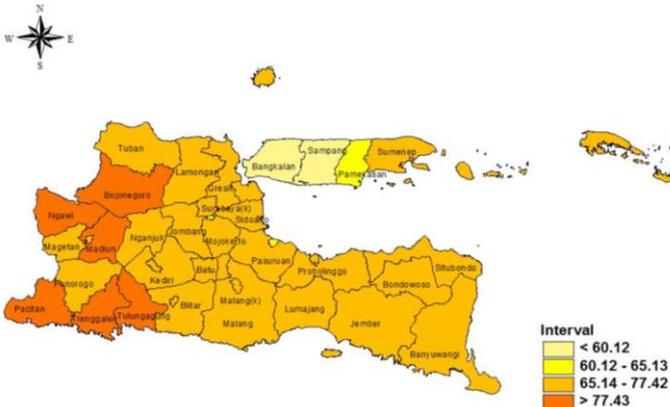
49 tahun dengan usia perkawinan pertama kurang dari atau sama dengan 18 tahun di daerah tersebut maka persentase CPR naik sebesar 23,84 persen. Kabupaten/kota yang termasuk dalam interval ini Kab. Bondowoso dan Kab. Probolinggo.

4. Jika variabel selain  $x_4$ , yaitu variabel  $x_1$ ,  $x_2$ ,  $x_3$  dan  $x_5$  dianggap konstan, maka pengaruh persentase wanita berusia 15-49 tahun yang pernah kawin dengan anak lahir hidup kurang dari sama dengan dua ( $x_4$ ) terhadap CPR di Jawa Timur adalah sebagai berikut.

$$\hat{y} = 0.67x_4 - 2.61(x_4 - 60.11)_+ + 8.65(x_4 - 65.14)_+ + 2.97(x_4 - 74.42)_+$$

$$= \begin{cases} 0,67x_4 & ; x_4 < 60,12 \\ -1.94x_4 + 156,89 & ; 60,12 \leq x_4 < 65,14 \\ 6.71x_4 - 406,58 & ; 65,14 \leq x_4 < 77,43 \\ 9.68x_4 - 627,60 & ; x_4 \geq 77,43 \end{cases}$$

Pada model tersebut dapat diinterpretasikan dengan visualisasi peta sebagai berikut.



**Gambar 4.13** Visualisasi Peta untuk Variabel  $X_4$

Apabila suatu daerah yang memiliki persentase wanita berusia 15-49 tahun yang pernah kawin dengan anak lahir hidup kurang dari sama dengan dua kurang dari 60,12, maka kenaikan satu persen wanita berusia 15-49 tahun dengan usia perkawinan pertama kurang dari atau sama dengan 18 tahun akan menyebabkan CPR di Jawa Timur cenderung naik sebesar 0,67 persen. Kabupaten/kota yang termasuk dalam interval ini adalah Kab. Sampang dan Kab. Bangkalan. Selanjutnya, untuk daerah yang memiliki persentase wanita berusia 15-49 tahun yang pernah kawin dengan anak lahir hidup kurang dari sama dengan dua diantara 60,12 hingga 65,14, jika tiap kenaikan satu persen wanita berusia 15-49 tahun yang pernah kawin dengan anak lahir hidup kurang dari sama dengan dua di daerah tersebut maka CPR cenderung turun sebesar 1,94 persen. Kabupaten/kota yang termasuk dalam interval ini adalah Kab. Pamekasan, Kota Mojokerto, dan Kota Pasuruan. Jika persentase wanita berusia 15-49 tahun yang pernah kawin dengan anak lahir hidup kurang dari sama dengan dua berada diantara 65,14 hingga 77,43 jika tiap kenaikan satu persen wanita berusia 15-49 tahun yang pernah kawin dengan anak lahir hidup kurang dari sama dengan dua di daerah tersebut maka CPR cenderung naik sebesar 61,7 persen. Kabupaten/kota yang termasuk dalam kategori ini adalah Kab. Pasuruan, Kota Probolinggo, Kota Malang, Kota Kediri, Kota Surabaya, Kota Blitar, Kab. Probolinggo, Kab. Sidoarjo, Kab. Malang, Kab. Situbondo, Kab. Banyuwangi, Kab. Jombang, Kab. Jember, Kab. Kediri, Kab. Ponorogo, Kab. Nganjuk, Kab. Bondowoso, Kab. Kota Batu, Kab. Gresik, Kab. Lamongan, Kab. Blitar, Kab. Lumajang, Kab. Magetan, Kab. Tuban, Kab. Sumenep, Kab. Mojokerto, dan Kota Madiun. Kemudian, apabila suatu daerah memiliki persentase wanita berusia 15-49 tahun yang pernah kawin dengan anak lahir hidup kurang dari sama dengan dua lebih dari 77,43, maka jika tiap kenaikan satu persen wanita berusia 15-49 tahun yang pernah kawin dengan anak lahir hidup kurang dari sama dengan dua di daerah tersebut maka

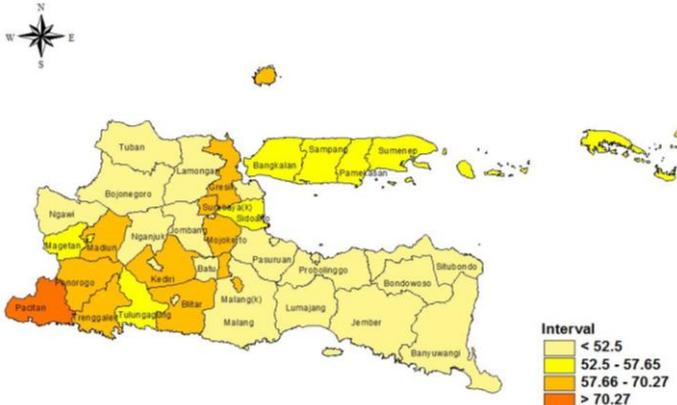
persentase CPR naik sebesar 9,68 persen. Kabupaten/kota yang termasuk dalam interval ini Kab. Ngawi, Kab. Pobolinggo, Kab. Tulungagung, Kab. Trenggalek, Kab. Madiun, dan Kab. Pacitan.

5. Jika variabel selain  $x_5$ , yaitu variabel  $x_1$ ,  $x_2$ ,  $x_3$ , dan  $x_4$  dianggap konstan, maka pengaruh persentase wanita berusia 15 ke atas yang berstatus bekerja ( $x_5$ ) terhadap persentase CPR di Jawa Timur adalah sebagai berikut.

$$\hat{y} = -0.50x_5 + 0.21(x_5 - 52.50)_+ - 0.01(x_5 - 57.66)_+ + 2.37(x_5 - 70.28)_+$$

$$= \begin{cases} -0,50x_5 & ; x_5 < 52,50 \\ -0,29x_5 - 11,03 & ; 52,50 \leq x_5 < 57,66 \\ -0.30x_5 - 10,45 & ; 57,66 \leq x_5 < 70,28 \\ 2.07x_5 - 177,01 & ; x_5 \geq 70,28 \end{cases}$$

Pada model tersebut dapat diinterpretasikan dengan visualisasi peta sebagai berikut.



**Gambar 4.14** Visualisasi Peta untuk Variabel  $X_5$

Apabila suatu daerah yang memiliki persentase wanita berusia 15 ke atas yang berstatus bekerja kurang dari 52,50,

maka kenaikan satu persen wanita berusia 15 ke atas yang berstatus bekerja akan menyebabkan CPR di Jawa Timur cenderung turun sebesar 0,50 persen. Kabupaten/kota yang termasuk dalam interval ini adalah Kab. Nganjuk, Kab. Jember, Kab. Gresik, Kota Probolinggo, Kab. Lumajang, Kab. Bojonegoro, Kota Malang, Kab. Malang, Kab. Ngawi, Kab. Situbondo, Kab. Madiun, Kota Surabaya, Kab. Tuban, Kab. Pasuruan, Kab. Blitar, Kota Pasuruan, Kab. Kediri, Kab. Sidoarjo, Kota Kediri, dan Kab. Probolinggo. Selanjutnya, untuk daerah yang memiliki persentase wanita berusia 15 ke atas yang berstatus bekerja diantara 52,50 hingga 57,66, jika tiap kenaikan satu persen wanita berusia 15 ke atas yang berstatus bekerja di daerah tersebut maka CPR cenderung turun sebesar 0,29 persen. Kabupaten/kota yang termasuk dalam interval ini adalah Kab. Lamongan, Kab. Jombang, Kab. Mojokerto, Kota Madiun, Kab. Bondowoso, Kota Mojokerto, Kota batu, dan Kab. Tulungagung. Jika persentase wanita berusia 15 ke atas yang berstatus bekerja berada diantara 57,66 hingga 70,28 jika tiap kenaikan satu persen wanita berusia 15 ke atas yang berstatus bekerja di daerah tersebut maka CPR cenderung turun sebesar 0,30 persen. Kabupaten/kota yang termasuk dalam kategori ini adalah Kab. Ponorogo, Kab. Sumenep, Kab. Sampang, Kab. Banyuwangi, Kab. Pamekasan, Kab. Magetan, Kab. Bangkalan, Kota. Blitar, dan Kab. Trenggalek. Kemudian, apabila suatu daerah memiliki persentase wanita berusia 15 ke atas yang berstatus bekerja lebih dari 70,28, maka jika tiap kenaikan satu persen wanita berusia 15 ke atas yang berstatus bekerja di daerah tersebut maka persentase CPR naik sebesar 2,07. Kabupaten/kota yang termasuk dalam interval ini hanya satu daerah yaitu Kab. Pacitan.

*(Halaman ini sengaja dikosongkan)*

## BAB V KESIMPULAN DAN SARAN

### 5.1. Kesimpulan

Berdasarkan hasil analisis dan pembahasan yang telah dilakukan, beberapa kesimpulan yang didapatkan adalah sebagai berikut.

1. Persentase CPR di Jawa Timur tergolong rendah yaitu sekitar 63,33% yang tersebar di 38 kabupaten/kota di Jawa Timur. Daerah yang memiliki persentase CPR tertinggi yaitu Kabupaten Ngawi dengan persentase 73,92% sedangkan CPR terendah berada di Kabupaten Bangkalan. Varians yang sangat tinggi pada variabel Persentase Wanita dengan pendidikan tertinggi kurang dari atau sama dengan SLTP/Sederajat dan Persentase wanita dengan usia perkawinan pertama kurang dari atau sama dengan 18 tahun yang mengindikasikan terjadi ketimpangan antara daerah satu dan lainnya.
2. Pemodelan persentase CPR dengan menggunakan metode regresi nonparametrik Spline menggunakan model terbaik dari titik knot yang paling optimum yaitu menggunakan tiga titik knot dengan semua variabel prediktor berpengaruh signifikan. Koefisien determinasi atau  $R^2$  yang menunjukkan ukuran kebaikan model untuk tiga titik knot adalah sebesar 94,481%. Sehingga diperoleh model regresi nonparametrik Spline

$$\begin{aligned} \hat{y} = & -34.62 - 0.76x_1 + 1.88(x_1 - 11.06)_+ - 3.44(x_1 - 14.93)_+ \\ & - 0.19(x_1 - 24.40)_+ + 2.59x_2 - 3.48(x_2 - 56.93)_+ + \\ & 4.09(x_2 - 66.40)_+ - 13.20(x_2 - 89.53)_+ - 2.92x_3 + \\ & 29.12(x_3 - 22.80)_+ - 1.60(x_3 - 30.01)_+ - 0.76(x_3 - 47.63)_+ \\ & + 0.67x_4 - 2.61(x_4 - 60.11)_+ + 8.65(x_4 - 65.14)_+ + \\ & 2.97(x_4 - 74.42)_+ - 0.50x_5 + 0.21(x_5 - 52.50)_+ - \\ & 0.01(x_5 - 57.66)_+ + 2.37(x_5 - 70.28)_+ \end{aligned}$$

## 5.2. Saran

Saran yang dapat diberikan berdasarkan kesimpulan di atas adalah sebagai berikut.

1. Pada penelitian berikutnya dapat dilakukan studi lapangan di daerah setempat apabila terdapat interpretasi yang tidak sesuai dengan rasionalitas.
2. Saran untuk pemerintah dan dinas terkait khususnya BKKBN Perwakilan Jawa Timur adalah melakukan penyuluhan dan sosialisasi secara berkala untuk daerah-daerah yang memiliki CPR yaitu Kab. Bangkalan, Kab. Sumenep, Kab. Ponorogo, Kab. Sampang, Kab Pamekasan, Kota Malang, Kota. Madiun, Kota Surabaya, Kota Pasuruan, Kab. Tulungagung, Kab. Blitar, Kota Kediri, Kab. Sidoarjo, Kota Blitar, Kab. Pasuruan, Kab. Jombang, Kab. Madiun, dan Kota Mojokerto. Melakukan penguatan dari segi faktor-faktor yang memberikan pengaruh signifikan terhadap pembentukan CPR yang masih rendah ntuk setiap wilayah.

## DAFTAR PUSTAKA

- Arfan, N., & Budiantara, I. N. (2014). *Pendekatan Spline untuk Estimasi Kurva Regresi Nonparametrik (Studi Kasus pada Data Angka Kematian Maternal di Jawa Timur)*. Jurnal SAINS dan Seni ITS.
- Badan Kependudukan dan Keluarga Berencana Nasional. (2011). *Kamus Istilah Kependudukan dan Keluarga Berencana Nasional*. Jakarta: Direktorat Teknologi Informasi dan Dokumentasi.
- Badan Kependudukan dan Keluarga Berencana Nasional. (2016). *Laporan Kinerja Instansi Pemerintah 2015 Badan Kependudukan dan Keluarga Berencana Nasional*. Jakarta: BKKBN.
- Badan Pusat Statistik. (2010). *Sensus Penduduk*. Indonesia: BPS.
- Badan Pusat Statistik. (2015). *Profil Angkatan Kerja Perempuan di Jawa Timur*. Surabaya: Badan Pusat Statistik Provinsi Jawa Timur.
- Badan Pusat Statistik. (2015). *Statistik Kesejahteraan Rakyat Provinsi Jawa Timur*. Surabaya: Badan Pusat Statistik Provinsi Jawa Timur.
- Badan Pusat Statistik. (2016). *Statistik Indonesia*.
- Badan Pusat Statistik. (n.d.). *Sistem informasi Rujukan Statistik*. Diakses 20 Januari 2017, dari <https://sirusa.bps.go.id/index.php?r=indikator/view&id=39>
- Bintariningrum, M. F., & Budiantara, I. N. (2014). *Pemodelan Regresi Nonparametrik Spline Truncated dan Aplikasinya pada Angka Kelahiran Kasar di Surabaya*. Jurnal SAINS dan Seni ITS.
- Budiantara, I. N. (2011). *Penelitian Bidang Regresi Spline Menuju Terwujudnya Penelitian Statistika yang Mandiri dan Berkarakter*. Seminar Nasional FMIPA. Universitas Pendidikan Ganesha.
- Candra, B. (2009). *Ilmu Kedokteran : Pencegahan di Komunitas*. Jakarta: EGC.

- Cristie, D. (2015). *Pemodelan Contraceptive Prevalence Rate (CPR) di Indonesia dengan Menggunakan Pendekatan Regresi Nonparametrik Spline*. Surabaya.
- Daniel, W. W. (1989). *Statistika Nonparametrik Terapan*. Jakarta: Gramedia.
- Dewi, S. R. (2012). *Determinan Pemakaian Alat Kontrasepsi Pada Wanita PUS di Wilayah Kerja Puskesmas Kota Blangkejeren Gayo Lues*. Sumatera: Universitas Sumatera Utara.
- Draper, N. R., & Smith, H. (1998). *Applied Regression Analysis* (3rd ed.). New York: John Willey & Sons Inc.
- Eubank. (1999). *Nonparametric Regression and Spline Smoothing* (2nd ed.). New York: Marcel Dekker.
- Firdausya, E. A. (2009). *Implementasi Regresi Binary Logistik Terhadap Faktor-Faktor yang Mempengaruhi Keikutsertaan Pasangan Usia Subur dalam Program Keluarga Berencana, Studi Kasus di Rumah Sakit Umum Waluyo Jati Kraksaan Probolinggo*. Malang: Universitas Malang.
- Green, L. W., Kreuteur, M. W., Deeds, S. G., & Partridge, K. B. (1980). *Health Education Planning*. California: Mayfield Publishing Company.
- Gujarati, D. n., & Porter, D. C. (2009). *Basic Econometrics* (5th ed.). New York: Douglas Reiner.
- Handayani, S. (2010). *Buku Ajar Pelayanan Keluarga Berencana*. Yogyakarta: Pustaka Rihanna.
- Posyandu Indonesia. (2011). *Kesuksesan KB di Indonesia Masih Jadi Acuan*. Diakses 20 Januari 2017, dari <http://www.posyandu.org>
- Pratiwi, A. D., & Budiantara, I. N. (2015). *Faktor-Faktor yang Mempengaruhi Rata-Rata Usia Kawin Pertama di Jawa Timur dengan Menggunakan Pendekatan Regresi Nonparametrik Spline*. Jurnal SAINS dan Seni ITS.
- Sukarno. (2011). *Pengaruh Faktor Sosial Ekonomi Terhadap Fertilitas dan Umur Kawin Pertama*. Jakarta: BKKBN.

- Tupen, S. N., & Budiantara, I. N. (2011). *Uji Hipotesis dalam Regresi Nonparametrik Splines*. Prosiding Seminar Nasional Statistika. Semarang: Universitas Diponegoro.
- Walpole, R. E. (1995). *Pengantar Metode Statistika Edisi III*. (B. Soemantri, Trans.) Jakarta: Gramedia.
- Wei, W. (2006). *Time Series Analysis : Univariate and Multivariate Methods* (2nd ed.). California: Pearson Addison Wesley.
- WHO. (2013). *Reproductive Health Indicator*. Switzerland: WHO Press.
- Wulandari, I., & Budiantara, I. N. (2014). *Analisis Faktor-Faktor yang Mempengaruhi Persentase Penduduk Miskin dan Pengeluaran Perkapita Makanan di Jawa Timur menggunakan Regresi Nonparametrik Birespon Spline*. Jurnal SAINS dan Seni ITS.

*(halaman ini sengaja dikosongkan)*

## LAMPIRAN

### Lampiran 1. Data Penelitian

No	Kabupaten	Y	X1	X2	X3	X4	X5
1	Pacitan	71.41	16.68	83.22	28.52	79.10	72.00
2	Ponorogo	52.60	11.91	80.27	23.49	71.03	57.72
3	Trenggalek	67.42	13.39	81.92	31.95	78.22	63.79
4	Tulungagung	56.97	8.57	75.47	20.48	78.18	57.19
5	Blitar	60.25	9.97	79.44	22.66	73.69	51.58
6	Kediri	65.55	12.91	76.63	21.89	70.88	52.05
7	Malang	68.55	11.53	80.39	34.21	68.89	48.85
8	Lumajang	69.91	11.52	86.84	38.05	73.71	48.21
9	Jember	67.34	11.22	83.82	41.02	70.70	44.55
10	Banyuwangi	65.62	9.17	83.59	35.09	70.36	59.31
11	Bondowoso	72.23	14.96	88.65	48.57	71.87	54.88
12	Situbondo	68.72	13.63	83.76	45.44	69.56	49.39
13	Probolinggo	70.91	20.82	87.53	50.03	67.58	52.40
14	Pasuruan	63.82	10.72	80.65	36.68	65.25	50.81
15	Sidoarjo	61.83	6.44	51.15	17.47	68.34	52.23
16	Mojokerto	67.94	10.57	75.62	29.91	74.38	53.73
17	Jombang	64.96	10.79	74.84	26.86	70.48	53.45
18	Nganjuk	65.70	12.69	76.87	22.56	71.77	43.89
19	Madiun	65.32	12.54	78.31	18.52	78.34	50.13
20	Magetan	66.86	11.35	70.60	20.19	73.78	60.07
21	Ngawi	73.92	15.61	82.81	24.77	77.43	48.86
22	Bojonegoro	69.89	15.71	80.81	37.82	77.50	48.59
23	Tuban	69.57	17.08	84.34	33.53	74.11	50.79
24	Lamongan	67.47	15.38	77.44	35.68	73.68	52.94
25	Gresik	66.64	13.63	62.10	24.47	72.72	46.10
26	Bangkalan	41.75	22.57	89.74	33.13	53.59	60.09
27	Sampang	53.02	25.69	92.68	44.39	51.74	58.11
28	Pamekasan	53.12	17.41	83.25	40.27	61.44	59.58
29	Sumenep	51.78	20.20	87.64	44.06	74.12	57.78
30	Kota Kediri	61.22	8.51	52.08	16.07	66.68	52.34
31	Kota Blitar	62.81	7.29	52.93	17.73	67.04	61.48
32	Kota Malang	54.03	4.60	48.16	17.36	66.50	48.78
33	Kota robolinggo	69.44	8.17	65.33	30.99	65.97	47.69
34	Kota Pasuruan	58.82	7.47	62.00	23.58	65.10	51.67
35	Kota Mojokerto	64.12	6.16	52.33	15.71	62.39	55.60
36	Kota Madiun	56.34	4.89	41.16	10.79	74.91	54.12
37	Kota Surabaya	57.59	5.82	49.35	18.11	66.87	50.46
38	Kota Batu	61.12	4.71	65.45	26.95	72.22	55.92
<b>Jawa Timur</b>		<b>63.33</b>	<b>12.17</b>	<b>73.93</b>	<b>29.18</b>	<b>70.27</b>	<b>53.61</b>

## Keterangan

- Y : *Contraceptive Prevalence Rate*  
 X<sub>1</sub> : Persentase rumah tangga miskin  
 X<sub>2</sub> : Persentase wanita dengan pendidikan tertinggi kurang dari atau sama dengan SLTP/ sederajat  
 X<sub>3</sub> : Persentase wanita dengan usia perkawinan pertama kurang dari atau sama dengan 18 tahun  
 X<sub>4</sub> : Persentase wanita yang pernah kawin dengan anak lahir hidup kurang dari sama dengan dua  
 X<sub>5</sub> : Persentase wanita yang berstatus bekerja

**Lampiran 2.** Program Regresi Nonparametrik Spline satu, dua, dan tiga knot dan uji parameter menggunakan *software R*

```

SP=function(kn,poli,int.sp,alpha)
{
  library(pracma)
  data=read.table("D://data.txt", header=FALSE)
  y=data[,1]
      #variabel y
  x=as.matrix(data[,2:length(data)])      #variabel x
  n=length(y)                             #jml
  pengamatan
  ps=ncol(x)
      #jml var spline

  #Membuat Matrix
  m1.nn=matrix(1, nrow=n, ncol=n)          # matriks 1 nxn
  m1.n1=matrix(1, nrow=n)                 # matriks 1 nx1
  mi.nn=diag(1,n,n)                      # matriks I nxn

  #Menentukan titik knot
  if (ps==1){
    knot=matrix(0,int.sp,ps)
    for (i in 1:ps)
    {
      knot[,i]=seq(min(x[,i]),max(x[,i]),length.out=int.sp)
    }
    knot=matrix(knot[2:(int.sp-1),])
    nknot=nrow(knot)
  }

```

```

}else
{
knot=matrix(0,int.sp,ps)
for (i in 1:ps)
{
  knot[,i]=seq(min(x[,i]),max(x[,i]),length.out=int.sp)
}
knot=knot[2:(int.sp-1),]
nknot=nrow(knot)
}

#Satu titik knot
if (kn==1){
  knot=knot
}else if (kn==2)
{
#Dua titik knot
nkomb=(nknot*(nknot-1)/2)
knot2=matrix(0,nkomb,kn*ps)
v=1
for (i in 1:(nknot-1))
{
  for (j in (i+1):nknot)
  {
    kk=0
    for (l in 1:ps)
    {
      a=cbind(knot[i,l],knot[j,l])
      kk=cbind(kk,a)
    }
    knot2[v,]=kk[1,2:ncol(kk)]
    v=v+1
  }
}
nknot=nrow(knot2)
knot=knot2
}else if (kn==3)
{
#Tiga titik knot
nkomb=(nknot*(nknot-1)*(nknot-2)/6)
knot3=matrix(0,nkomb,kn*ps)
v=1
for (i in 1:(nknot-2))

```

```

{
  for (j in (i+1):(nknot-1))
  {
    for (k in (j+1):nknot)
    {
      kk=0
      for (l in 1:ps)
      {
        a=cbind(knot[i,l],knot[j,l],knot[k,l])
        kk=cbind(kk,a)
      }
      knot3[v,]=kk[1,2:ncol(kk)]
      v=v+1
    }
  }
}
nknot=nrow(knot3)
knot=knot3
}else
{
#Empat titik knot
nkomb=(nknot*(nknot-1)*(nknot-2)*(nknot-3)/24)
knot4=matrix(0,nkomb,kn*ps)
v=1
for (i in 1:(nknot-3))
{
  for (j in (i+1):(nknot-2))
  {
    for (k in (j+1):(nknot-1))
    {
      for (h in (k+1):nknot)
      {
        kk=0
        for (l in 1:ps)
        {
          a=cbind(knot[i,l],knot[j,l],knot[k,l],knot[h,l])
          kk=cbind(kk,a)
        }
        knot4[v,]=kk[1,2:ncol(kk)]
        v=v+1
      }
    }
  }
}
}

```

```

}
nknot=nrow(knot4)
knot=knot4
}

#Desain Matrix GCV
MSE=matrix(0,nknot)
GCV=matrix(0,nknot)
for (i in 1:nknot)
{
#Jika Linear
if (poli==1)
{
Z=cbind(1,x)
a=1
for (k in 1:ps)
{
for (l in 1:kn)
{
Z=cbind(Z,(pmax(0,x[,k]-knot[i,a])))
a=a+1
}
}
#Jika Kuadratik
} else if (poli==2)
{
Z=cbind(1,x,x^2)
a=1
for (k in 1:ps)
{
for (l in 1:kn)
{
Z=cbind(Z,(pmax(0,x[,k]-knot[i,a])^2))
a=a+1
}
}
#Jika Kubik
} else
{
Z=cbind(1,x,x^2,x^3)
a=1
for (k in 1:ps)
{

```

```

        for (l in 1:kn)
        {
            Z=cbind(Z,(pmax(0,x[,k]-knot[i,a]))^3)
            a=a+1
        }
    }

#Mencari nilai GCV.min dan Knot.opt
beta=0
C=pinv(t(Z)%*%Z)%*%t(Z)
beta=C%*%y
A=Z%*%C
yhat=Z%*%beta
error=y-yhat
MSE[i]=n^-1*t(error)%*%error
db=(sum(diag(mi.nn-A))/n)^2
GCV[i]=MSE[i]/db
}
optimum=cbind(knot,MSE,GCV)

GCVmin=optimum[order(optimum[, (kn*ps+2)]),]
knot.opt=matrix(GCVmin[1,1:(kn*ps)])
gcv.opt=GCVmin[1,ncol(GCVmin)]

#Membuat Grafik
win.graph()
plot(optimum[order(optimum[, (kn*ps+2)]),],ylab="GCV", xlab="k")
axis(side=2, at=seq(0, 0.04, by=0.01), label=seq(0, 0.04, by=0.01),lwd=1)
title("Plot GCV")
abline(v=knot.opt, lty="dotted", lwd=0.5, col="red")
lines(yhat,type="l",col="blue", cex=2, lwd=1.5)

#Validasi GCV
#Jika Linear
if (poli==1)
{
    Z=cbind(1,x)
    a=1
    for (k in 1:ps)
    {
        for (l in 1:kn)
        {

```

```

Z=cbind(Z,(pmax(0,x[,k]-knot.opt[a]))
a=a+1
}
}
#Jika Kuadratik
} else if (poli==2)
{
Z=cbind(1,x,x^2)
a=1
for (k in 1:ps)
{
for (l in 1:kn)
{
Z=cbind(Z,(pmax(0,x[,k]-knot.opt[a])^2))
a=a+1
}
}
#Jika Kubik
} else
{
Z=cbind(1,x,x^2,x^3)
a=1
for (k in 1:ps)
{
for (l in 1:kn)
{
Z=cbind(Z,(pmax(0,x[,k]-knot.opt[a])^3))
a=a+1
}
}
}
}
#Estimasi Parameter
beta=0
C=(pinv(t(Z)%*%Z))%*%t(Z)
A=Z%*%C
beta=C%*%y
yhat=Z%*%beta
e=y-yhat
db=matrix(NA,nrow=3)
SS=matrix(NA,nrow=3)
MS=matrix(NA,nrow=3)
Fhitung=matrix(NA,nrow=3)
db[1]=nrow(beta)-1

```

```

db[2]=n-nrow(beta)
db[3]=n-1
SS[1]=sum((yhat-mean(y))^2)
SS[2]=sum((y-yhat)^2)
SS[3]=sum((y-mean(y))^2)
MS[1]=SS[1]/db[1]
MS[2]=SS[2]/db[2]
R2=(SS[1]/SS[3])

#Uji Serentak
Fhitung[1]=MS[1]/MS[2]
p.value=matrix(NA,nrow=3)
p.value[1]=pf(Fhitung[1],db[1],db[2],lower.tail=FALSE)
ANOVA=cbind(db,SS,MS,Fhitung,p.value)
colnames(ANOVA)=c("db","SS","MS","Fhitung","p.value")
rownames(ANOVA)=c("Regresi","Error","Total")
Ftabel=qf(0.95,db[1],db[2])
if (Fhitung[1]>Ftabel)
{dec='H0 ditolak'
} else
  dec='H0 gagal ditolak'
#Menyimpan output
if (kn==1)
{
write.csv(cbind(yhat,y,error),file="d:/yhat_y_error_1.csv")
write.csv(Z,file="d:/Z_1.csv")
write.csv(beta,file="d:/beta_1.csv")
write.csv(optimum,file="d:/Knot_MSE_GCV_1.csv")
write.csv(knot.opt,file="d:/Knot_Opt_1.csv")
} else if (kn==2)
{
write.csv(cbind(yhat,y,error),file="d:/yhat_y_error_2.csv")
write.csv(Z,file="d:/Z_2.csv")
write.csv(beta,file="d:/beta_2.csv")
write.csv(optimum,file="d:/Knot_MSE_GCV_2.csv")
write.csv(knot.opt,file="d:/Knot_Opt_2.csv")
} else if (kn==3)
{
write.csv(cbind(yhat,y,error),file="d:/yhat_y_error_3.csv")
write.csv(Z,file="d:/Z_3.csv")
write.csv(beta,file="d:/beta_3.csv")
write.csv(optimum,file="d:/Knot_MSE_GCV_3.csv")
write.csv(knot.opt,file="d:/Knot_Opt_3.csv")
}

```

```

}else
{
write.csv(cbind(yhat,y,error),file="d:/yhat_y_error_4.csv")
write.csv(Z,file="d:/Z_4.csv")
write.csv(beta,file="d:/beta_4.csv")
write.csv(optimum,file="d:/Knot_MSE_GCV_4.csv")
write.csv(knot.opt,file="d:/Knot_Opt_4.csv")
}
cat("=====",
"\n")
cat("Titik Knot Optimum","\n")
print(knot.opt)
cat("=====",
"\n")
cat("Nilai GCV Minimum","\n")
print(gcv.opt)
cat("=====",
"\n")
cat("Tabel ANOVA","\n")
print(ANOVA)
cat("=====",
"\n")
cat("Rsq","\n")
R2=R2*100
cat(R2,"%","\n")
cat("=====",
"\n")
cat("F Tabel","\n")
print(Ftabel)
cat("=====",
"\n")

cat("Keputusan","\n")

if (Fhitung[1]>Ftabel)
{cat(dec," (^_^)","\n")
}else
cat(" (T_T)","\n")

if (Fhitung[1]>Ftabel)
{
#individu

```

```

n1=nrow(beta)
thit=rep(NA,ncol(knot))
pval=rep(NA,ncol(knot))
SE=sqrt(diag(MS[2]*(pinv(t(Z)%*%Z))))
cat("-----", "\n")
cat("Keputusan Uji Individu", "\n")
cat("-----", "\n")
thit=rep(NA,ncol(knot))
pval=rep(NA,ncol(knot))
for (i in 1:n1)
{
thit[i]=beta[i, 1]/SE[i]
pval[i]=2*(pt(abs(thit[i]),(n-ncol(knot)),lower.tail=FALSE))
if (pval[i]<=alpha) cat("Tolak Ho", "\n") else cat("Gagal tolak Ho", "\n")
}
thit=as.matrix(thit)
T=cbind(beta,thit,pval)
colnames(T)=c("beta", "thit", "pvalue")
cat("=====",
"\n")
cat("Tabel t", "\n")
print(T)
cat("=====",
"\n")
}
win.graph()
plot(y,ylab="Y", xlab="X")
title("Estimasi Knot Optimal")
abline(v=knot.opt, lty="dotted", lwd=0.5, col="red")
lines(yhat,type="l",col="blue", cex=2, lwd=1.5)
}

```

### Lampiran 3. Program Regresi Nonparametrik Spline dengan Kombinasi Titik Knot

```

GCVkom=function(para)
{
  data=as.matrix(data)
  p1=length(data[,1])
  q1=length(data[1,])
  v=para+2
  F=matrix(0,nrow=p1,ncol=p1)
  diag(F)=1
  x1=read.table("d:/x1.txt")
  x2=read.table("d:/x2.txt")
  x3=read.table("d:/x3.txt")
  x4=read.table("d:/x4.txt")
  x5=read.table("d:/x5.txt")
  n2=nrow(x1)
  a=matrix(nrow=5,ncol=3^5)
  m=0
  for (i in 1:3)
  for (j in 1:3)
  for (k in 1:3)
  for (l in 1:3)
  for (s in 1:3)
  {
    m=m+1
    a[,m]=c(i,j,k,l,s)
  }
  a=t(a)
  GCV=matrix(nrow=nrow(x1),ncol=3^5)
  for (i in 1:3^5)
  {
    for (h in 1:nrow(x1))
    {
      if (a[i,1]==1)
      {
        gab=as.matrix(x1[,1])
        gen=as.matrix(data[,v])
        aa=matrix(nrow=nrow(x1)*nrow(data),ncol=1)
        for (j in 1:1)
        for (w in 1:nrow(data))
        {
          if (gen[w,j]<gab[h,j]) aa[w,j]=0 else aa[w,j]=gen[w,j]-gab[h,j]
        }
      }
    }
  }
}

```

```

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

```

```

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

```

```

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

```

```

gen=as.matrix(data[, (v+4)])
ee=matrix(nrow=nrow(x1)*nrow(data),ncol=1)
for (j in 1:1)
for (w in 1:nrow(data))
{
if (gen[w,j]<gab[h,j]) ee[w,j]=0 else ee[w,j]=gen[w,j]-gab[h,j]
}
}
else
if (a[i,5]==2)
{
gab=as.matrix(x5[,2:3])
gen=as.matrix(cbind(data[, (v+4)],data[, (v+4)]))
ee=matrix(nrow=nrow(x1)*nrow(data),ncol=2)
for (j in 1:2)
for (w in 1:nrow(data))
{
if (gen[w,j]<gab[h,j]) ee[w,j]=0 else ee[w,j]=gen[w,j]-gab[h,j]
}
}
else
{
gab=as.matrix(x5[,4:6])
gen=as.matrix(cbind(data[, (v+4)],data[, (v+4)],data[, (v+4)]))
ee=matrix(nrow=nrow(x1)*nrow(data),ncol=3)
for (j in 1:3)
for (w in 1:nrow(data))
{
if (gen[w,j]<gab[h,j]) ee[w,j]=0 else ee[w,j]=gen[w,j]-gab[h,j]
}
}
ma=as.matrix(cbind(aa,bb,cc,dd,ee))
mx=cbind(rep(1,nrow(data)),data[,2:q1],na.omit(ma))
mx=as.matrix(mx)
C=pinv(t(mx))%*%mx
B=C%*%(t(mx))%*%data[,1])
yhat=mx%*%B
SSE=0
SSR=0
for (r in 1:nrow(data))
{
sum=(data[r,1]-yhat[r,])^2
sum1=(yhat[r,]-mean(data[,1]))^2

```

```

    SSE=SSE+sum
    SSR=SSR+sum1
  }
  Rsq=(SSR/(SSE+SSR))*100
  MSE=SSE/p1
  A=mx%*%C%*%t(mx)
  A1=(F-A)
  A2=(sum(diag(A1))/p1)^2
  GCV[h,i]=MSE/A2
}

if (a[i,1]==1) 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.csv(GCV,file="d:/output GCVkom.csv")
write.csv(Rsq,file="d:/output Rsqkom.csv")
}

```

## SURAT PERNYATAAN

Saya mahasiswa jurusan Statistika ITS yang bertanda tangan dibawah ini.

Nama : Catur Budi Purnama  
NRP : 1315 105 006  
Program Studi : Sarjana

Menyatakan bahwa data yang digunakan dalam Tugas Akhir saya merupakan data sekunder dari publikasi yang diambil di *website* BPS dengan alamat <http://www.bps.go.id/>, yang diakses pada tanggal 10 Maret 2017.

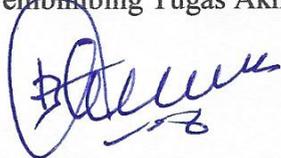
Surat pernyataan ini dibuat dengan sebenar-benarnya. Apabila terdapat pemalsuan data maka saya siap menerima sanksi sesuai aturan yang berlaku.

Pembimbing Tugas Akhir



Dra. Madu Ratna, M.Si  
NIP. 19590109 198603 2 001

Co.Pembimbing Tugas Akhir



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

Mahasiswa



Catur Budi Purnama  
NRP. 1315 105 006

## BIODATA PENULIS



Penulis dilahirkan di Wonogiri pada tanggal 09 Juni 1994 yang merupakan anak terakhir dari empat bersaudara. Penulis bertempat tinggal RT.01 RW.04, Kelurahan Karang, Kecamatan Slogohimo, Wonogiri, Jawa Tengah. Penulis telah menempuh pendidikan formal di SD Negeri 2 Karang, Kemudian melanjutkan pendidikan di SMP Negeri 1 Jatipurno, dan SMA Negeri 1 Slogohimo. Setelah lulus SMA, penulis melanjutkan studi dengan menempuh pendidikan di Institut Teknologi Sepuluh

Nopember (ITS) Surabaya Jurusan Statitika di Program Studi Diploma III yang diterima melalui jalur penerimaan Beasiswa Bidik Misi dan melanjutkan ke Jenjang Sarjana di Jurusan Statistika ITS melalui jalur reguler. Selama perkuliahan penulis berperan aktif dalam mengikuti kegiatan-kegiatan kemahasiswaan yang ada di ITS untuk menunjang *softskill* diluar kemampuan akademik. Tahun pertama penulis mendapatkan keluarga baru yaitu Sigma 23 dengan *taglinenya* “EXCELLENT” disana adalah tempat angkatan 2012 bersama-sama memulai perjuangan di Kampus Perjuangan. Pada tahun ke-2, penulis bergabung dalam Organisasi Kemahasiswaan Jurusan, yakni sebagai staff dari departemen Penelitian dan Pengembangan HIMASTA-ITS 2013/2014. Tahun ke-3 penulis diamanahi menjadi Ketua HIMADATA-ITS 2014/2015 yang merupakan periode pertama organisasi itu berdiri. Tahun ke-4 dan ke-5 penulis memfokuskan diri untuk meningkatkan kemampuan pada bidang akademik, yaitu dengan bergabung menjadi surveyor dari berbagai lembaga dan mendirikan sebuah jasa analisis data dan konsultan statistik yang bernama Statistics Heroes Consultant (SHC), penulis juga diamanahi menjadi ketua Forum Mahasiswa Peduli Kependudukan mewakili ITS dalam bidang pembangunan generasi muda bekerjasama dengan BKKBN Jawa Timur. Jika terdapat kritik dan/atau saran terhadap tugas akhir ini dapat dikirim melalui email penulis [purnama038@gmail.com](mailto:purnama038@gmail.com) atau dapat dapat menghubungi melalui nomer +6285725557671.

*(Halaman ini sengaja dikosongkan)*