



**TUGAS AKHIR SS141501**

**FAKTOR-FAKTOR YANG MEMPENGARUHI PERSENTASE  
BALITA GIZI BURUK DI NUSA TENGGARA TIMUR  
MENGUNAKAN PENDEKATAN REGRESI  
NONPARAMETRIK SPLINE**

**ANGGRAENI NUR ISNAENI  
NRP 062116 4500 0004**

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

**PROGRAM STUDI SARJANA  
DEPARTEMEN STATISTIKA  
FAKULTAS MATEMATIKA, KOMPUTASI, DAN SAINS DATA  
INSTITUT TEKNOLOGI SEPULUH NOPEMBER  
SURABAYA 2018**



**TUGAS AKHIR SS141501**

**FAKTOR-FAKTOR YANG MEMPENGARUHI PERSENTASE  
BALITA GIZI BURUK DI NUSA TENGGARA TIMUR  
MENGUNAKAN PENDEKATAN REGRESI  
NONPARAMETRIK SPLINE**

**ANGGRAENI NUR ISNAENI  
NRP 062116 4500 0004**

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

**PROGRAM STUDI SARJANA  
DEPARTEMEN STATISTIKA  
FAKULTAS MATEMATIKA, KOMPUTASI, DAN SAINS DATA  
INSTITUT TEKNOLOGI SEPULUH NOPEMBER  
SURABAYA 2018**



**FINAL PROJECT - SS141501**

**FACTORS AFFECTING THE PERCENTAGE OF  
MALNOURISHED TODDLERS IN EAST NUSA  
TENGGARA USING SPLINE NONPARAMETRIC  
REGRESSION APPROACH**

**ANGGRAENI NUR ISNAENI  
SN 062116 4500 0004**

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

**UNDERGRADUATE PROGRAMME  
DEPARTMENT OF STATISTICS  
FACULTY OF MATHEMATICS, COMPUTING, AND DATA SCIENCE  
INSTITUT TEKNOLOGI SEPULUH NOPEMBER  
SURABAYA 2018**

**LEMBAR PENGESAHAN**

**FAKTOR-FAKTOR YANG MEMPENGARUHI  
PERSENTASE BALITA GIZI BURUK DI NUSA  
TENGGARA 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, Komputasi, dan Sains Data  
Institut Teknologi Sepuluh Nopember

Oleh :

**ANGGRAENI NUR ISNAENI**

NRP. 062116 4500 0004

Disetujui oleh Pembimbing:

**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 2018**

# **FAKTOR-FAKTOR YANG MEMPENGARUHI PERSENTASE BALITA GIZI BURUK DI NUSA Tenggara TIMUR MENGGUNAKAN PENDEKATAN REGRESI NONPARAMETRIK SPLINE**

**Nama** : Anggraeni Nur Isnaeni  
**NRP** : 062116 4500 0004  
**Departemen** : Statistika-FMKSD-ITS  
**Dosen pembimbing** : Prof. Dr. Drs. I Nyoman Budiantara, M.Si

## **Abstrak**

*Balita merupakan usia anak dengan risiko besar terkena masalah gizi dan lebih mudah terinfeksi dibandingkan dengan orang dewasa. Hasil pengukuran status gizi PSG tahun 2016 dengan indeks BB/U pada balita (0-59 bulan) di Indonesia mendapatkan persentase gizi buruk sebesar 3,4%, sedangkan tahun 2015 sebesar 3,9%. Provinsi dengan masalah gizi tertinggi tahun 2016 adalah Nusa Tenggara Timur (27,3%) yaitu balita gizi buruk sebesar 6% dan gizi kurang sebesar 21,3%, sedangkan yang terendah adalah Provinsi Sulawesi Utara (7,2%) yaitu balita gizi buruk sebesar 1,3% dan gizi kurang sebesar 5,9%. Masalah ini ingin diketahui karakteristik persentase balita gizi buruk di NTT tahun 2016 dan faktor apa saja yang mempengaruhinya. Dalam penelitian ini digunakan empat variabel yang diduga berpengaruh terhadap persentase balita gizi buruk di NTT. Data diperoleh dari laporan publikasi Provinsi Nusa Tenggara Timur Dalam Angka Tahun 2017 dan pola datanya tidak membentuk pola tertentu, sehingga dilakukan analisis menggunakan Regresi Nonparametrik Spline dengan metode pemilihan titik knot optimumnya adalah GCV (Generalized Cross Validation). Hasil analisis menunjukkan model regresi Spline terbaik menggunakan 3 titik knot dengan variabel yang berpengaruh adalah persentase balita BBLR, persentase penduduk miskin, rasio tenaga kesehatan, dan persentase balita yang mendapat imunisasi dasar lengkap. Nilai  $R^2$  yang diperoleh yaitu sebesar 99,55%.*

**Kata kunci** : *Balita, GCV, Gizi Buruk, Imunisasi, Regresi Nonparametrik Spline, Titik Knot.*

*(Halaman ini sengaja dikosongkan)*

# FACTORS AFFECTING THE PERCENTAGE OF MALNOURISHED TODDLERS IN EAST NUSA Tenggara USING SPLINE NONPARAMETRIC REGRESSION APPROACH

**Name** : Anggraeni Nur Isnaeni  
**Student Number** : 062116 4500 0004  
**Department** : Statistics  
**Supervisors** : Prof. Dr. Drs. I Nyoman Budiantara, M.Si

## ***Abstract***

*Toddlers are the age of children with a high risk of nutritional problems and more easily infected compared with adults. The result of PSG nutritional status measurement in 2016 with the index of BB/U on toddlers (0-59 month) in Indonesia get malnutrition percentage 3,4%, while year 2015 equal to 3,9%. Provinces with the highest nutritional problems in 2016 were East Nusa Tenggara (27.3%), malnourished children under 6% and malnutrition by 21.3%, while the lowest was North Sulawesi (7.2%), malnutrition by 1.3% and less nutrition by 5.9%. This issue wants to know the characteristic percentage of malnourished toddlers in NTT in 2016 and what factors affect it. In this study used four variables that allegedly affect the percentage of malnourished toddlers in NTT. Data obtained from publication report of East Nusa Tenggara Province In Figures Year 2017 and data pattern do not form a certain pattern, so do analysis using Nonparametric Spline Regression with optimum point knot selection method is GCV (Generalized Cross Validation). The result of analysis shows that the best Spline regression model using 3 knots with influential variable is the percentage of toddlers with low birth weight, the percentage of poor people, the ratio of health workers, and the percentage of toddlers who get complete basic immunization. The value of  $R^2$  obtained is 99.55%.*

**Keywords** : GCV, Immunization, Knot Points, Malnutrition, Spline Nonparametric Regression, Toddlers

*(This page intentionally left blank)*

## **KATA PENGANTAR**

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

### **“FAKTOR-FAKTOR YANG MEMPENGARUHI PERSENTASE BALITA GIZI BURUK DI NUSA TENGGERA TIMUR MENGGUNAKAN PENDEKATAN REGRESI NONPARAMETRIK SPLINE”**

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

1. Bapak Dr. Suhartono selaku Kepala Departemen Statistika ITS.
2. Bapak Dr. Sutikno, S.Si, M.Si selaku Kepala Program Studi S1 Departemen Statistika FMKSD ITS.
3. Bapak Prof. Dr. Drs. I Nyoman Budiantara, M.Si selaku dosen pembimbing yang telah memberikan ilmu, waktu, dan bimbingannya kepada penulis.
4. Bapak Dr. Puhadi, M.Sc dan Ibu Erma Oktania Permatasari, S.Si., M.Si selaku dosen penguji yang telah memberikan kritik dan saran demi perbaikan Tugas Akhir ini.
5. Bapak, Ibu, dan Mas Agung yang selalu menjadi motivator terbesar serta selalu dengan sabar memberikan dukungan, motivasi, dan mendoakan untuk semua kelancaran dan kesuksesan penulis dalam mengerjakan Tugas Akhir dan bisa lulus tepat waktu.

6. Teman-teman seperjuangan tugas akhir : Sabella, Beti, Cista, Nanda, Novalia, Intan, dan Okta atas dukungan dan kebersamaan selama ini dalam menyelesaikan tugas akhir.
7. Seluruh teman-teman LJ Statistika 2016, terutama teman selusin atas kebersamaan dan cerita selama ini, serta untuk Elok, Fika, dan Ratih atas hiburan dan dukungan yang diberikan.
8. Serta pihak-pihak lain yang tidak dapat penulis sebutkan satu per satu.

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

Surabaya, Juli 2018

Penulis

# DAFTAR ISI

Halaman

<b>HALAMAN JUDUL</b> .....	i
<b>LEMBAR PENGESAHAN</b> .....	iii
<b>ABSTRAK</b> .....	v
<b>ABSTRACT</b> .....	vii
<b>KATA PENGANTAR</b> .....	ix
<b>DAFTAR ISI</b> .....	xi
<b>DAFTAR TABEL</b> .....	xiii
<b>DAFTAR GAMBAR</b> .....	xv
<b>DAFTAR LAMPIRAN</b> .....	xvii
<b>BAB I PENDAHULUAN</b>	
1.1 Latar Belakang .....	1
1.2 Rumusan Masalah .....	4
1.3 Tujuan Penelitian .....	4
1.4 Manfaat Penelitian .....	5
1.5 Batasan Masalah .....	5
<b>BAB II TINJAUAN PUSTAKA</b>	
2.1 Statistika Deskriptif.....	7
2.2 Regresi Nonparametrik Spline .....	7
2.2.1 Pemilihan Titik Knot Optimal.....	10
2.2.2 Estimasi Parameter Model Regresi Nonparametrik Spline .....	10
2.2.3 Pengujian Signifikansi Parameter Model Secara Serentak .....	11
2.2.4 Pengujian Signifikansi Parameter Model Secara Parsial .....	12
2.2.5 Pengujian Asumsi Residual IIDN .....	13
2.3 Kerangka Konsep.....	16
2.4 Balita Gizi Buruk .....	18
2.5 Berat Bayi Lahir Rendah (BBLR).....	19
2.6 Imunisasi Dasar Lengkap .....	19

<b>BAB III METODOLOGI PENELITIAN</b>	
3.1 Sumber Data.....	21
3.2 Variabel Penelitian.....	21
3.3 Struktur Data.....	24
3.4 Langkah Penelitian.....	25
3.5 Diagram Alir.....	26
<b>BAB IV ANALISIS DAN PEMBAHASAN</b>	
4.1 Karakteristik Persentase Balita Gizi Buruk di Provinsi Nusa Tenggara Timur dan Faktor-Faktor Yang Mempengaruhinya.....	29
4.2 Pemodelan Faktor-Faktor yang Mempengaruhi Persentase Balita Gizi Buruk di Nusa Tenggara Timur dengan Pendekatan Regresi Nonparametrik Spline.....	34
4.2.1 Analisis Pola Hubungan Faktor-Faktor yang Diduga Mempengaruhi Persentase Balita Gizi Buruk di Nusa Tenggara Timur.....	35
4.2.2 Pemilihan Titik Knot Optimum.....	37
4.2.3 Pengujian Signifikansi Parameter.....	44
4.2.4 Pengujian Asumsi Residual.....	46
4.2.5 Interpretasi Model Regresi Nonparametrik Spline.....	48
4.2.6 Pemetaan Wilayah di Nusa Tenggara Timur Berdasarkan Persentase Balita Gizi Buruk Dari Model Optimum.....	53
<b>BAB V KESIMPULAN DAN SARAN</b>	
5.1 Kesimpulan.....	57
5.2 Saran.....	58
<b>DAFTAR PUSTAKA</b> .....	59
<b>LAMPIRAN</b> .....	61
<b>BIODATA PENULIS</b> .....	93

## DAFTAR TABEL

Halaman

Tabel 2.1	Struktur Data Regresi Nonparametrik Spline Multivariabel .....	8
Tabel 2.2	ANOVA Untuk Regresi Nonparametrik Spline .....	12
Tabel 2.3	Daerah Keputusan Pengujian <i>Durbin Watson</i> .....	15
Tabel 3.1	Variabel Penelitian .....	21
Tabel 3.2	Struktur Data .....	25
Tabel 4.1	Statistika Deskriptif Faktor-Faktor yang Diduga Mempengaruhi Persentase Balita Gizi Buruk di Nusa Tenggara Timur .....	30
Tabel 4.2	Nilai GCV Satu Titik Knot.....	38
Tabel 4.3	Nilai GCV Dua Titik Knot .....	39
Tabel 4.4	Nilai GCV Tiga Titik Knot.....	40
Tabel 4.5	Nilai GCV Kombinasi Titik Knot .....	42
Tabel 4.6	Perbandingan Nilai GCV.....	43
Tabel 4.7	ANOVA Uji Serentak .....	44
Tabel 4.8	Estimasi Parameter Hasil Uji Parsial.....	45
Tabel 4.9	ANOVA Uji <i>Glejser</i> .....	47
Tabel 4.10	Perhitungan <i>Durbin Watson</i> .....	48

*(Halaman ini sengaja dikosongkan)*

## DAFTAR GAMBAR

	Halaman
Gambar 2.1	Kerangka Konsep Penelitian ..... 16
Gambar 3.1	Peta Provinsi Nusa Tenggara Timur ..... 24
Gambar 3.2	Diagram Alir ..... 26
Gambar 4.1	Diagram Batang Persentase Balita Gizi Buruk di NTT ..... 29
Gambar 4.2	Diagram Batang Persentase Balita BBLR di NTT ..... 31
Gambar 4.3	Diagram Batang Persentase Penduduk Miskin di NTT ..... 32
Gambar 4.4	Diagram Batang Rasio Tenaga Kesehatan di NTT ..... 33
Gambar 4.5	Diagram Batang Persentase Balita yang Mendapat Imunisasi Dasar Lengkap di NTT ..... 34
Gambar 4.6	Pola Hubungan Antara Persentase Balita BBLR dengan Persentase Balita Gizi Buruk ..... 35
Gambar 4.7	Pola Hubungan Antara Persentase Penduduk Miskin dengan Perentase Balita Gizi Buruk ..... 36
Gambar 4.8	Pola Hubungan Antara Rasio Tenaga Kesehatan dengan Persentase Balita Gizi Buruk ..... 36
Gambar 4.9	Pola Hubungan Antara Persentase Balita Yang Mendapat Imunisasi Dasar Lengkap dengan Persentase Balita Gizi Buruk ..... 37
Gambar 4.10	Uji Asumsi Residual Berdistribusi Normal ..... 47
Gambar 4.11	Persebaran Kabupaten/Kota Berdasarkan Persentase Balita Gizi Buruk ..... 53

*(Halaman ini sengaja dikosongkan)*

## DAFTAR LAMPIRAN

	Halaman
<b>Lampiran 1</b>	Data Faktor-Faktor yang Mempengaruhi Persentase Balita Gizi Buruk di Nusa Tenggara Timur Tahun 2016 ..... 61
<b>Lampiran 2</b>	Program Pemilihan Titik Knot Optimal dengan Satu Titik Knot..... 62
<b>Lampiran 3</b>	Program Pemilihan Titik Knot Optimal dengan Dua Titik Knot..... 64
<b>Lampiran 4</b>	Program Pemilihan Titik Knot Optimal dengan Tiga Titik Knot..... 67
<b>Lampiran 5</b>	Program Pemilihan Titik Knot Optimal dengan Kombinasi Titik Knot..... 69
<b>Lampiran 6</b>	Program Estimasi Parameter Untuk Tiga Titik Knot..... 75
<b>Lampiran 7</b>	Program Uji <i>Glejser</i> Untuk Tiga Titik Knot..... 78
<b>Lampiran 8</b>	Output Nilai GCV dengan Satu Titik Knot..... 80
<b>Lampiran 9</b>	Output Nilai GCV dengan Dua Titik Knot ..... 81
<b>Lampiran 10</b>	Output Nilai GCV dengan Tiga Titik Knot..... 81
<b>Lampiran 11</b>	Output Estimasi Parameter dan Uji Signifikansi Parameter Untuk Tiga Titik Knot ... 82
<b>Lampiran 12</b>	Output Uji <i>Glejser</i> Untuk Tiga Titik Knot..... 84
<b>Lampiran 13</b>	Ambang Batas Standar Berat Badan Menurut Umur (BB/U) Untuk Balita Laki-Laki Umur 0-60 Bulan..... 84
<b>Lampiran 14</b>	Ambang Batas Standar Berat Badan Menurut Umur (BB/U) Untuk Balita Perempuan Umur 0-60 Bulan..... 86
<b>Lampiran 15</b>	Standar Berat Badan Menurut Umur (BB/U) Untuk Balita Laki-Laki Umur 0-60 Bulan ..... 88
<b>Lampiran 16</b>	Standar Berat Badan Menurut Umur (BB/U) Untuk Balita Perempuan Umur 0-60 Bulan ..... 90

<b>Lampiran 17</b>	Surat Keterangan Pengambilan Data Sekunder .....	95
--------------------	---	----

# **BAB I**

## **PENDAHULUAN**

### **1.1 Latar Belakang**

Balita adalah bayi yang berada pada rentang usia di bawah lima tahun. Pada usia ini otak anak mengalami pertumbuhan yang sangat pesat, yang dikenal dengan istilah *golden age* atau masa emas. Pada masa ini balita harus mendapatkan stimulasi secara menyeluruh baik kesehatan, gizi, pengasuhan dan pendidikan (Sugiharti, 2010). Balita merupakan usia pra sekolah dan memiliki resiko besar terkena kurang gizi.

Status gizi balita dapat diukur dari indeks berat badan per umur yang dapat dikategorikan menjadi status gizi buruk, gizi kurang, gizi baik, dan gizi lebih. Seorang balita dikatakan masuk kategori gizi buruk apabila berat badan anak menurut umur (BB/U) berada dalam ambang batas kurang dari -3 SD. Seorang balita dikatakan masuk kategori gizi kurang apabila berat badan anak menurut umur (BB/U) berada dalam ambang batas dari -3 SD sampai dengan kurang dari -2 SD. Seorang balita dikatakan masuk kategori gizi baik apabila berat badan anak menurut umur (BB/U) berada dalam ambang batas dari -2 SD sampai dengan 2 SD. Seorang balita dikatakan masuk kategori gizi lebih apabila berat badan anak menurut umur (BB/U) berada dalam ambang batas lebih dari 2 SD (Kementerian Kesehatan Republik Indonesia, 2011) dimana rentangnya dapat dilihat di lampiran.

Angka balita dengan gizi kurang dan buruk di Indonesia masih mengkhawatirkan. Kementerian Kesehatan menemukan jumlah balita dengan kondisi gizi kurang dan buruk masih berada di atas ambang batas kecukupan gizi yang ditetapkan Badan Kesehatan Dunia (WHO). Direktur Gizi Masyarakat Kementerian Kesehatan, Doddy Izwardy mengatakan, berdasarkan penelitian yang dilakukannya sejak 2014, tingginya angka kekurangan gizi yang dialami anak-anak itu tampak pada tiga kategori. Pertama, kategori kekurangan gizi menurut indeks berat badan menurut umur (BB/U), angkanya mencapai 17%, jauh melampaui ambang batas WHO yang berada di level 10%. Kedua, kategori

kekurangan gizi berdasarkan indeks tinggi badan menurut umur (TB/U). Dalam kategori ini, angka kekurangan gizi masih 27,5% dengan ambang batas WHO berada di kisaran 20%. Ketiga, kategori kekurangan gizi berdasarkan berat badan menurut tinggi badan (BB/TB). Dari kategori ini, angka kekurangan gizi mencapai 11%, terdiri dari kurus dan sangat kurus. Sementara ambang batas WHO adalah 5%. Doddy mengatakan, kondisi ini tidak hanya berpengaruh pada pertumbuhan fisik saja, melainkan bisa mempengaruhi pada tingkat kecerdasan anak (Nirmala, 2017). Selain itu, publikasi yang diterbitkan Kemenkes, Profil Kesehatan Indonesia tahun 2016 yang merilis kasus gizi buruk pada balita (usia di bawah lima tahun) berdasarkan hasil penimbangan di posyandu (pos pelayanan terpadu) menunjukkan hasil pengukuran status gizi PSG tahun 2016 dengan indeks BB/U pada balita 0-59 bulan, mendapatkan persentase gizi buruk sebesar 3,4%, gizi kurang sebesar 14,4% dan gizi lebih sebesar 1,5%. Angka tersebut tidak jauh berbeda dengan hasil PSG 2015, yaitu gizi buruk sebesar 3,9%, gizi kurang sebesar 14,9% dan gizi lebih sebesar 1,6%. Provinsi dengan gizi buruk dan kurang tertinggi tahun 2016 adalah Nusa Tenggara Timur (27,3%) yaitu balita gizi buruk sekitar 6% dan gizi kurang sebesar 21,3%, sedangkan yang terendah adalah Provinsi Sulawesi Utara (7,2%) yaitu balita gizi buruk sebesar 1,3% dan gizi kurang sebesar 5,9% (Kementerian Kesehatan Republik Indonesia, 2017).

Dalam penelitian ini ingin diketahui karakteristik persentase balita gizi buruk dan faktor apa saja yang mempengaruhi persentase balita gizi buruk di Nusa Tenggara Timur, sehingga akan didapatkan model terbaik menggunakan pendekatan regresi nonparametrik Spline karena pola data yang terbentuk dengan melihat *scatterplot* menunjukkan bentuk kurva regresi yang tidak diketahui atau tidak membentuk suatu pola tertentu. Dalam penelitian ini digunakan empat variabel prediktor yang diduga berpengaruh terhadap persentase balita gizi buruk di Nusa Tenggara Timur ( $y$ ) diantaranya adalah persentase balita berat bayi lahir rendah (BBLR) ( $x_1$ ), persentase penduduk miskin ( $x_2$ ),

rasio tenaga kesehatan ( $x_3$ ), dan persentase balita yang mendapat imunisasi dasar lengkap ( $x_4$ ).

Penelitian sebelumnya dilakukan oleh Rifada, dkk pada tahun 2013 mengenai Pemodelan Kejadian Gizi Buruk Pada Balita di Surabaya Berdasarkan Pendekatan Regresi Spasial Semiparametrik yang diperoleh hasil penelitian bahwa faktor-faktor yang berpengaruh secara lokal adalah persentase rumah tangga yang mendapat akses air bersih ( $x_1$ ), persentase rumah tangga miskin ( $x_3$ ), rasio jumlah tenaga kesehatan dengan jumlah balita ( $x_4$ ), persentase bayi tidak mendapat ASI eksklusif ( $x_5$ ), dan persentase ibu hamil mendapat tablet Fe ( $x_6$ ), sedangkan persentase Bayi Berat Lahir Rendah (BBLR) ( $x_2$ ) berpengaruh secara global (Rifada, Chamidah, & Saifudin, 2013). Penelitian lain dilakukan oleh Edem, dkk pada tahun 2015 mengenai *Factors Affecting Malnutrition in Children and The Uptake of Interventions to Prevent The Condition* yang diperoleh hasil penelitian bahwa Kemiskinan tetap menjadi penyebab utama kekurangan gizi pada anak-anak yang menghadiri Rumah Sakit Anak Putri Marie Louise. Intervensi spesifik dan terarah diperlukan untuk mengatasi hal ini dan harus mencakup usaha untuk mencegah berat lahir rendah dan diare, dan mengurangi ketidaksetaraan kesehatan. Kehadiran klinik *antenatal reguler*, cacing anak dan pemantauan pertumbuhan juga harus didorong (Tette, Sifah, & Nartey, 2015). Penelitian lain yang menggunakan metode Regresi Nonparametrik Spline dilakukan oleh Purnama pada tahun 2017 mengenai Pemodelan *Contraceptive Prevalence Rate* di Jawa Timur Menggunakan Pendekatan Regresi Nonparametrik Spline yang diperoleh hasil penelitian bahwa 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 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% (Purnama, 2017). Penelitian lain juga dilakukan oleh Aryantari pada tahun 2017 mengenai Pemodelan Indeks Pembangunan Gender (IPG) di Jawa Timur Menggunakan Regresi Nonparametrik Spline yang diperoleh hasil penelitian bahwa variabel yang berpengaruh signifikan terhadap IPG di Provinsi Jawa Timur yaitu Angka Partisipasi Sekolah SD perempuan, Angka Partisipasi Sekolah SMP perempuan, Tingkat Partisipasi Angkatan Kerja perempuan, Tingkat Pengangguran Terbuka perempuan, angka kesakitan perempuan dan rasio jenis kelamin. Pemodelan terbaik dengan GCV paling minimum pada kombinasi titik knot sebesar 2,45. Model yang diperoleh memiliki nilai  $R^2$  sebesar 98,69% (Aryantari, 2017).

## **1.2 Rumusan Masalah**

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

1. Bagaimana karakteristik persentase balita gizi buruk di Provinsi Nusa Tenggara Timur dan faktor-faktor yang mempengaruhinya ?
2. Bagaimana pemodelan faktor-faktor yang mempengaruhi persentase balita gizi buruk di Nusa Tenggara Timur dengan menggunakan pendekatan Regresi Nonparametrik Spline ?

## **1.3 Tujuan penelitian**

Tujuan yang ingin dicapai dari penelitian ini berdasarkan masalah yang dirumuskan tersebut adalah sebagai berikut :

1. Mendeskripsikan karakteristik persentase balita gizi buruk di Provinsi Nusa Tenggara Timur dan faktor-faktor yang mempengaruhinya.
2. Memodelkan faktor-faktor yang mempengaruhi persentase balita gizi buruk di Nusa Tenggara Timur dengan menggunakan pendekatan Regresi Nonparametrik Spline.

#### **1.4 Manfaat Penelitian**

Manfaat yang dapat diambil dengan dilakukannya penelitian ini adalah sebagai berikut :

1. Mengetahui faktor apa saja yang mempengaruhi persentase balita gizi buruk di Nusa Tenggara Timur, sehingga pemerintah dapat segera mengambil tindakan agar masalah balita gizi buruk di Nusa Tenggara Timur dapat diatasi.
2. Bagi pembaca agar mengetahui apa saja yang mendorong terjadinya balita gizi buruk, sehingga dapat melakukan pencegahan dini terutama bagi para ibu hamil agar kesehatan ibu dan bayi dapat terjaga dengan baik.
3. Bagi mahasiswa agar dapat lebih peduli dengan kondisi lingkungan sekitar, terutama pada kondisi balita yang sampai saat ini masih menjadi masalah serius bagi pemerintah, sehingga mahasiswa terlatih untuk melihat masalah-masalah di lingkungan sekitar dan mulai melakukan penelitian agar menemukan rekomendasi kebijakan bagi pemerintah sehingga dapat membantu secara perlahan.

#### **1.5 Batasan Masalah**

Batasan masalah dalam penelitian ini adalah data yang digunakan sebagai variabel respon adalah persentase balita gizi buruk (berdasarkan indeks berat badan menurut umur) di Provinsi Nusa Tenggara Timur tahun 2016. Selain itu, analisis dilakukan dengan pendekatan Regresi Nonparametrik Spline dengan orde 1 dan knot yang digunakan adalah 1 knot, 2 knot, 3 knot serta kombinasi knot pada tiap variabel prediktor yang mempunyai titik knot berbeda. Metode yang digunakan untuk menentukan titik knot optimum menggunakan GCV (*Generalized Cross Validation*).

*(Halaman ini sengaja dikosongkan)*

## **BAB II**

### **TINJAUAN PUSTAKA**

#### **2.1 Statistika Deskriptif**

Metode statistika adalah prosedur-prosedur yang digunakan dalam pengumpulan, penyajian, analisis, dan penafsiran data. Metode tersebut akan dikelompokkan menjadi 2 yaitu statistika deskriptif dan inferensia statistik. Statistika deskriptif adalah metode-metode yang berkaitan dengan pengumpulan dan penyajian suatu gugus data sehingga memberikan informasi yang berguna, sedangkan inferensia statistik mencakup semua metode yang berhubungan dengan analisis sebagian data dan kemudian sampai pada peramalan atau penarikan kesimpulan mengenai keseluruhan gugus data induknya (Walpole, 1995). Analisis ini digunakan untuk menggambarkan karakteristik data yang akan dianalisis, sehingga dapat diketahui gambaran mengenai suatu analisis data yang dibahas.

#### **2.2 Regresi Nonparametrik Spline**

Regresi nonparametrik merupakan suatu metode yang digunakan untuk mengetahui pengaruh hubungan variabel prediktor terhadap variabel respon dimana bentuk pola (kurva regresi) data tidak diketahui atau tidak membentuk suatu pola tertentu. Salah satu metode estimasi regresi nonparametrik adalah Spline. Spline merupakan potongan-potongan polinomial yang memiliki sifat tersegmen (*piecewise polynomial*) pada titik knot. Metode Spline ini sangat baik dalam memodelkan data yang polanya berubah-ubah pada sub interval tertentu (Eubank, 1998).

Salah satu kelemahan fungsi polinomial adalah bersifat global, sehingga dikembangkan suatu fungsi yang dapat mengatasi kelemahan polinomial yaitu fungsi Spline *Truncated* yang mempertahankan fungsi Polinomial. Fungsi Spline *Truncated* univariabel dengan derajat linier yaitu  $q=1$  dan titik knot pada titik  $K_1, K_2, \dots, K_r$  dituliskan seperti persamaan (2.1) berikut.

$$f(x) = \beta_0 + \beta_1 x + \sum_{k=1}^r \beta_{1+k} (x - K_k)_+ \quad (2.1)$$

dengan fungsi *Truncated* seperti pada persamaan (2.2) berikut.

$$(x - K_k)_+ = \begin{cases} (x - K_k), & x \geq K_k \\ 0, & x < K_k \end{cases} \quad (2.2)$$

Saat diberikan data berpasangan  $(x_{1,i}, x_{2,i}, \dots, x_{p,i}, y_i)$  dimana  $i=1, 2, \dots, n$  yang mengikuti model regresi nonparametrik seperti persamaan (2.3) berikut.

$$y_i = f(x_{1,i}, x_{2,i}, \dots, x_{p,i}) + \varepsilon_i \quad (2.3)$$

dimana  $i=1, 2, \dots, n$  dan  $\varepsilon_i$  adalah residual ke- $i$  yang memenuhi asumsi residual identik, independen, dan berdistribusi normal. Secara umum, struktur data regresi nonparametrik Spline multivariabel dapat dilihat pada Tabel 2.1.

**Tabel 2.1** Struktur Data Regresi Nonparametrik Spline Multivariabel

Observasi	$y$	$x_1$	$x_2$	...	$x_p$
1	$y_1$	$x_{1,1}$	$x_{2,1}$	...	$x_{p,1}$
2	$y_2$	$x_{1,2}$	$x_{2,2}$	...	$x_{p,2}$
$\vdots$	$\vdots$	$\vdots$	$\vdots$	$\ddots$	$\vdots$
$n$	$y_n$	$x_{1,n}$	$x_{2,n}$	...	$x_{p,n}$

Dalam pembahasan ini, model regresi nonparametrik Spline multivariabel dengan kurva regresinya adalah  $f(x_{1,i}, x_{2,i}, \dots, x_{p,i})$  dapat dijabarkan seperti persamaan (2.4) berikut.

$$\begin{aligned} f(x_{1,i}, x_{2,i}, \dots, x_{p,i}) &= f(x_{1,i}) + f(x_{2,i}) + \dots + f(x_{p,i}) \\ &= \sum_{j=1}^p f_j(x_{j,i}) \end{aligned} \quad (2.4)$$

dimana  $i=1, 2, \dots, n$  yang menunjukkan banyak observasi dan  $j=1, 2, \dots, p$  yang menunjukkan banyaknya variabel prediktor. Selanjutnya  $f_j(x_{j,i})$  termuat pada ruang Spline derajat linier yaitu  $q=1$  dengan  $r$  titik knot yang dituliskan seperti persamaan (2.5) berikut.

$$f_j(x_{j,i}) = \beta_0^* + \beta_{j,1}x_{j,i} + \sum_{k=1}^r \beta_{j,(1+k)}(x_{j,i} - K_{jk})_+ \quad (2.5)$$

Berdasarkan  $f_j(x_{j,i})$  tersebut, model regresi nonparametrik Spline multivariabel dapat dituliskan seperti persamaan (2.6) berikut.

$$\begin{aligned} y_i &= \sum_{j=1}^p \left( \sum_{u=0}^1 \beta_{j,u} x_{j,i}^u + \sum_{k=1}^r \beta_{j,(1+k)} (x_{j,i} - K_{jk})_+ \right) + \varepsilon_i \\ &= \sum_{j=1}^p \sum_{u=0}^1 \beta_{j,u} x_{j,i}^u + \sum_{j=1}^p \sum_{k=1}^r \beta_{j,(1+k)} (x_{j,i} - K_{jk})_+ + \varepsilon_i \quad (2.6) \\ &= \beta_0^* + \sum_{j=1}^p \beta_{j,1} x_{j,i} + \sum_{j=1}^p \sum_{k=1}^r \beta_{j,(1+k)} (x_{j,i} - K_{jk})_+ + \varepsilon_i \end{aligned}$$

dimana  $\beta_0^* = \sum_{j=1}^p \beta_{j,0}$  dengan fungsi *Truncated* seperti pada persamaan (2.7) berikut.

$$(x_{j,i} - K_{jk})_+ = \begin{cases} (x_{j,i} - K_{jk}), & x_{j,i} \geq K_{jk} \\ 0, & x_{j,i} < K_{jk} \end{cases} \quad (2.7)$$

Model regresi nonparametrik Spline *Truncated* multivariabel tersebut dapat disajikan dalam bentuk  $\mathbf{y} = \mathbf{X}\boldsymbol{\beta} + \boldsymbol{\varepsilon}$  yang dapat diuraikan pada persamaan (2.8) berikut (Budiantara, 2009).

$$\mathbf{y} = \begin{pmatrix} y_1 \\ y_2 \\ \vdots \\ y_n \end{pmatrix}, \quad \boldsymbol{\beta} = \begin{pmatrix} \beta_0^* \\ \beta_{1,1} \\ \beta_{1,2} \\ \vdots \\ \beta_{1,(1+r)} \\ \vdots \\ \beta_{p,1} \\ \beta_{p,2} \\ \vdots \\ \beta_{p,(1+r)} \end{pmatrix}, \quad \boldsymbol{\varepsilon} = \begin{pmatrix} \varepsilon_1 \\ \varepsilon_2 \\ \vdots \\ \varepsilon_n \end{pmatrix} \quad (2.8)$$

$$\mathbf{X} = \begin{pmatrix} 1 & x_{1,1} & (x_{1,1} - K_{11})_+ & \cdots & (x_{1,1} - K_{1r})_+ & \cdots & x_{p,1} & (x_{p,1} - K_{11})_+ & \cdots & (x_{p,1} - K_{pr})_+ \\ 1 & x_{1,2} & (x_{1,2} - K_{11})_+ & \cdots & (x_{1,2} - K_{1r})_+ & \cdots & x_{p,2} & (x_{p,2} - K_{11})_+ & \cdots & (x_{p,2} - K_{pr})_+ \\ \vdots & \vdots & \vdots & \ddots & \vdots & \ddots & \vdots & \vdots & \ddots & \vdots \\ 1 & x_{1,n} & (x_{1,n} - K_{11})_+ & \cdots & (x_{1,n} - K_{1r})_+ & \cdots & x_{p,n} & (x_{p,n} - K_{11})_+ & \cdots & (x_{p,n} - K_{pr})_+ \end{pmatrix} \quad (2.9)$$

### 2.2.1 Pemilihan Titik Knot Optimal

Estimasi kurva regresi nonparametrik Spline dapat dilakukan dengan mencari model optimal yang diperoleh dengan memilih titik knot optimal. Titik knot merupakan titik perpaduan bersama dimana ada perubahan perilaku fungsi pada interval yang berlainan. Salah satu metode yang dapat digunakan untuk memilih titik knot optimal adalah *Generalized Cross Validation* (GCV). Dengan nilai GCV tersebut akan dipilih nilai GCV terkecil (Eubank, 1998). Fungsi GCV dapat dituliskan seperti persamaan (2.10) berikut.

$$\begin{aligned} GCV(K_1, K_2, \dots, K_r) &= \frac{MSE(K_1, K_2, \dots, K_r)}{(n^{-1} \text{tr}[\mathbf{I} - \mathbf{A}(K_1, K_2, \dots, K_r)])^2} \\ &= \frac{n^{-1}(\mathbf{y} - \mathbf{X}\hat{\boldsymbol{\beta}})'(\mathbf{y} - \mathbf{X}\hat{\boldsymbol{\beta}})}{(n^{-1} \text{tr}[\mathbf{I} - \mathbf{A}(K_1, K_2, \dots, K_r)])^2} \end{aligned} \quad (2.10)$$

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

### 2.2.2 Estimasi Parameter Model Regresi Nonparametrik Spline

Untuk mendapatkan estimasi model regresi nonparametrik Spline multivariabel dapat menggunakan metode OLS (*Ordinary Least square*) sehingga diperoleh jumlah kuadrat error pada persamaan (2.11) berikut (Budiantara, 2009).

$$\begin{aligned} Q(\boldsymbol{\beta}) &= \sum_{i=1}^n \varepsilon_i^2 \\ &= \sum_{i=1}^n \left( y_i - \left( \beta_0^* + \sum_{j=1}^p \beta_{j,1} x_{j,i} + \sum_{j=1}^p \sum_{k=1}^r \beta_{j,(1+k)} (x_{j,i} - K_{jk})_+ \right) \right)^2 \end{aligned} \quad (2.11)$$

Bentuk  $Q(\beta)$  tersebut dapat dituliskan dalam bentuk matriks yang ditunjukkan oleh persamaan (2.12) berikut, dimana matriks  $\mathbf{X}$ ,  $\beta$ , dan  $\mathbf{y}$  yang digunakan adalah sesuai persamaan (2.8) dan (2.9).

$$\begin{aligned}
 Q(\beta) &= (\mathbf{y} - \mathbf{X}\beta)'(\mathbf{y} - \mathbf{X}\beta) \\
 &= (\mathbf{y}' - \mathbf{X}'\beta)'(\mathbf{y} - \mathbf{X}\beta) \\
 &= \mathbf{y}'\mathbf{y} - \beta'\mathbf{X}'\mathbf{y} - \mathbf{y}'\mathbf{X}\beta + \beta'\mathbf{X}'\mathbf{X}\beta \\
 &= \mathbf{y}'\mathbf{y} - \beta'\mathbf{X}'\mathbf{y} - (\beta'\mathbf{X}'\mathbf{y})' + \beta'\mathbf{X}'\mathbf{X}\beta \\
 &= \mathbf{y}'\mathbf{y} - \beta'\mathbf{X}'\mathbf{y} - \beta'\mathbf{X}'\mathbf{y} + \beta'\mathbf{X}'\mathbf{X}\beta \\
 &= \mathbf{y}'\mathbf{y} - 2\beta'\mathbf{X}'\mathbf{y} + \beta'\mathbf{X}'\mathbf{X}\beta
 \end{aligned} \tag{2.12}$$

Persamaan (2.12) tersebut akan diderivatif parsialkan terhadap  $\beta$  sehingga diperoleh persamaan (2.13) berikut.

$$\frac{\partial Q(\beta)}{\partial \beta} = -2\mathbf{X}'\mathbf{y} + 2(\mathbf{X}'\mathbf{X})\beta \tag{2.13}$$

Hasil dari derivatif parsial tersebut akan disama dengarkan nol dan dapat dituliskan seperti persamaan (2.14) berikut.

$$\begin{aligned}
 \frac{\partial Q(\beta)}{\partial \beta} &= 0 \\
 -2\mathbf{X}'\mathbf{y} + 2(\mathbf{X}'\mathbf{X})\hat{\beta} &= 0 \\
 2(\mathbf{X}'\mathbf{X})\hat{\beta} &= 2\mathbf{X}'\mathbf{y} \\
 (\mathbf{X}'\mathbf{X})\hat{\beta} &= \mathbf{X}'\mathbf{y}
 \end{aligned} \tag{2.14}$$

Kemudian dari persamaan (2.14) tersebut akan dikalikan dengan  $(\mathbf{X}'\mathbf{X})^{-1}$  untuk kedua ruas sehingga akan diperoleh persamaan (2.15) berikut.

$$\begin{aligned}
 (\mathbf{X}'\mathbf{X})^{-1}(\mathbf{X}'\mathbf{X})\hat{\beta} &= (\mathbf{X}'\mathbf{X})^{-1}\mathbf{X}'\mathbf{y} \\
 \mathbf{I}\hat{\beta} &= (\mathbf{X}'\mathbf{X})^{-1}\mathbf{X}'\mathbf{y} \\
 \hat{\beta} &= (\mathbf{X}'\mathbf{X})^{-1}\mathbf{X}'\mathbf{y}
 \end{aligned} \tag{2.15}$$

### 2.2.3 Pengujian Signifikansi Parameter Model Secara Serentak

Sama halnya dengan regresi parametrik, pengujian signifikansi parameter secara serentak pada regresi nonparametrik Spline digunakan untuk mengetahui semua parameter secara serentak (bersama-sama) signifikan terhadap variabel respon atau

tidak (Budiantara, 2009). Jika pada pengujian ini diperoleh keputusan tolak  $H_0$ , maka akan dilanjutkan dengan pengujian secara parsial dimana orde yang digunakan adalah orde linier,  $p$  menunjukkan banyak variabel prediktor,  $r$  menunjukkan banyaknya knot, dan  $n$  menunjukkan banyaknya observasi.

$H_0$  :  $\beta_{1,1} = \beta_{1,2} = \dots = \beta_{p,(1+r)} = 0$  (tidak ada parameter yang signifikan secara serentak terhadap variabel respon)

$H_1$  : minimal ada satu  $\beta_{j,(1+k)} \neq 0$ ,  $j = 1, 2, \dots, p$  dan  $k = 1, 2, \dots, r$   
(minimal ada satu parameter yang signifikan terhadap variabel respon secara serentak)

Taraf signifikansi :  $\alpha$

Daerah penolakan : tolak  $H_0$  jika  $F > F_{\alpha; (p(1+r)), (n-(p(1+r))-1)}$

Statistik uji :

$$F = \frac{MSR}{MSE} \quad (2.16)$$

dimana  $MSR$  (kuadrat tengah regresi) adalah hasil bagi antara jumlah kuadrat regresi dengan  $df$  regresi, sedangkan  $MSE$  (kuadrat tengah error) adalah hasil bagi dari jumlah kuadrat error dengan  $df$  error. Perhitungan ini hampir sama dengan regresi parametrik, tetapi yang berbeda adalah perhitungan  $df$ -nya yang dapat dilihat pada Tabel 2.2 berikut.

**Tabel 2.2** ANOVA Untuk Regresi Nonparametrik Spline

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

#### 2.2.4 Pengujian Signifikansi Parameter Model Secara Parsial

Sama halnya dengan regresi parametrik, uji signifikansi parameter secara parsial (individu) dilakukan untuk mengetahui

parameter mana yang signifikan terhadap variabel respon (Budiantara, 2009). Berikut adalah pengujian yang dilakukan dimana orde yang digunakan adalah orde linier,  $p$  menunjukkan banyak variabel prediktor,  $r$  menunjukkan banyaknya knot, dan  $n$  menunjukkan banyaknya observasi.

$H_0$  :  $\beta_{j,(1+k)} = 0$  (parameter tidak signifikan secara individu terhadap variabel respon)

$H_1$  :  $\beta_{j,(1+k)} \neq 0$ ,  $j = 1, 2, \dots, p$  dan  $k = 1, 2, \dots, r$  (parameter signifikan secara individu terhadap variabel respon)

Taraf signifikansi :  $\alpha$

Daerah penolakan : tolak  $H_0$  jika  $|t_{j,(1+k)}| > t_{\alpha/2; (n-(p(1+r))-1)}$

Statistik uji :

$$t_{j,(1+k)} = \frac{\hat{\beta}_{j,(1+k)}}{se(\hat{\beta}_{j,(1+k)})} \quad (2.17)$$

dimana  $se(\hat{\beta}_{j,(1+k)})$  merupakan standar error  $\hat{\beta}_{j,(1+k)}$  yang dapat diperoleh dari  $se(\hat{\beta}_{j,(1+k)}) = \sqrt{\text{var}(\hat{\beta}_{j,(1+k)})}$  dimana  $\text{var}(\hat{\beta}_{j,(1+k)})$  letaknya pada diagonal matriks varians kovarians  $\hat{\beta}_{j,(1+k)}$  dengan  $j = 1, 2, \dots, p$  dan  $k = 1, 2, \dots, r$ . Dari hasil pengujian ini akan didapatkan nilai koefisien determinasi ( $R^2$ ) yang merupakan proporsi variansi total variabel respon yang dapat dijelaskan oleh sekian banyak variabel prediktor yang digunakan di dalam model. Suatu model dikatakan baik ketika jika nilai  $R^2$  yang diperoleh cukup tinggi. Nilai  $R^2$  dapat dihitung dengan rumus pada persamaan (2.13) berikut.

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

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

Dalam melakukan analisis Regresi Nonparametrik terdapat asumsi yang harus dipenuhi yaitu asumsi residual IIDN (Identik,

Independen, dan Berdistribusi Normal). Berikut adalah pengujian yang dilakukan untuk ketiga asumsi tersebut.

#### a. Asumsi Residual Identik

Untuk melihat asumsi residual identik terpenuhi atau tidak maka dapat dilihat secara visual maupun dilakukan pengujian. Secara visual, asumsi residual identik terpenuhi ketika plot residual menyebar secara acak dan tidak membentuk pola tertentu. Residual dikatakan identik ketika variansi residual untuk setiap observasi adalah identik atau setiap parameternya bernilai nol. Pengujian dapat dilakukan dengan uji *Glejser* yaitu dengan meregresikan antara absolut residual sebagai respon dengan semua variabel prediktornya (Gujarati & Porter, 2004). Berikut adalah pengujian yang dilakukan dimana orde yang digunakan adalah orde linier,  $p$  menunjukkan banyak variabel prediktor,  $r$  menunjukkan banyaknya knot, dan  $n$  menunjukkan banyaknya observasi.

$H_0$  :  $\beta_{1,1} = \beta_{1,2} = \dots = \beta_{p,(1+r)} = 0$  (asumsi residual identik terpenuhi atau tidak terjadi heteroskedastisitas)

$H_1$  : minimal ada satu  $\beta_{j,(1+k)} \neq 0$ ,  $j = 1, 2, \dots, p$  dan  $k = 1, 2, \dots, r$  (asumsi residual identik tidak terpenuhi atau terjadi heteroskedastisitas)

Taraf signifikansi :  $\alpha$

Daerah penolakan : tolak  $H_0$  jika  $F > F_{\alpha; (df_{regresi}, df_{error})}$

Statistik uji :

$$F = \frac{MSR}{MSE} \quad (2.19)$$

dimana  $MSR$  adalah hasil bagi antara jumlah kuadrat regresi dengan  $df$  regresi, sedangkan  $MSE$  adalah hasil bagi dari jumlah kuadrat error dengan  $df$  error.

#### b. Asumsi Residual Independen

Untuk melihat asumsi residual independen terpenuhi atau tidak maka dapat dilihat secara visual yaitu dengan melihat gambar. Jika plot yang terbentuk menyebar secara acak dan tidak membentuk suatu pola tertentu maka dapat dikatakan

bahwa asumsi residual independen sudah terpenuhi. Selain itu dapat dilakukan pengujian *Durbin Watson* (Gujarati & Porter, 2004). Berikut adalah pengujian yang dilakukan.

$H_0 : \rho = 0$  (asumsi residual independen terpenuhi atau tidak terjadi autokorelasi)

$H_1 : \rho \neq 0$  (asumsi residual independen tidak terpenuhi atau terjadi autokorelasi)

Statistik uji :

$$d = \frac{\sum_{i=2}^n (e_i - e_{i-1})^2}{\sum_{i=1}^n e_i^2} \quad (2.20)$$

dimana  $d$  menunjukkan nilai *Durbin Watson*,  $e_i$  merupakan residual yang diperoleh dari perhitungan  $e_i = y_i - \hat{y}_i$  dengan  $n$  menunjukkan banyaknya observasi. Taraf signifikansi yang digunakan adalah  $\alpha$  dengan lima daerah keputusannya dapat dilihat pada Tabel 2.3.

**Tabel 2.3** Daerah Keputusan Pengujian *Durbin Watson*

<b>Hipotesis Awal</b>	<b>Keputusan</b>	<b>Batas Ketentuan</b>
Tidak ada autokorelasi positif	Tolak $H_0$	$0 < d < d_L$
Tidak ada autokorelasi positif	Tidak ada keputusan	$d_L \leq d \leq d_U$
Tidak ada autokorelasi negatif	Tolak $H_0$	$4 - d_L < d < 4$
Tidak ada autokorelasi negatif	Tidak ada keputusan	$4 - d_U < d < 4 - d_L$
Tidak ada autokorelasi, positif atau negatif	Gagal Tolak $H_0$	$d_U < d < 4 - d_U$

### c. Asumsi Residual Berdistribusi Normal

Untuk melihat asumsi residual berdistribusi normal terpenuhi atau tidak maka dapat dilihat secara visual maupun dilakukan pengujian. Secara visual, asumsi residual berdistribusi normal terpenuhi ketika plot residual cenderung mengikuti garis normal dan pada histogram menunjukkan

bentuk yang menyerupai kurva normal. Pengujian dilakukan dengan uji *Kolmogorov Smirnov* (Gujarati & Porter, 2004).

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

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

Taraf signifikansi :  $\alpha$

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

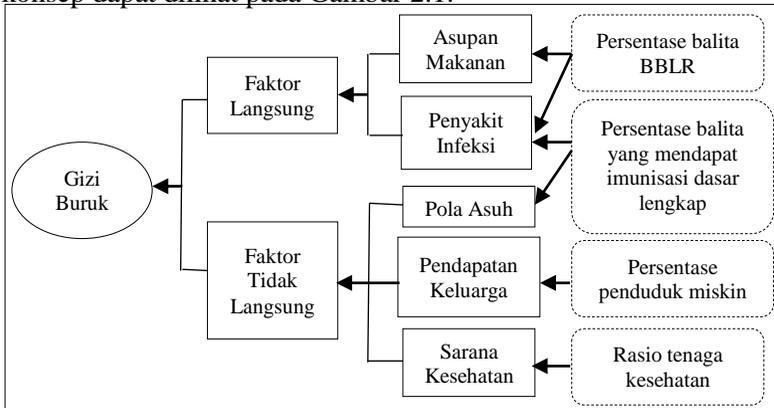
Statistik uji :

$$D = \sup_x |S(x) - F_0(x)| \quad (2.21)$$

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

### 2.3 Kerangka Konsep

Penelitian ini menggunakan 4 variabel prediktor yang diduga berpengaruh terhadap persentase balita gizi buruk di NTT tahun 2016. Landasan digunakan variabel tersebut mengacu pada kerangka konsep berikut yang menunjukkan faktor-faktor yang berpengaruh terhadap status gizi buruk pada balita. Kerangka konsep dapat dilihat pada Gambar 2.1.



Gambar 2.1 Kerangka Konsep Penelitian

Gambar 2.1 menunjukkan terdapat faktor langsung dan faktor tidak langsung yang dapat berpengaruh pada terjadinya balita gizi buruk. Faktor langsung meliputi asupan makanan dan penyakit infeksi (Soekirman, 2000). Jika dilihat dari asupan makanan dan penyakit infeksi maka dapat digunakan variabel persentase balita BBLR (berat bayi lahir rendah) dan persentase balita yang mendapat imunisasi dasar lengkap, sedangkan dari penyakit infeksi juga dapat digunakan variabel persentase balita yang mendapat imunisasi dasar lengkap. Ketika asupan makanan dan gizi tidak terpenuhi dengan baik maka dapat menjadi penyebab terjadinya berat bayi lahir rendah (BBLR). Selain itu, BBLR bisa terjadi karena adanya penyakit infeksi baik pada ibu maupun bayi. BBLR menunjukkan karakteristik anak saat lahir. Menurut Moore, semakin kecil dan semakin prematur bayi maka semakin tinggi risikonya sehingga semakin rendah berat bayi ketika lahir maka risiko gizi balita akan masuk kategori kurang dan buruk akan semakin tinggi. Saat asupan gizi pada makanan dan kesehatan balita tidak terpenuhi dengan baik maka dapat mengakibatkan tumbuh kembang anak tidak baik dan dapat menjadi penyakit infeksi. Salah satu upayanya adalah dengan melakukan imunisasi untuk balita. Balita akan terjadwal untuk mendapatkan imunisasi dasar lengkap sampai usia sembilan bulan. Jika semua tahapan imunisasi diterima oleh balita dengan baik maka dapat merangsang sistem kekebalan tubuh anak dengan baik. Sehingga balita yang terhitung dalam variabel balita yang mendapat imunisasi dasar lengkap adalah balita yang usianya lebih dari sama dengan sembilan tahun yang sudah mendapatkan imunisasi dasar lengkap.

Faktor lain yang dapat berpengaruh pada terjadinya balita gizi buruk adalah faktor tidak langsung meliputi pola asuh, pendapatan keluarga, dan sarana kesehatan (Soekirman, 2000). Pola asuh yang baik dapat ditunjukkan dengan kesadaran akan pentingnya melakukan imunisasi dasar lengkap pada balita. Untuk pendapatan keluarga akan digunakan variabel persentase penduduk miskin, dimana kemiskinan merupakan karakteristik

keluarga yang ditunjukkan dengan pendapatan dan pola hidup keluarga. Menurut Berg dan Sayogyo, terdapat hubungan antara pendapatan dan keadaan status gizi. Untuk pola asuh anak dapat ditunjukkan dengan variabel balita yang mendapat imunisasi dasar lengkap. Untuk sarana kesehatan dapat ditunjukkan dengan variabel rasio tenaga kesehatan. Menurut Atmarita dan Fallah, Pelayanan kesehatan yang kurang menjangkau masyarakat atau kurang handalnya pemberi pelayanan kesehatan merupakan satu faktor kemungkinan penyebab masalah gizi, salah satunya adalah tenaga kesehatan (Dwilistyowati, 2012).

#### **2.4 Balita Gizi Buruk**

Gizi buruk adalah kondisi tubuh terparah yang mengalami kekurangan gizi dalam kurun waktu yang lama (menahun). Hal ini seringkali disebabkan oleh kurangnya asupan makanan bergizi seimbang, bisa juga disebabkan oleh penyakit-penyakit tertentu yang menyebabkan terganggunya proses pencernaan makanan ataupun terganggunya penyerapan zat gizi penting yang diperlukan oleh tubuh. Dalam istilah medis, gizi buruk disebut sebagai Malnutrisi Energi Protein (MEP) berat yang sudah memiliki gejala-gejala klinis yang khas beserta gangguan biokimiawi dalam tubuh. Gizi buruk dikenal juga dengan sebutan Busung Lapar (Muhlisin, 2018).

Status gizi balita dikatakan buruk apabila berat badan anak menurut umur (BB/U) berada dalam ambang batas kurang dari  $-3$  SD (Kementrian Kesehatan Republik Indonesia, 2011) dimana rentangnya dapat dilihat pada lampiran. Balita yang termasuk dalam kategori status gizi buruk sering disebut juga malnutrisi yang merupakan suatu bentuk terparah akibat kurang gizi menahun pada balita. Sehingga jika ada seorang balita laki-laki usia 3 bulan yang memiliki berat badan 4 kg maka dapat dikategorikan balita tersebut memiliki kondisi gizi buruk karena ambang batas seorang balita laki-laki berusia 3 bulan dikatakan memiliki gizi buruk jika berat badannya kurang dari 4,4 kg. Berbeda halnya dengan balita perempuan berusia 3 bulan, jika

balita perempuan tersebut memiliki berat badan kurang dari 4 kg maka dapat dikategorikan memiliki gizi buruk.

## **2.5 Berat Bayi Lahir Rendah (BBLR)**

Berat lahir bayi mencerminkan hasil perkembangan dalam kandungan dan kecukupan nutrisi bayi saat dilahirkan. Bayi dikatakan memiliki berat lahir rendah atau BBLR apabila memiliki berat badan kurang dari 2500 gram (2,5 kg). Beberapa klasifikasi lain untuk berat lahir rendah adalah berat lahir sangat rendah jika di bawah 1,5 kg dan berat lahir rendah ekstrem jika di bawah 1 kg.

Berat lahir rendah tidak hanya mempengaruhi kondisi bayi saat dilahirkan tetapi juga kesehatan bahkan kelangsungan hidup bayi. Pada umumnya, bayi yang dilahirkan prematur atau kurang dari 37 minggu usia kandungan memiliki berat lahir yang lebih rendah dari bayi normal. Di samping jangka waktu kehamilan, berat lahir bayi ditentukan oleh beberapa faktor yang pada umumnya berkaitan dengan kesehatan ibu dan kesehatan saat kehamilan (Fajar, 2017).

Permasalahan bayi prematur dan bayi BBLR ini sangat banyak dengan tingkat kematian dan kesakitan yang tinggi. Bayi berat lahir rendah ini ada dua yaitu bayi yang lahir terlalu dini (bayi prematur) dan bayi yang mengalami gangguan pertumbuhan selama dalam rahim (bisa prematur atau cukup bulan). Menyusui adalah yang terbaik bagi bayi prematur dan berat lahir rendah. Jika bayi tidak bisa menyusu langsung maka ASI perah ibu kandungnya sendiri adalah pilihan terbaik bagi bayi (Karnadi, 2014).

## **2.6 Imunisasi Dasar Lengkap**

Imunisasi adalah suatu upaya yang dilakukan untuk mencegah terjadinya penyakit dengan cara memberikan mikroorganisme bibit penyakit berbahaya yang telah dilemahkan (vaksin) ke dalam tubuh sehingga merangsang sistem kekebalan tubuh terhadap jenis antigen tersebut dimasa yang akan datang. Imunisasi bisa diberikan pada semua umur. Namun beberapa

imunisasi akan lebih efektif apabila diberikan pada usia tertentu. Misalnya ada yang efektif pada bayi, anak-anak, remaja, dewasa bahkan Manula. Semua itu tergantung jenis imunisasi yang diinginkan (Masbidin, 2017).

Di Indonesia, tiap bayi di bawah umur satu tahun harus mendapatkan imunisasi dasar lengkap. Imunisasi ini berguna untuk mencegah berbagai penyakit pada bayi, misalnya akan terhindar dari berbagai penyakit seperti campak, tuberkulosis (TBC), difteri, pertusis atau batuk rejan, tetanus, dan hepatitis B. Imunisasi dasar lengkap ini terdiri dari 5 jenis vaksin yang akan diberikan sesuai umur bayi, dan pemberian setiap vaksinnnya bisa dilakukan lebih dari satu kali. Dengan mendapatkan vaksin sesuai umurnya, tubuh bayi dirangsang untuk membuat sistem kekebalan tubuh yang lebih kuat dengan membentuk antibodi. Fungsinya sebagai perlawanan untuk menyerang penyakit berbahaya. ada lima vaksin imunisasi dasar lengkap (Asyari, 2017).

1. Vaksin hepatitis B untuk mencegah penyakit hepatitis B dan kerusakan hati. Vaksin ini diberikan 1 kali pada bayi baru lahir yang berusia kurang dari 7 hari. Saat bayi baru lahir, biasanya bayi akan langsung diberikan vaksin ini.
2. Vaksin BCG untuk mencegah penyakit tuberkulosis (TBC). Vaksin ini diberikan 1 kali pada bayi yang berumur 1 bulan.
3. Vaksin DPT-Hepatitis B untuk mencegah difteri, pertusis, tetanus, dan hepatitis B. Vaksin ini diberikan 3 kali, yaitu pada saat bayi berumur 2 bulan, 3 bulan, dan 4 bulan.
4. Vaksin polio untuk mencegah polio. Polio dapat menyebabkan kelumpuhan dan tungkai kaki dan lengan. Vaksin ini diberikan 4 kali, yaitu pada saat bayi berumur 1 bulan, 2 bulan, 3 bulan, dan 4 bulan.
5. Vaksin campak untuk mencegah campak. Campak dapat menyebabkan komplikasi radang paru, radang otak, dan kebutaan. Vaksin campak diberikan 1 kali saat bayi berumur 9 bulan.

## **BAB III**

### **METODOLOGI PENELITIAN**

#### **3.1 Sumber Data**

Sumber data yang digunakan adalah data sekunder yang diambil dari Badan Pusat Statistik Nusa Tenggara Timur. Data yang diambil merupakan data mengenai faktor-faktor yang mempengaruhi persentase balita gizi buruk di Nusa Tenggara Timur tahun 2016. Data tersebut dilampirkan dalam sebuah laporan publikasi yaitu Provinsi Nusa Tenggara Timur Dalam Angka tahun 2017.

#### **3.2 Variabel Penelitian**

Variabel yang digunakan dalam penelitian ini terdiri dari satu variabel respon ( $y$ ) dan empat variabel prediktor ( $x$ ). Variabel-variabel tersebut berskala rasio. Tabel 3.1 menunjukkan variabel penelitian yang digunakan.

**Tabel 3.1** Variabel Penelitian

<b>Variabel</b>	<b>Keterangan</b>
$y$	Persentase balita gizi buruk di NTT
$x_1$	Persentase balita berat bayi lahir rendah (BBLR)
$x_2$	Persentase penduduk miskin
$x_3$	Rasio tenaga kesehatan
$x_4$	Persentase balita yang mendapat imunisasi dasar lengkap

Variabel-variabel tersebut diambil berdasarkan penelitian sebelumnya yang dilakukan oleh Rifada, dkk pada tahun 2013 mengenai Pemodelan Kejadian Gizi Buruk Pada Balita di Surabaya Berdasarkan Pendekatan Regresi Spasial Semiparametrik. Selain itu didapatkan referensi lain yang dapat menjadi pendukung bahwa variabel-variabel tersebut dapat mempengaruhi gizi buruk pada balita. Menurut Moore, semakin kecil dan semakin prematur bayi maka semakin tinggi risiko gizinya sehingga semakin rendah berat bayi ketika lahir maka risiko gizi balita akan masuk kategori kurang dan buruk akan semakin tinggi. Selain itu menurut Berg dan Sayogyo, terdapat hubungan antara pendapatan dan keadaan status gizi. Peningkatan

pendapatan akan berpengaruh terhadap perbaikan kesehatan dan kondisi keluarga yang selanjutnya berhubungan dengan status gizi, sehingga faktor kemiskinan dimasukkan ke dalam variabel prediktor yang diduga mempengaruhi gizi buruk pada balita. Menurut Atmarita dan Fallah, Pelayanan kesehatan yang kurang menjangkau masyarakat atau kurang handalnya pemberi pelayanan kesehatan merupakan satu faktor kemungkinan penyebab masalah gizi, salah satunya adalah tenaga kesehatan (Dwilistiyowati, 2012). Imunisasi merupakan pemberian kekebalan agar bayi tidak mudah terserang atau tertular penyakit. Menurut Jamra dan Banwar di salah satu daerah perkumuhan di India menunjukkan anak menderita masalah gizi disebabkan karena beberapa faktor yang salah satunya adalah imunisasi dasar lengkap. Referensi lain mengatakan kemiskinan yang dialami masyarakat atau keluarga menjadi salah satu faktor penyebab terjadinya gizi buruk pada bayi. Menurut Kepala bidang kesehatan keluarga dinas kesehatan Kota Ngurah Suarnawa, rendahnya pendapatan masyarakat akibatnya kemiskinan membuat orang tidak sanggup memenuhi asupan makanan bergizi untuk bayi. Hal inilah yang menyebabkan balita atau bayi mudah terserang infeksi seperti batuk, pilek yang berdampak pada penurunan nafsu makan bayi sehingga berat badan bayi menurun dan berujung pada masalah gizi buruk (Aome, 2012).

Variabel-variabel tersebut dapat dijelaskan dengan lebih jelas dengan melihat definisi operasional sebagai berikut.

1. Persentase balita gizi buruk di NTT

Status gizi balita dikatakan buruk apabila berat badan anak menurut umur (BB/U) berada dalam ambang batas kurang dari  $-3$  SD (Kementrian Kesehatan Republik Indonesia, 2011) dimana rentangnya dapat dilihat pada lampiran. Sehingga persentase balita gizi buruk menunjukkan jumlah balita dengan status gizi buruk setiap kabupaten/kota di Provinsi Nusa Tenggara Timur (NTT) tahun 2016 dibagi dengan jumlah balita setiap kabupaten/kota di NTT tahun 2016 dan kemudian dikalikan 100%.

2. Persentase balita berat bayi lahir rendah (BBLR)  
Balita BBLR adalah balita yang memiliki berat bayi lahir rendah yaitu kurang dari 2500 gram (2,5 kg). sehingga persentase balita BBLR diperoleh dari membagi jumlah balita BBLR setiap kabupaten/kota di NTT tahun 2016 dengan jumlah balita setiap kabupaten/kota di NTT tahun 2016 dan kemudian dikalikan 100%.
3. Persentase penduduk miskin  
Untuk mengukur kemiskinan, BPS menggunakan konsep kemampuan memenuhi kebutuhan dasar (*basic needs approach*). Dengan pendekatan ini, kemiskinan dipandang sebagai ketidakmampuan dari sisi ekonomi untuk memenuhi kebutuhan dasar makanan dan bukan makanan yang diukur dari sisi pengeluaran. Jadi Penduduk Miskin adalah penduduk yang memiliki rata-rata pengeluaran perkapita perbulan dibawah garis kemiskinan. Sehingga, persentase penduduk miskin diperoleh dengan membagi jumlah penduduk miskin setiap kabupaten/kota di NTT tahun 2016 dengan jumlah penduduk setiap kabupaten/kota di NTT tahun 2016 dan kemudian dikalikan 100%.
4. Rasio tenaga kesehatan  
Tenaga kesehatan meliputi dokter, dokter gigi, perawat, bidan, dan keteknisian medis. Yang menjadi objek penelitian ini adalah balita sehingga rasio tenaga kesehatan diperoleh dari membagi jumlah tenaga kesehatan setiap kabupaten/kota di NTT tahun 2016 dengan jumlah balita setiap kabupaten/kota di NTT tahun 2016.
5. Persentase balita yang mendapat imunisasi dasar lengkap  
Imunisasi dasar lengkap ini terdiri dari 5 jenis vaksin yang akan diberikan sesuai umur bayi. Balita dikatakan sudah mendapatkan imunisasi dasar lengkap ketika usia balita lebih dari sama dengan sembilan bulan karena imunisasi dasar lengkap yang diterima balita adalah sampai balita berusia sembilan bulan. Sehingga persentase balita yang mendapat imunisasi dasar lengkap diperoleh dari membagi jumlah balita



**Tabel 3.2** Struktur Data

No	Kabupaten/Kota	$y$	$x_1$	$x_2$	$x_3$	$x_4$
1	Sumba Barat	$y_1$	$x_{1,1}$	$x_{2,1}$	$x_{3,1}$	$x_{4,1}$
2	Sumba Timur	$y_2$	$x_{1,2}$	$x_{2,2}$	$x_{3,2}$	$x_{4,2}$
3	Kupang	$y_3$	$x_{1,3}$	$x_{2,3}$	$x_{3,3}$	$x_{4,3}$
4	TTS	$y_4$	$x_{1,4}$	$x_{2,4}$	$x_{3,4}$	$x_{4,4}$
5	TTU	$y_5$	$x_{1,5}$	$x_{2,5}$	$x_{3,5}$	$x_{4,5}$
6	Belu	$y_6$	$x_{1,6}$	$x_{2,6}$	$x_{3,6}$	$x_{4,6}$
7	Alor	$y_7$	$x_{1,7}$	$x_{2,7}$	$x_{3,7}$	$x_{4,7}$
8	Lembata	$y_8$	$x_{1,8}$	$x_{2,8}$	$x_{3,8}$	$x_{4,8}$
9	Flores Timur	$y_9$	$x_{1,9}$	$x_{2,9}$	$x_{3,9}$	$x_{4,9}$
10	Sikka	$y_{10}$	$x_{1,10}$	$x_{2,10}$	$x_{3,10}$	$x_{4,10}$
11	Ende	$y_{11}$	$x_{1,11}$	$x_{2,11}$	$x_{3,11}$	$x_{4,11}$
12	Ngada	$y_{12}$	$x_{1,12}$	$x_{2,12}$	$x_{3,12}$	$x_{4,12}$
13	Manggarai	$y_{13}$	$x_{1,13}$	$x_{2,13}$	$x_{3,13}$	$x_{4,13}$
14	Rote Ndao	$y_{14}$	$x_{1,14}$	$x_{2,14}$	$x_{3,14}$	$x_{4,14}$
15	Manggarai Barat	$y_{15}$	$x_{1,15}$	$x_{2,15}$	$x_{3,15}$	$x_{4,15}$
16	Sumba Tengah	$y_{16}$	$x_{1,16}$	$x_{2,16}$	$x_{3,16}$	$x_{4,16}$
17	Sumba Barat Daya	$y_{17}$	$x_{1,17}$	$x_{2,17}$	$x_{3,17}$	$x_{4,17}$
18	Nagekeo	$y_{18}$	$x_{1,18}$	$x_{2,18}$	$x_{3,18}$	$x_{4,18}$
19	Manggarai Timur	$y_{19}$	$x_{1,19}$	$x_{2,19}$	$x_{3,19}$	$x_{4,19}$
20	Sabu Raijua	$y_{20}$	$x_{1,20}$	$x_{2,20}$	$x_{3,20}$	$x_{4,20}$
21	Malaka	$y_{21}$	$x_{1,21}$	$x_{2,21}$	$x_{3,21}$	$x_{4,21}$
22	Kota Kupang	$y_{22}$	$x_{1,22}$	$x_{2,22}$	$x_{3,22}$	$x_{4,22}$

### 3.4 Langkah Penelitian

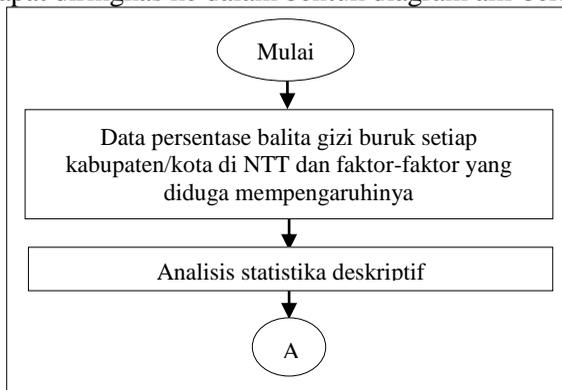
Langkah penelitian dapat dituliskan dalam setiap tahapan untuk mencapai tujuan penelitian, sehingga langkah-langkah yang dilakukan adalah sebagai berikut.

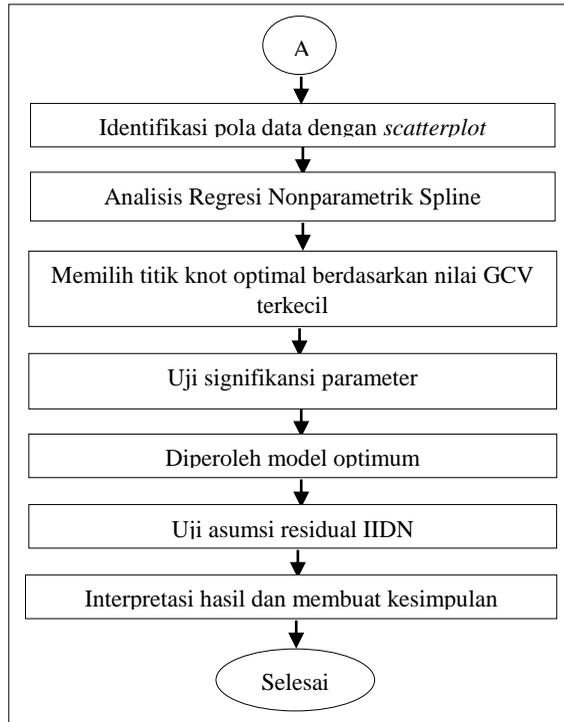
1. Mengumpulkan data sekunder mengenai persentase balita gizi buruk di NTT tahun 2016 beserta faktor-faktor yang mempengaruhinya.
2. Melakukan analisis statistika deskriptif untuk setiap variabel agar dapat diketahui karakteristik persentase balita gizi buruk di NTT.

3. Mengidentifikasi pola data yang terbentuk dari data persentase balita gizi buruk di NTT dengan setiap faktor yang mempengaruhinya menggunakan *scatterplot*.
4. Memodelkan data persentase balita gizi buruk di NTT dengan semua faktor-faktor yang mempengaruhinya menggunakan regresi nonparametrik Spline dengan satu, dua, tiga, dan kombinasi titik knot.
5. Memilih titik knot optimal (dari semua titik knot yang telah digunakan pada tahap 4) menggunakan *Generalized Cross Validation (GCV)*.
6. Memodelkan data faktor-faktor yang mempengaruhi persentase balita gizi buruk di NTT menggunakan regresi nonparametrik Spline dengan titik knot optimal yang terpilih.
7. Melakukan uji signifikansi parameter secara serentak dan dilanjutkan uji parsial jika diperoleh keputusan tolak  $H_0$  serta menghitung koefisien determinasi ( $R^2$ ).
8. Menguji asumsi residual IIDN (Identik, Independen, berdistribusi Normal) pada data faktor-faktor yang mempengaruhi persentase balita gizi buruk di NTT setelah didapatkan titik knot optimal.
9. Menginterpretasikan model yang didapatkan dan membuat kesimpulan.

### 3.5 Diagram Alir

Berdasarkan uraian langkah penelitian yang dijelaskan tersebut dapat diringkas ke dalam bentuk diagram alir berikut.



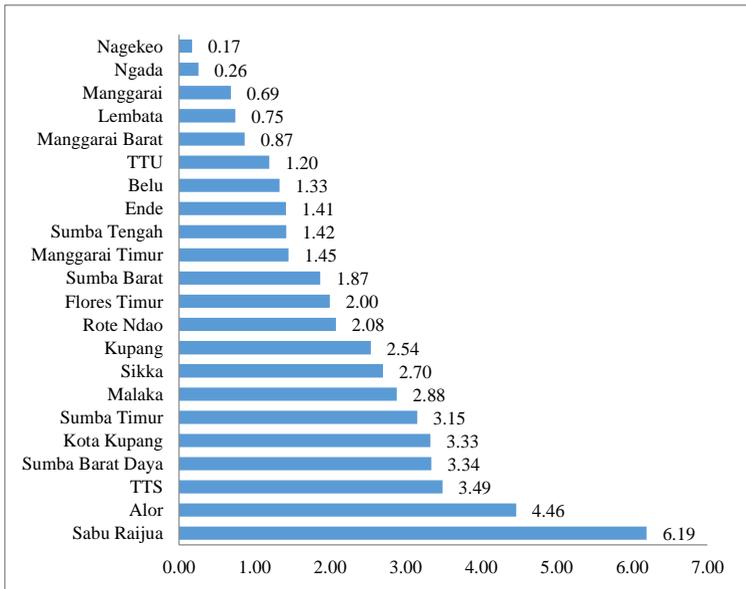
**Gambar 3.2** Diagram Alir**Gambar 3.2 (Lanjutan)** Diagram Alir

*(Halaman ini sengaja dikosongkan)*

## BAB IV ANALISIS DAN PEMBAHASAN

### 4.1 Karakteristik Persentase Balita Gizi Buruk di Provinsi Nusa Tenggara Timur dan Faktor-Faktor Yang Mempengaruhinya

Kasus balita gizi buruk di Nusa Tenggara Timur (NTT) pada tahun 2016 menjadi kasus balita gizi buruk tertinggi di Indonesia. Terdapat beberapa faktor yang diduga mempengaruhi terjadinya balita gizi buruk di NTT. Dalam penelitian ini digunakan empat variabel prediktor yang diduga mempengaruhi persentase balita gizi buruk. Gambar 4.1 akan menunjukkan karakteristik persentase balita gizi buruk di NTT menurut data yang terlampir pada Lampiran 1.



**Gambar 4.1** Persentase Balita Gizi Buruk di NTT

Gambar 4.1 menunjukkan kasus persentase balita gizi buruk yang terjadi di setiap kabupaten/kota di NTT tahun 2016. Dapat dilihat bahwa kasus balita gizi buruk yang tertinggi terjadi di Kabupaten

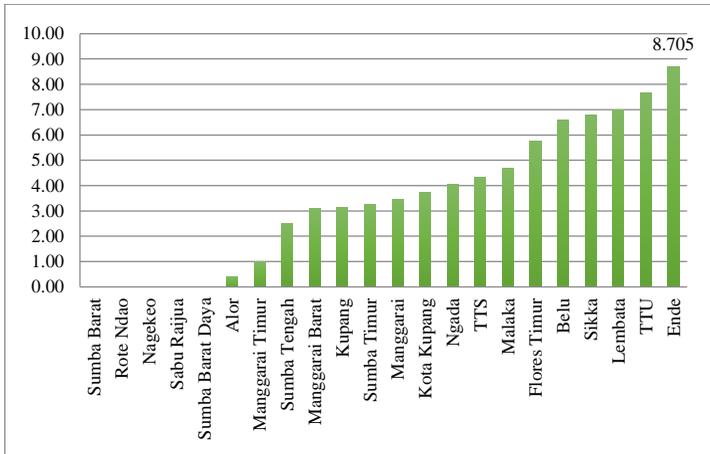
Sabu Raijua yaitu sebesar 6,19%. Hal ini dikarenakan persentase penduduk miskin di Kabupaten Sabu Raijua cukup tinggi dan menjadi kabupaten dengan persentase penduduk miskin tertinggi kedua setelah Kabupaten Sumba Tengah. Sedangkan untuk kasus persentase balita gizi buruk yang terendah terjadi di Kabupaten Nagekeo yaitu sebesar 0,17%. Hal ini dikarenakan persentase balita BBLR di Kabupaten Nagekeo sangat kecil, serta cukup banyak balita yang mendapat imunisasi dasar lengkap, sehingga dapat lebih mengatasi masalah balita gizi buruk.

Dalam penelitian ini digunakan empat faktor yang diduga mempengaruhi persentase balita gizi buruk di NTT yang dapat dilihat pada Lampiran 1. Tabel 4.1 akan menunjukkan karakteristik data dari keempat faktor tersebut.

**Tabel 4.1** Statistika Deskriptif Faktor-Faktor yang Diduga Mempengaruhi Persentase Balita Gizi Buruk di Nusa Tenggara Timur

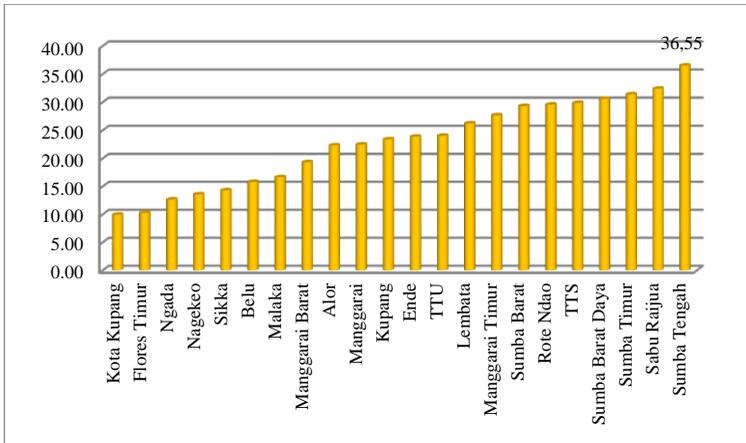
Variabel	Rata-rata	Varians	Minimum	Maksimum
Persentase balita BBLR	3,457	7,744	0	8,705
Persentase penduduk miskin	22,86	60,66	9,97	36,55
Rasio tenaga kesehatan	0,467	0,25	0	2,371
Persentase balita yang mendapat imunisasi dasar lengkap	5,472	2,105	2,477	7,551

Tabel 4.1 menunjukkan bahwa persentase balita BBLR ( $x_1$ ) memiliki nilai rata-rata 3,457 dengan varians sebesar 7,744. Angka ini cukup tinggi mengingat balita BBLR yang terjadi diharapkan sekecil mungkin agar dapat mengurangi terjadinya kasus balita gizi buruk. Hal ini diperkuat dengan nilai minimumnya adalah sebesar 0 yaitu di Kabupaten Sumba Barat, Rote Ndao, Nagekeo, dan Sabu Raijua. Sedangkan nilai maksimumnya adalah sebesar 8,705 yaitu di Kabupaten Ende. Sehingga menunjukkan varians yang cukup beragam di setiap kabupaten/kota yang ada di NTT. Gambar 4.2 merupakan diagram batang yang dapat menunjukkan karakteristik persentase balita BBLR di NTT.



**Gambar 4.2** Persentase Balita BBLR di NTT

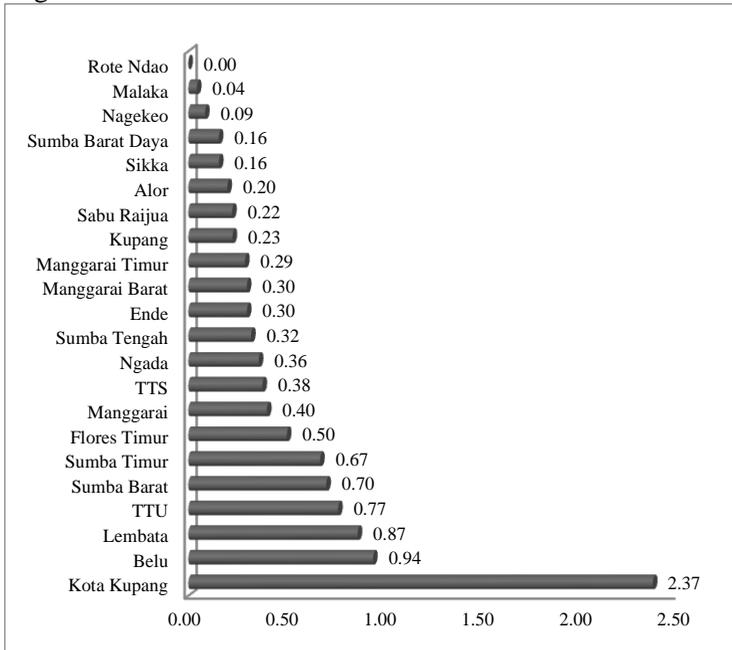
Untuk variabel persentase penduduk miskin ( $x_2$ ) memiliki nilai rata-rata 22,86 dengan varians yang sangat tinggi yaitu sebesar 60,66. Angka ini sangat tinggi mengingat cukup beragamnya kondisi kemiskinan yang terjadi di setiap kabupaten/kota di NTT. Seperti yang ditunjukkan oleh nilai minimum sebesar 9,97 yaitu Kota Kupang yang menjadi satu-satunya Kota di NTT, dimana cukup sedikit masyarakat miskin di kota ini. Umumnya kondisi di perkotaan lebih mudah menerima akses dan fasilitas apapun dibandingkan dengan di daerah-daerah pedalaman. Selain itu, gaya hidup dan kondisi ekonominya jauh lebih baik dibandingkan dengan daerah-daerah pedalaman. Hal ini berbeda dengan kondisi kemiskinan di Sumba Tengah yang menjadi nilai maksimum untuk persentase penduduk miskin yaitu sebesar 36,55. Daerah ini merupakan salah satu daerah pedalaman yang masih sulit dijangkau untuk akses dan fasilitas-fasilitas seperti di perkotaan. Masyarakat pedalaman jauh lebih sulit dalam hal pendapatan maupun kesejahteraan hidupnya. Gambar 4.3 merupakan diagram batang yang dapat menunjukkan karakteristik persentase penduduk miskin di NTT.



**Gambar 4.3** Persentase Penduduk Miskin di NTT

Untuk variabel rasio tenaga kesehatan ( $x_3$ ) memiliki nilai rata-rata 0,467 dengan varians cukup kecil yaitu sebesar 0,25. Angka ini cukup kecil mengingat semua kabupaten di NTT masih belum memiliki tenaga kesehatan yang cukup banyak dan handal, seperti yang ditunjukkan oleh Kabupaten Rote Ndao yang menjadi daerah dengan nilai minimum untuk rasio tenaga kesehatan sebesar 0 karena memang masih belum ada tenaga kesehatan yang handal disana. Hanya di Kota Kupang yang memiliki tenaga kesehatan yang cukup banyak dan handal serta menjadi nilai maksimum untuk rasio tenaga kesehatan yaitu sebesar 2,371. Segala akses dan pendidikan di Kota Kupang masih sangat baik dibandingkan di daerah pedalaman sehingga dapat melahirkan tenaga kesehatan ahli yang dapat menolong untuk kasus balita gizi buruk di NTT, serta dapat dilakukan penyuluhan dan membantu masyarakat Kota Kupang dalam hal pemahaman yang baik akan pentingnya kesehatan balita. Untuk tenaga kesehatan, Indonesia memiliki sekian banyak tenaga kesehatan yang didistribusikan ke berbagai daerah di Indonesia. Tetapi hanya dapat terjangkau di pusat kota saja, seperti di Kota Kupang, sehingga masih sulit bagi daerah pedalaman di NTT untuk memiliki tenaga kesehatan yang ahli. Gambar 4.4 merupakan

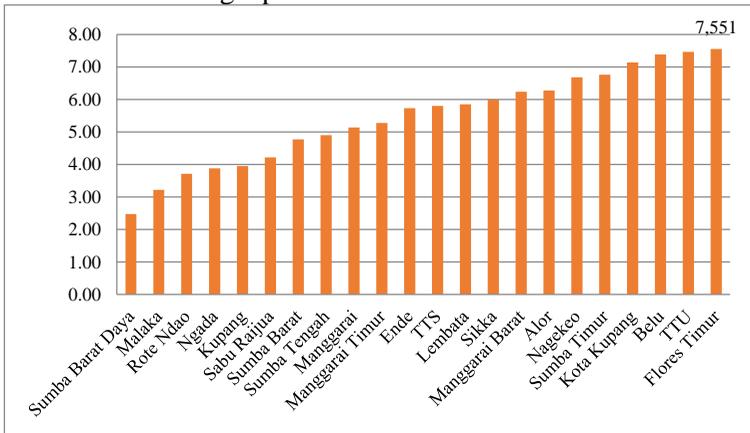
diagram batang yang dapat menunjukkan karakteristik rasio tenaga kesehatan di NTT.



**Gambar 4.4** Rasio Tenaga Kesehatan di NTT

Untuk variabel persentase balita yang mendapat imunisasi dasar lengkap ( $x_4$ ) memiliki nilai rata-rata 5,472 dengan varians cukup kecil yaitu sebesar 2,105. Angka ini cukup kecil mengingat hampir semua kabupaten/kota di NTT masyarakatnya memiliki kesadaran akan pentingnya imunisasi dasar lengkap pada balita, walaupun tidak semua daerah memiliki persentase balita yang mendapat imunisasi dasar lengkap yang tinggi. Hal ini bisa juga dikarenakan masalah kemiskinan dan kurangnya tenaga kesehatan yang tersedia. Hal ini didukung oleh nilai minimum untuk persentase balita yang mendapat imunisasi dasar lengkap sebesar 2,477 yaitu di Kabupaten Sumba Barat Daya. Daerah ini masih termasuk dalam daerah pedalaman sehingga kesadaran akan pentingnya imunisasi dasar lengkap pada balita masih cukup

minim. Selain itu, tenaga kesehatan yang dimiliki Kabupaten Sumba Barat Daya juga cukup sedikit, sehingga penyuluhan mengenai pentingnya imunisasi pada balita juga masih kurang. Sedangkan untuk nilai maksimum untuk persentase balita yang mendapat imunisasi dasar lengkap sebesar 7,551 yaitu di Kabupaten Flores Timur dimana masyarakatnya memang memiliki kesadaran yang sangat baik akan pentingnya imunisasi dasar lengkap pada balita. Selain itu, kondisi ekonomi di daerah ini masih terbilang cukup baik mengingat daerah ini menempati posisi terkecil kedua setelah Kota Kupang untuk persentase penduduk miskin. Gambar 4.5 merupakan diagram batang yang dapat menunjukkan karakteristik persentase balita yang mendapat imunisasi dasar lengkap di NTT.



**Gambar 4.5** Persentase Balita yang Mendapat Imunisasi Dasar Lengkap di NTT

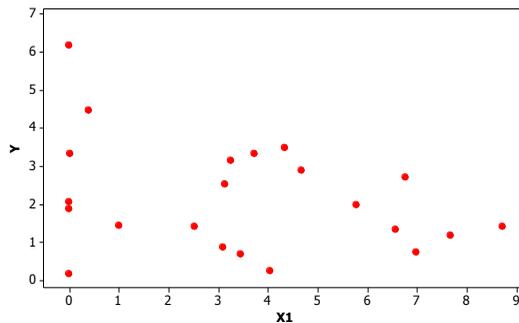
#### **4.2 Pemodelan Faktor-Faktor yang Mempengaruhi Persentase Balita Gizi Buruk di Nusa Tenggara Timur dengan Pendekatan Regresi Nonparametrik Spline**

Selanjutnya akan dilakukan analisis untuk memodelkan faktor-faktor yang mempengaruhi persentase balita gizi buruk di Nusa Tenggara Timur (NTT) pada tahun 2016. Sebelum menentukan metode analisis yang digunakan, maka perlu dilihat

pola data yang terbentuk, sehingga dapat menjadi landasan untuk metode yang dipilih untuk digunakan dalam analisis.

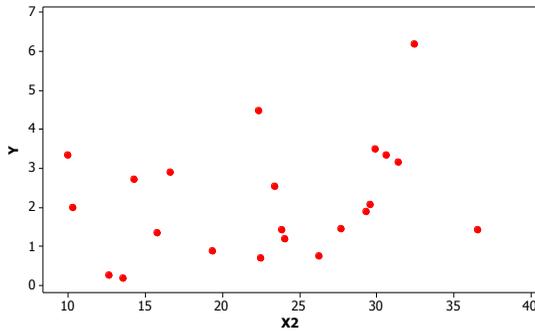
#### 4.2.1 Analisis Pola Hubungan Faktor-Faktor yang Diduga Mempengaruhi Persentase Balita Gizi Buruk di Nusa Tenggara Timur

Untuk mengetahui pola yang terbentuk antara faktor-faktor yang diduga mempengaruhi persentase balita gizi buruk di NTT dapat dilakukan dengan melihat *scatterplot*. Pola yang terbentuk dapat digunakan untuk menentukan metode regresi yang digunakan. Ada empat faktor yang diduga mempengaruhi persentase balita gizi buruk yang dapat ditunjukkan oleh Gambar 4.5 sampai dengan Gambar 4.8. Gambar 4.5 akan menunjukkan pola hubungan antara variabel persentase balita BBLR ( $x_1$ ) dengan persentase balita gizi buruk ( $y$ ).



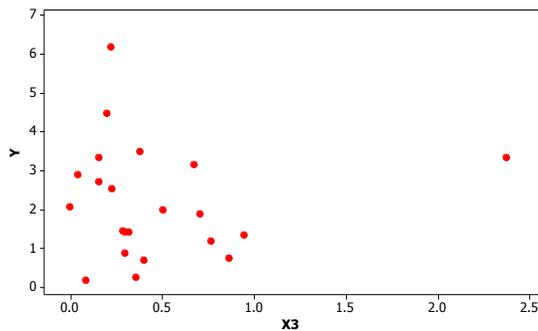
**Gambar 4.6** Pola Hubungan Antara Persentase Balita BBLR dengan Persentase Balita Gizi Buruk

Gambar 4.6 merupakan *scatterplot* yang menunjukkan pola hubungan antara persentase balita BBLR dengan persentase balita gizi buruk di NTT. Dapat dilihat bahwa pola yang terbentuk tidak membentuk suatu pola tertentu atau plot yang terbentuk menyebar secara acak. Hal ini menunjukkan bahwa estimasi model yang dapat digunakan adalah regresi nonparametrik. Selanjutnya pada Gambar 4.7 akan menunjukkan pola hubungan antara variabel persentase penduduk miskin ( $x_2$ ) dengan persentase balita gizi buruk ( $y$ ).



**Gambar 4.7** Pola Hubungan Antara Persentase Penduduk Miskin dengan Persentase Balita Gizi Buruk

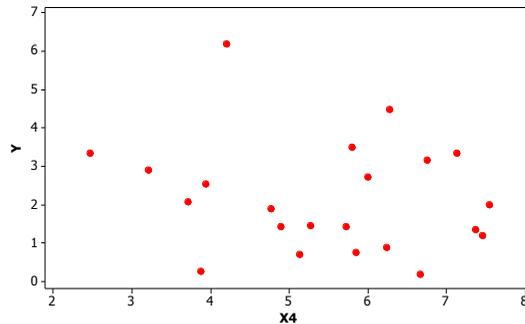
Gambar 4.7 merupakan *scatterplot* yang menunjukkan pola hubungan antara persentase penduduk miskin dengan persentase balita gizi buruk di NTT. Dapat dilihat bahwa pola yang terbentuk tidak membentuk suatu pola tertentu atau plot yang terbentuk menyebar secara acak. Hal ini menunjukkan bahwa estimasi model yang dapat digunakan adalah regresi nonparametrik. Selanjutnya pada Gambar 4.8 akan menunjukkan pola hubungan antara variabel rasio tenaga kesehatan ( $x_3$ ) dengan persentase balita gizi buruk ( $y$ ).



**Gambar 4.8** Pola Hubungan Antara Rasio Tenaga Kesehatan dengan Persentase Balita Gizi Buruk

Gambar 4.8 merupakan *scatterplot* yang menunjukkan pola hubungan antara rasio tenaga kesehatan dengan persentase balita gizi buruk di NTT. Dapat dilihat bahwa pola yang terbentuk tidak

membentuk suatu pola tertentu atau plot yang terbentuk menyebar secara acak. Hal ini menunjukkan bahwa estimasi model yang dapat digunakan adalah regresi nonparametrik. Selanjutnya pada Gambar 4.9 akan menunjukkan pola hubungan antara variabel persentase balita yang mendapat imunisasi dasar lengkap ( $x_4$ ) dengan persentase balita gizi buruk ( $y$ ).



**Gambar 4.9** Pola Hubungan Antara Persentase Balita yang Mendapat Imunisasi Dasar Lengkap dengan Persentase Balita Gizi Buruk

Gambar 4.9 merupakan *scatterplot* yang menunjukkan pola hubungan antara persentase balita yang mendapat imunisasi dasar lengkap dengan persentase balita gizi buruk di NTT. Dapat dilihat bahwa pola yang terbentuk tidak membentuk suatu pola tertentu atau plot yang terbentuk menyebar secara acak. Hal ini menunjukkan bahwa estimasi model yang dapat digunakan adalah regresi nonparametrik. Dari keempat gambar tersebut maka dapat ditentukan metode regresi yang digunakan adalah regresi nonparametrik Spline. Langkah selanjutnya adalah melakukan pemilihan titik knot optimum.

#### 4.2.2 Pemilihan Titik Knot Optimum

Titik knot merupakan titik perubahan perilaku data pada sub-sub interval tertentu. Dalam analisis regresi nonparametrik harus didapatkan titik knot optimum dalam upaya mendapatkan model regresi nonparametrik Spline terbaik. Untuk mendapatkan titik knot optimum digunakan metode *Generalized Cross Validation* (GCV) yang ditunjukkan dengan nilai GCV paling

minimum. Berikut adalah analisis pemilihan titik knot optimum dengan satu titik knot, dua titik knot, tiga titik knot, dan kombinasi titik knot.

#### 4.2.2.1 Pemilihan Titik Knot dengan Satu Titik Knot

Model regresi nonparametrik Spline dari persentase balita gizi buruk di NTT dengan satu titik knot untuk setiap variabel prediktor adalah sebagai berikut.

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

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

**Tabel 4.2** Nilai GCV Satu Titik Knot

$x_1$	$x_2$	$x_3$	$x_4$	GCV
6,93	31,13	1,89	6,52	3,54
7,11	31,67	1,93	6,62	3,38
7,29	32,21	1,98	6,72	3,21
<b>7,47</b>	<b>32,75</b>	<b>2,03</b>	<b>6,83</b>	<b>3,19</b>
7,64	33,30	2,08	6,93	3,27
7,82	33,84	2,13	7,03	3,28
8,00	34,38	2,18	7,14	3,29
8,18	34,92	2,22	7,24	3,30
8,35	35,47	2,27	7,34	3,34
8,53	36,01	2,32	7,45	3,27

Dapat dilihat bahwa nilai GCV minimum untuk model regresi nonparametrik Spline dengan satu titik knot adalah sebesar 3,19. Didapatkan pula titik knot optimal untuk variabel persentase balita BBLR ( $x_1$ ) berada pada titik knot 7,47 ; variabel persentase penduduk miskin ( $x_2$ ) berada pada titik knot 32,75 ; variabel rasio tenaga kesehatan ( $x_3$ ) berada pada titik knot 2,03 ; variabel persentase balita yang mendapat imunisasi dasar lengkap ( $x_4$ ) berada pada titik knot 6,83.

#### 4.2.2.2 Pemilihan Titik Knot dengan Dua Titik Knot

Pemilihan titik knot optimum dapat dilanjutkan dengan menggunakan dua titik knot untuk setiap variabel prediktor. Model regresi nonparametrik Spline dari persentase balita gizi buruk di NTT dengan dua titik knot adalah sebagai berikut.

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

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

**Tabel 4.3** Nilai GCV Dua Titik Knot

$x_1$	$x_2$	$x_3$	$x_4$	GCV
6,40	29,50	1,74	6,20	3,48
8,53	36,01	2,32	7,45	
6,40	29,50	1,74	6,20	3,85
8,71	36,55	2,37	7,55	
6,58	30,04	1,79	6,31	3,88
6,75	30,58	1,84	6,41	
6,58	30,04	1,79	6,31	2,92
6,93	31,13	1,89	6,52	
6,58	30,04	1,79	6,31	2,63
7,11	31,67	1,93	6,62	
6,58	30,04	1,79	6,31	2,54
7,29	32,21	1,98	6,72	
<b>6,58</b>	<b>30,04</b>	<b>1,79</b>	<b>6,31</b>	<b>2,61</b>
<b>7,47</b>	<b>32,75</b>	<b>2,03</b>	<b>6,83</b>	
6,58	30,04	1,79	6,31	2,65
7,64	33,30	2,08	6,93	
6,58	30,04	1,79	6,31	2,72
7,82	33,84	2,13	7,03	
6,58	30,04	1,79	6,31	2,83
8,00	34,38	2,18	7,14	

Dapat dilihat bahwa nilai GCV minimum untuk model regresi nonparametrik Spline dengan dua titik knot adalah sebesar 2,61. Didapatkan pula titik knot optimal untuk variabel persentase balita BBLR ( $x_1$ ) berada pada titik knot 6,58 dan 7,47 ; variabel persentase penduduk miskin ( $x_2$ ) berada pada titik knot 30,04 dan 32,75 ; variabel rasio tenaga kesehatan ( $x_3$ ) berada pada titik knot 1,79 dan 2,03 ; variabel persentase balita yang mendapat imunisasi dasar lengkap ( $x_4$ ) berada pada titik knot 6,31 dan 6,83.

#### 4.2.2.3 Pemilihan Titik Knot dengan Tiga Titik Knot

Selanjutnya pemilihan titik knot optimum dilanjutkan dengan menggunakan tiga titik knot untuk setiap variabel prediktor. Model regresi nonparametrik Spline dari persentase balita gizi buruk di NTT dengan tiga titik knot adalah sebagai berikut.

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

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

**Tabel 4.4** Nilai GCV Tiga Titik Knot

$x_1$	$x_2$	$x_3$	$x_4$	GCV
0,71	12,14	0,19	2,89	2,16
1,42	14,31	0,39	3,31	
3,02	19,19	0,82	4,24	
0,71	12,14	0,19	2,89	1,14
1,42	14,31	0,39	3,31	
3,20	19,73	0,87	4,34	

**Tabel 4.4** (Lanjutan) Nilai GCV Tiga Titik Knot

$x_1$	$x_2$	$x_3$	$x_4$	GCV
0,71	12,14	0,19	2,89	
1,42	14,31	0,39	3,31	0,41
3,38	20,28	0,92	4,45	
<b>0,71</b>	<b>12,14</b>	<b>0,19</b>	<b>2,89</b>	
<b>1,42</b>	<b>14,31</b>	<b>0,39</b>	<b>3,31</b>	<b>0,18</b>
<b>3,56</b>	<b>20,82</b>	<b>0,97</b>	<b>4,55</b>	
0,71	12,14	0,19	2,89	
1,42	14,31	0,39	3,31	0,35
3,73	21,36	1,02	4,65	
0,71	12,14	0,19	2,89	
1,42	14,31	0,39	3,31	0,71
3,91	21,90	1,06	4,76	
0,71	12,14	0,19	2,89	
1,42	14,31	0,39	3,31	1,18
4,09	22,45	1,11	4,86	
0,71	12,14	0,19	2,89	
1,42	14,31	0,39	3,31	1,66
4,27	22,99	1,16	4,96	
0,71	12,14	0,19	2,89	
1,42	14,31	0,39	3,31	1,98
4,44	23,53	1,21	5,07	
0,71	12,14	0,19	2,89	
1,42	14,31	0,39	3,31	2,16
4,62	24,07	1,26	5,17	

Dapat dilihat bahwa nilai GCV minimum untuk model regresi nonparametrik Spline dengan tiga titik knot adalah sebesar 0,18. Didapatkan pula titik knot optimal untuk variabel persentase balita BBLR ( $x_1$ ) berada pada titik knot 0,71 ; 1,42 dan 3,56 ; variabel persentase penduduk miskin ( $x_2$ ) berada pada titik knot 12,14 ; 14,31 dan 20,82 ; variabel rasio tenaga kesehatan ( $x_3$ ) berada pada titik knot 0,19 ; 0,39 dan 0,97 ; variabel persentase balita yang mendapat imunisasi dasar lengkap ( $x_4$ ) berada pada titik knot 2,89 ; 3,31 dan 4,55.

#### 4.2.2.4 Pemilihan Titik Knot dengan Kombinasi Titik Knot

Setelah diperoleh titik knot optimal menggunakan satu, dua, dan tiga titik knot, maka selanjutnya dilakukan pemilihan titik knot optimum menggunakan kombinasi titik knot. Hal ini dilakukan untuk mengetahui kemungkinan terdapat titik knot optimum saat jumlah titik knot setiap variabel prediktor berbeda-beda. Tabel 4.5 menunjukkan sepuluh nilai GCV di sekitar nilai GCV paling minimum untuk model regresi nonparametrik Spline dengan kombinasi titik knot.

**Tabel 4.5** Nilai GCV Kombinasi Titik Knot

$x_1$	$x_2$	$x_3$	$x_4$	GCV
0,71	30,04	1,79	6,31	
1,42	32,21	1,98	6,72	2,24
3,56				
0,71	30,04	1,79	2,89	
1,42	32,21	1,98	3,31	3,75
3,56			4,55	
<b>0,71</b>	<b>30,04</b>	<b>0,19</b>	<b>6,83</b>	
<b>1,42</b>	<b>32,21</b>	<b>0,39</b>		<b>2,05</b>
<b>3,56</b>		<b>0,97</b>		
0,71	30,04	0,19	6,31	
1,42	32,21	0,39	6,72	2,09
3,56		0,97		
0,71	30,04	0,19	2,89	
1,42	32,21	0,39	3,31	3,95
3,56		0,97	4,55	
0,71	12,14	2,03	6,83	
1,42	14,31			3,70
3,56	20,82			
0,71	12,14	2,03	6,31	
1,42	14,31		6,72	4,65
3,56	20,82			
0,71	12,14	2,03	2,89	
1,42	14,31		3,31	6,05
3,56	20,82		4,55	

**Tabel 4.5** (Lanjutan) Nilai GCV Kombinasi Titik Knot

$x_1$	$x_2$	$x_3$	$x_4$	GCV
0,71	12,14	1,79	6,83	
1,42	14,31	1,98		3,70
3,56	20,82			
0,71	12,14	1,79	6,31	
1,42	14,31	1,98	6,72	4,65
3,56	20,82			

Dapat dilihat pada Tabel 4.5 bahwa nilai GCV minimum untuk model regresi nonparametrik Spline dengan kombinasi titik knot adalah sebesar 2,05 dengan kombinasi titik knot 3,2,3,1. Didapatkan pula titik knot optimal untuk variabel persentase balita BBLR ( $x_1$ ) berada pada titik knot 0,71 ; 1,42 dan 3,56 ; variabel persentase penduduk miskin ( $x_2$ ) berada pada titik knot 30,04 dan 32,21 ; variabel rasio tenaga kesehatan ( $x_3$ ) berada pada titik knot 0,19 ; 0,39 dan 0,97 ; variabel persentase balita yang mendapat imunisasi dasar lengkap ( $x_4$ ) berada pada titik knot 6,83.

#### 4.2.2.5 Pemilihan Titik Knot Terbaik

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

**Tabel 4.6** Perbandingan Nilai GCV

Titik Knot	GCV
Satu Titik Knot	3,19
Dua Titik Knot	2,61
<b>Tiga Titik Knot</b>	<b>0,18</b>
Kombinasi Titik Knot (3,2,3,1)	2,05

Tabel 4.6 menunjukkan nilai GCV paling minimum yang diperoleh dari hasil pemilihan titik knot menggunakan satu titik knot, dua titik knot, tiga titik knot, dan kombinasi titik knot. Selanjutnya akan dipilih nilai GCV paling minimum di antara

keempat nilai GCV tersebut. Berdasarkan kriteria pemilihan model terbaik diketahui bahwa nilai GCV paling minimum dihasilkan oleh model regresi nonparametrik Spline menggunakan tiga titik knot yang memiliki nilai GCV terkecil yaitu sebesar 0,18.

### 4.2.3 Pengujian Signifikansi Parameter

Setelah didapatkan titik knot optimum, selanjutnya akan dilakukan pengujian signifikansi parameter model regresi nonparametrik Spline. Pengujian dilakukan secara serentak dan individu. Ketika diperoleh kesimpulan tolak  $H_0$  yang artinya minimal ada satu parameter yang signifikan terhadap respon pada saat dilakukan pengujian secara serentak, maka dapat dilanjutkan pengujian secara parsial untuk mengetahui parameter mana saja yang signifikan.

#### 4.2.3.1 Pengujian Serentak

Pengujian secara serentak dilakukan untuk mengetahui apakah semua parameter secara serentak signifikan terhadap persentase balita gizi buruk di NTT. Taraf signifikansi yang digunakan adalah  $\alpha = 0,05$ . Tabel 4.7 menunjukkan hasil pengujian signifikansi parameter secara keseluruhan yang diperoleh dari Lampiran 11.

Tabel 4.7 ANOVA Uji Serentak

Sumber Variasi	Derajat Bebas (db)	Jumlah Kuadrat (JK)	Kuadrat Tengah (KT)	$F_{hitung}$	$P\text{-value}$
Regresi	16	44,517	2,782		
Error	5	0,203	0,041	68,572	0,00009
Total	21	44,719			

Tabel 4.7 menunjukkan hasil pengujian secara serentak. Dapat dilihat bahwa diperoleh nilai  $F_{hitung} = 68,572$  dan  $P_{value} = 0,00009$ , sedangkan nilai  $F_{0,05;(16,5)} = 4,608$ . Sehingga diperoleh keputusan tolak  $H_0$  karena  $F_{hitung} > F_{0,05;(16,5)}$  dan  $P_{value} < \alpha$ , serta dapat disimpulkan bahwa minimal ada satu

parameter yang tidak sama dengan nol atau minimal ada satu parameter yang signifikan terhadap persentase balita gizi buruk di NTT secara serentak. Dari hasil ini, maka dapat dilanjutkan dengan melakukan pengujian secara parsial.

#### 4.2.3.2 Pengujian Parsial

Pengujian secara parsial dilakukan untuk mengetahui parameter mana saja yang signifikan terhadap persentase balita gizi buruk di NTT setelah diketahui minimal ada satu parameter yang signifikan terhadap persentase balita gizi buruk di NTT secara serentak. Taraf signifikansi yang digunakan adalah  $\alpha = 0,05$ . Tabel 4.8 merupakan hasil pengujian secara parsial yang mengacu pada Lampiran 11.

**Tabel 4.8** Estimasi Parameter Hasil Uji Parsial

Parameter	Estimasi Parameter	$t_{hitung}$	P-value	Keputusan
$\beta_{1,1}$	3,38	5,49	0,00275	Signifikan
$\beta_{1,2}$	-18,24	-11,46	0,00009	Signifikan
$\beta_{1,3}$	18,72	14,50	0,00003	Signifikan
$\beta_{1,4}$	-4,11	-13,11	0,00005	Signifikan
$\beta_{2,1}$	-2,37	-10,02	0,00017	Signifikan
$\beta_{2,2}$	4,91	9,90	0,00018	Signifikan
$\beta_{2,3}$	-2,79	-8,36	0,00040	Signifikan
$\beta_{2,4}$	0,54	10,28	0,00015	Signifikan
$\beta_{3,1}$	26,70	15,47	0,00002	Signifikan
$\beta_{3,2}$	-34,35	-15,59	0,00002	Signifikan
$\beta_{3,3}$	5,09	2,12	0,08804	Tidak signifikan
$\beta_{3,4}$	3,65	3,94	0,01100	Signifikan
$\beta_{4,1}$	11,72	3,26	0,02245	Signifikan
$\beta_{4,2}$	-11,83	-1,59	0,17303	Tidak signifikan
$\beta_{4,3}$	-3,52	-0,84	0,43828	Tidak signifikan
$\beta_{4,4}$	4,36	8,07	0,00047	Signifikan

Tabel 4.8 menunjukkan hasil pengujian secara parsial. Dapat dilihat bahwa terdapat beberapa parameter yang tidak signifikan. Ketika ada satu parameter saja yang signifikan, maka variabel tersebut berpengaruh terhadap responnya. Sehingga, ketika digunakan tiga titik knot untuk setiap variabel prediktor, maka setiap variabel akan memiliki empat parameter. Dapat dilihat pada Tabel 4.8 bahwa kesimpulan yang diperoleh adalah variabel persentase balita BBLR, persentase penduduk miskin, rasio tenaga kesehatan, dan persentase balita yang mendapat imunisasi dasar lengkap berpengaruh terhadap persentase balita gizi buruk di NTT. Dari hasil analisis tersebut maka didapatkan model regresi nonparametrik Spline sebagai berikut.

$$\begin{aligned} \hat{y}_i = & -8,06 + 3,38x_{1,i} - 18,24(x_{1,i} - 0,71)_+ + 18,72(x_{1,i} - 1,42)_+ - \\ & 4,11(x_{1,i} - 3,56)_+ - 2,37x_{2,i} + 4,91(x_{2,i} - 12,14)_+ - \\ & 2,79(x_{2,i} - 14,31)_+ + 0,54(x_{2,i} - 20,82)_+ + 26,70x_{3,i} - \\ & 34,35(x_{3,i} - 0,19)_+ + 5,09(x_{3,i} - 0,39)_+ + 3,65(x_{3,i} - 0,97)_+ + \\ & 11,72x_{4,i} - 11,83(x_{4,i} - 2,89)_+ - 3,52(x_{4,i} - 3,31)_+ + \\ & 4,36(x_{4,i} - 4,55)_+ \end{aligned}$$

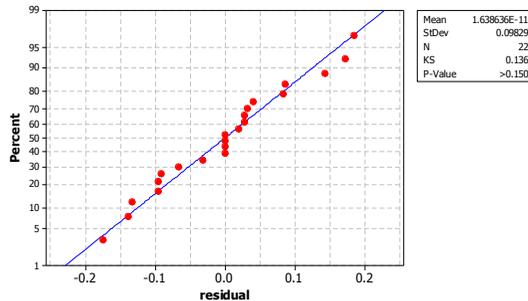
Salah satu kriteria model terbaik ditunjukkan oleh nilai koefisien determinasi ( $R^2$ ) yang dapat menunjukkan seberapa besar kebaikan model regresi dalam menjelaskan variabilitas persentase balita gizi buruk di NTT. Diperoleh nilai  $R^2$  sebesar 99,55%. Artinya, model regresi nonparametrik Spline yang diperoleh mampu menjelaskan variabilitas data persentase balita gizi buruk di NTT sebesar 99,55%. Nilai tersebut sudah mendekati 100%, sehingga model sudah baik.

#### 4.2.4 Pengujian Asumsi Residual

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

#### 4.2.4.1 Asumsi Residual Berdistribusi Normal

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



Gambar 4.10 Uji Asumsi Residual Berdistribusi Normal

Gambar 4.10 menunjukkan hasil pengujian asumsi residual berdistribusi normal. Dapat dilihat bahwa diperoleh nilai  $KS = 0,136$  dan  $P_{value} > 0,150$ , sedangkan nilai  $D_{0,95(22)} = 0,281$ . Sehingga diperoleh keputusan gagal tolak  $H_0$  karena  $KS < D_{0,95(22)}$  dan  $P_{value} > \alpha$ , serta dapat disimpulkan bahwa asumsi residual berdistribusi normal terpenuhi.

#### 4.2.4.2 Asumsi Residual Identik

Dapat dilakukan suatu pengujian untuk mengetahui apakah residual data memenuhi asumsi identik (tidak terjadi heteroskedastisitas) atau tidak. Pengujian ini dilakukan dengan uji *Glejser* yang mengacu pada Lampiran 12 dan disajikan hasil pada Tabel 4.9. Taraf signifikansi yang digunakan adalah  $\alpha = 0,05$ .

Tabel 4.9 ANOVA Uji *Glejser*

Sumber Variasi	Derajat Bebas (db)	Jumlah Kuadrat (JK)	Kuadrat Tengah (KT)	$F_{Hitung}$	$P_{value}$
Regresi	16	0,07165	0,00448		
Error	5	0,00825	0,00165	2,713	0,137
Total	21	0,07990			

Tabel 4.9 menunjukkan hasil pengujian asumsi residual identik. Dapat dilihat bahwa diperoleh nilai  $F_{hitung} = 2,713$  dan  $P_{value} = 0,137$ , sedangkan nilai  $F_{0,05;(16,5)} = 4,608$ . Sehingga diperoleh keputusan gagal tolak  $H_0$  karena  $F_{hitung} < F_{0,05;(16,5)}$  dan  $P_{value} > \alpha$ , serta dapat disimpulkan bahwa asumsi residual identik terpenuhi atau tidak terjadi heteroskedastisitas.

#### 4.2.4.3 Asumsi Residual Independen

Setelah asumsi residual berdistribusi normal dan idenik telah terpenuhi, selanjutnya dapat dilakukan suatu pengujian untuk mengetahui apakah residual data memenuhi asumsi independen (tidak terjadi autokorelasi) atau tidak. Pengujian ini dilakukan dengan uji *Durbin Watson* yang dapat dilihat pada perhitungan berikut. Taraf signifikansi yang digunakan adalah  $\alpha = 0,05$ .

**Tabel 4.10** Perhitungan *Durbin Watson*

Kategori	Nilai
d	2,053749
$d_U$	1,80
$4-d_U$	2,20

Tabel 4.10 menunjukkan nilai *Durbin Watson* yaitu  $d = 2,053749$  dengan nilai  $d_U = 1,80$  dan  $(4 - d_U) = 2,20$ . Sehingga dapat diperoleh keputusan gagal tolak  $H_0$  karena nilai  $d_U < d < (4 - d_U)$  dan dapat disimpulkan bahwa asumsi residual independen terpenuhi atau tidak terjadi autokorelasi.

#### 4.2.5 Interpretasi Model Regresi Nonparametrik Spline

Setelah semua asumsi residual telah terpenuhi, maka dapat dilakukan interpretasi dari model regresi nonparametrik Spline terbaik. Berikut merupakan model regresi nonparametrik Spline dari persentase balita gizi buruk di Nusa Tenggara Timur.

$$\begin{aligned} \hat{y}_i = & -8,06 + 3,38x_{1,i} - 18,24(x_{1,i} - 0,71)_+ + 18,72(x_{1,i} - 1,42)_+ - \\ & 4,11(x_{1,i} - 3,56)_+ - 2,37x_{2,i} + 4,91(x_{2,i} - 12,14)_+ - \\ & 2,79(x_{2,i} - 14,31)_+ + 0,54(x_{2,i} - 20,82)_+ + 26,70x_{3,i} - \\ & 34,35(x_{3,i} - 0,19)_+ + 5,09(x_{3,i} - 0,39)_+ + 3,65(x_{3,i} - 0,97)_+ + \\ & 11,72x_{4,i} - 11,83(x_{4,i} - 2,89)_+ - 3,52(x_{4,i} - 3,31)_+ + \\ & 4,36(x_{4,i} - 4,55)_+ \end{aligned}$$

Interpretasi dari model tersebut dapat dijelaskan sebagai berikut.

1. Ketika  $x_2$ ,  $x_3$ , dan  $x_4$  dianggap konstan, maka pengaruh persentase balita BBLR ( $x_1$ ) terhadap persentase balita gizi buruk di NTT adalah

$$\begin{aligned} \hat{y}_i = & -8,06 + 3,38x_{1,i} - 18,24(x_{1,i} - 0,71)_+ + 18,72(x_{1,i} - 1,42)_+ - \\ & 4,11(x_{1,i} - 3,56)_+ \\ = & \begin{cases} -8,06 + 3,38x_{1,i} & , x_{1,i} < 0,71 \\ 4,89 - 14,86x_{1,i} & , 0,71 \leq x_{1,i} < 1,42 \\ -21,69 + 3,86x_{1,i} & , 1,42 \leq x_{1,i} < 3,56 \\ -7,06 - 0,25x_{1,i} & , x_{1,i} \geq 3,56 \end{cases} \end{aligned}$$

Berdasarkan model tersebut dapat dijelaskan bahwa ketika wilayah di NTT dengan persentase balita BBLR kurang dari 0,71 persen meningkat sebesar satu persen, maka persentase balita gizi buruk di NTT akan bertambah 3,38 persen. Wilayah yang berada pada interval ini adalah Kabupaten Sumba Barat, Alor, Rote Ndao, Sumba Barat Daya, Nagekeo, dan Sabu Raijua. Ketika wilayah di NTT dengan persentase balita BBLR berada pada interval antara 0,71 persen dan 1,42 persen meningkat sebesar satu persen, maka persentase balita gizi buruk di NTT akan berkurang 14,86 persen. Wilayah yang berada pada interval ini adalah Kabupaten Manggarai Timur. Ketika wilayah di NTT dengan persentase balita BBLR berada pada interval antara 1,42 persen dan 3,56 persen meningkat

sebesar satu persen, maka persentase balita gizi buruk di NTT akan bertambah 3,86 persen. Wilayah yang berada pada interval ini adalah Kabupaten Sumba Timur, Kupang, Manggarai, Manggarai Barat, dan Sumba Tengah. Ketika kabupaten/kota di NTT dengan persentase balita BBLR lebih dari 3,56 persen meningkat sebesar satu persen, maka persentase balita gizi buruk di NTT akan berkurang 0,25 persen. Wilayah yang berada pada interval ini adalah Kabupaten TTS, TTU, Belu, Lembata, Flores Timur, Sikka, Ende, Ngada, Malaka, dan Kota Kupang.

2. Ketika  $x_1$ ,  $x_3$ , dan  $x_4$  dianggap konstan, maka pengaruh persentase penduduk miskin ( $x_2$ ) terhadap persentase balita gizi buruk di NTT adalah

$$\hat{y}_i = -8,06 - 2,37x_{2,i} + 4,91(x_{2,i} - 12,14)_+ - 2,79(x_{2,i} - 14,31)_+ + 0,54(x_{2,i} - 20,82)_+$$

$$= \begin{cases} -8,06 - 2,37x_{2,i} & , x_{2,i} < 12,14 \\ -67,67 + 2,54x_{2,i} & , 12,14 \leq x_{2,i} < 14,31 \\ -27,74 - 0,25x_{2,i} & , 14,31 \leq x_{2,i} < 20,82 \\ -38,99 + 0,29x_{2,i} & , x_{2,i} \geq 20,82 \end{cases}$$

Berdasarkan model tersebut dapat dijelaskan bahwa ketika wilayah di NTT dengan persentase penduduk miskin kurang dari 12,14 persen meningkat sebesar satu persen, maka persentase balita gizi buruk di NTT akan berkurang 2,37 persen. Wilayah yang berada pada interval ini adalah Kabupaten Flores Timur dan Kota Kupang. Ketika wilayah di NTT dengan persentase penduduk miskin berada pada interval antara 12,14 persen dan 14,31 persen meningkat sebesar satu persen, maka persentase balita gizi buruk di NTT akan bertambah 2,54 persen. Wilayah yang berada pada interval ini adalah Kabupaten Ngada dan Nagekeo. Ketika kabupaten/kota di NTT dengan persentase penduduk miskin berada pada interval antara 14,31 persen dan 20,82 persen meningkat sebesar satu persen, maka persentase balita gizi buruk di NTT

akan berkurang 0,25 persen. Wilayah yang berada pada interval ini adalah Kabupaten Belu, Sikka, Manggarai Barat, dan Malaka. Ketika kabupaten/kota di NTT dengan persentase penduduk miskin lebih dari 20,82 persen meningkat sebesar satu persen, maka persentase balita gizi buruk di NTT akan bertambah 0,29 persen. Wilayah yang berada pada interval ini adalah Kabupaten Sumba Barat, Sumba Timur, Kupang, TTS, TTU, Alor, Lembata, Ende, Manggarai, Rote Ndao, Sumba Tengah, Sumba Barat Daya, Manggarai Timur, dan Sabu Raijua.

3. Ketika  $x_1$ ,  $x_2$ , dan  $x_4$  dianggap konstan, maka pengaruh rasio tenaga kesehatan ( $x_3$ ) terhadap persentase balita gizi buruk di NTT adalah

$$\hat{y}_i = -8,06 + 26,70x_{3,i} - 34,35(x_{3,i} - 0,19)_+ + 5,09(x_{3,i} - 0,39)_+ + 3,65(x_{3,i} - 0,97)_+$$

$$= \begin{cases} -8,06 + 26,70x_{3,i} & , x_{3,i} < 0,19 \\ -1,53 - 7,65x_{3,i} & , 0,19 \leq x_{3,i} < 0,39 \\ -3,52 - 2,56x_{3,i} & , 0,39 \leq x_{3,i} < 0,97 \\ -5,07 - 4x_{3,i} & , x_{3,i} \geq 0,97 \end{cases}$$

Berdasarkan model tersebut dapat dijelaskan bahwa ketika wilayah di NTT dengan rasio tenaga kesehatan kurang dari 0,19 meningkat sebesar satu satuan, maka persentase balita gizi buruk di NTT akan bertambah 26,70 persen. Wilayah yang berada pada interval ini adalah Kabupaten Sikka, Rote Ndao, Sumba Barat Daya, Nagekeo, dan Malaka. Ketika wilayah di NTT dengan rasio tenaga kesehatan berada pada interval antara 0,19 dan 0,39 meningkat sebesar satu satuan, maka persentase balita gizi buruk di NTT akan berkurang 7,65 persen. Wilayah yang berada pada interval ini adalah Kabupaten Kupang, TTS, Alor, Ende, Ngada, Manggarai Barat, Sumba Tengah, Manggarai Timur, dan Sabu Raijua. Untuk rasio tenaga kesehatan yang berada pada interval antara 0,39 dan 0,97 tidak dapat diinterpretasikan karena

mengandung parameter yang tidak signifikan berpengaruh terhadap persentase balita gizi buruk di NTT yang ditunjukkan pada Tabel 4.8. Ketika wilayah di NTT dengan rasio tenaga kesehatan lebih dari 0,97 meningkat sebesar satu satuan, maka persentase balita gizi buruk di NTT akan bertambah 1,09 persen. Wilayah yang berada pada interval ini adalah Kota Kupang.

4. Ketika  $x_1$ ,  $x_2$ , dan  $x_3$  dianggap konstan, maka pengaruh persentase balita yang mendapat imunisasi dasar lengkap ( $x_4$ ) terhadap persentase balita gizi buruk di NTT adalah

$$\hat{y}_i = -8,06 + 11,72x_{4,i} - 11,83(x_{4,i} - 2,89)_+ - 3,52(x_{4,i} - 3,31)_+ + 4,36(x_{4,i} - 4,55)_+$$

$$= \begin{cases} -8,06 + 11,72x_{4,i} & , x_{4,i} < 2,89 \\ 26,13 - 0,11x_{4,i} & , 2,89 \leq x_{4,i} < 3,31 \\ 37,78 - 3,63x_{4,i} & , 3,31 \leq x_{4,i} < 4,55 \\ -27,898 + 16,08x_{4,i} & , x_{4,i} \geq 4,55 \end{cases}$$

Berdasarkan model tersebut dapat dijelaskan bahwa ketika wilayah di NTT dengan persentase balita yang mendapat imunisasi dasar lengkap kurang dari 2,89 persen meningkat sebesar satu persen, maka persentase balita gizi buruk di NTT akan bertambah 11,72 persen. Wilayah yang berada pada interval ini adalah Kabupaten Sumba Barat Daya. Untuk persentase balita yang mendapat imunisasi dasar lengkap yang berada pada interval antara 2,89 persen dan 3,31 persen tidak dapat diinterpretasikan karena mengandung parameter yang tidak signifikan terhadap persentase balita gizi buruk di NTT, begitu juga untuk persentase balita yang mendapat imunisasi dasar lengkap yang berada pada interval antara 3,31 persen dan 4,55 persen yang mengandung parameter yang tidak signifikan terhadap persentase balita gizi buruk di NTT. Hal ini dapat dilihat pada Tabel 4.8. Selanjutnya, ketika wilayah di NTT dengan persentase balita yang mendapat imunisasi dasar lengkap lebih dari 4,55 persen meningkat sebesar satu persen,



kabupaten yang masuk dalam kategori tersebut yaitu Kabupaten Sabu Raijua, Alor, dan Timur Tengah Selatan. Ketiga kabupaten tersebut termasuk dalam 18 kabupaten dengan kategori daerah tertinggal, mengingat tingginya persentase penduduk miskin di ketiga kabupaten tersebut dan masih sedikit tenaga kesehatan ahli di ketiga kabupaten tersebut. Selain itu, untuk Kabupaten Sabu Raijua letaknya sangat jauh terpisah dengan kabupaten dan kota lainnya, sehingga sangat sulit segala akses, dan penyebaran tenaga kesehatan ahli di kabupaten tersebut. Jarangnya penyuluhan dan sosialisasi serta kemiskinan yang tinggi juga dapat menyebabkan terjadinya persentase balita gizi buruk yang sangat tinggi.

Kategori lain ditunjukkan dengan warna hijau yang menunjukkan kasus persentase balita gizi buruk yang sedang. Terdapat delapan kabupaten dan satu kota yang termasuk dalam kategori tersebut, diantaranya adalah Kabupaten Sumba Barat Daya, Sumba Timur, Malaka, Kupang, Sikka, Rote Ndao, Flores Timur, Sumba Barat, dan Kota Kupang. Kesembilan kabupaten/kota tersebut memiliki persentase balita BBLR yang cukup tinggi dengan mayoritas daerahnya memiliki persentase penduduk miskin yang tinggi pula. Jika dilihat dari letak wilayahnya, mayoritas letaknya cukup terpisah satu sama lain namun masih berbatasan darat dengan kabupaten/kota lainnya, saehingga masih terdapat akses tenaga kesehatan ahli dengan sosialisasi dan penyuluhan yang dapat membantu pemahaman masyarakatnya mengenai kesehatan ibu dan anak.

Kategori lainnya ditunjukkan dengan warna merah muda yang menunjukkan kasus persentase balita gizi buruk yang rendah. Terdapat sepuluh kabupaten yang termasuk dalam kategori tersebut, diantaranya adalah Kabupaten Sumba Tengah, Ende, Manggarai Timur, Belu, Timur Tengah Utara, Manggarai Barat, Lembata, Manggarai, Nagekeo, dan Ngada. Dari kesepuluh kabupaten tersebut mayoritas tergolong daerah tertinggal, namun kabupaten tersebut memiliki persentase balita mendapat imunisasi dasar lengkap cukup tinggi, serta jika dilihat dari letaknya

mayoritas kabupaten tersebut saling bergerombol di sebelah barat. Dengan banyaknya balita yang mendapat imunisasi dasar lengkap dapat menunjukkan sudah baiknya pemahaman masyarakat di kesepuluh kabupaten tersebut akan pentingnya kesehatan ibu dan anak.

*(Halaman ini sengaja dikosongkan)*

## **BAB V**

### **KESIMPULAN DAN SARAN**

#### **5.1 Kesimpulan**

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

1. Masalah balita gizi buruk merupakan salah satu masalah kesehatan di Indonesia mengingat pada tahun 2016 diperoleh persentase balita gizi buruk sebesar 3,4%, dimana provinsi dengan masalah persentase balita gizi buruk tertinggi adalah di Provinsi Nusa Tenggara Timur yaitu sekitar 6%. Hal ini ditunjukkan dengan 22 kabupaten kota di NTT yang mayoritas merupakan daerah pedalaman, dimana kondisi ekonomi masyarakatnya cukup rendah yang ditunjukkan dengan persentase penduduk miskin di masing-masing kabupaten kota di NTT masih cukup tinggi, dan masih banyak masyarakat yang belum menyadari akan pentingnya imunisasi dasar lengkap untuk balita. Selain itu, masih terdapat beberapa kabupaten yang tidak memiliki tenaga kesehatan yang ahli sehingga kurangnya sosialisasi dan penyuluhan mengenai tumbuh kembang balita yang baik masih kurang. Kabupaten dengan masalah gizi buruk pada balita tertinggi adalah di Kabupaten Sabu Raijua yaitu sebesar 6,19% yang disebabkan persentase penduduk miskin di wilayah ini sangat tinggi (tertinggi kedua setelah Kabupaten Sumba Tengah), sedangkan kabupaten dengan persentase balita gizi buruk terendah terjadi di Kabupaten Nagekeo yaitu sebesar 0,17% yang disebabkan persentase balita BBLR di wilayah ini sangat kecil, serta cukup banyak balita yang mendapat imunisasi dasar lengkap.
2. Diperoleh model regresi nonparametrik Spline terbaik untuk kasus persentase balita gizi buruk di Nusa Tenggara Timur pada tahun 2016 menggunakan tiga titik knot pada keempat variabel prediktor yang digunakan. Hal ini ditunjukkan dengan diperolehnya nilai kebaikan model atau  $R^2$  yang sangat tinggi yaitu sebesar 99,55% dengan keempat variabel

prediktor yang berpengaruh adalah persentase balita dengan berat bayi lahir rendah (BBLR), persentase penduduk miskin, rasio tenaga kesehatan, dan persentase balita yang mendapat imunisasi dasar lengkap.

## **5.2 Saran**

Setelah diperoleh kesimpulan dari penelitian ini, maka dapat disebutkan beberapa saran yang dapat direkomendasikan, diantaranya :

1. Saran yang dapat direkomendasikan untuk pemerintah adalah agar lebih fokus pada daerah-daerah terpencil dalam hal pemerataan tenaga kesehatan dan diadakannya penyuluhan dan sosialisasi mengenai pentingnya imunisasi pada balita, serta pentingnya kesehatan ibu dan anak, karena masih banyak masyarakat yang belum menyadari akan pentingnya hal-hal penting bagi pertumbuhan balita.
2. Bagi penelitian selanjutnya agar dapat dicoba untuk menggunakan variabel-variabel lainnya, misal balita yang mendapat ASI eksklusif dan pemberian vitamin, pendidikan ibu, sumber air minum. Agar dapat diketahui apakah hasil yang diperoleh bisa lebih baik mengingat ASI eksklusif dan vitamin juga sangat penting bagi kesehatan balita serta pendidikan ibu dan sumber air minum yang digunakan juga memiliki dampak bagi tumbuh kembang anak.

## DAFTAR PUSTAKA

- Aome, Z. (2012). Retrieved Februari 24, 2018, from <http://www.sapa.or.id/lp/121-ntt/1956-kemiskinan-penyebab-tingginya-gizi-buruk>
- Aryantari, I. (2017). *Pemodelan Indeks Pembangunan Gender (IPG) di Jawa Timur Menggunakan Regresi Nonparametrik Spline*. Surabaya: Institut Teknologi Sepuluh Nopember.
- Asyari, Y. (2017). Retrieved Februari 3, 2018, from <https://www.jawapos.com/read/2017/06/19/138989/penting-lima-imunisasi-dasar-lengkap-yang-harus-diperoleh-buah-hati>
- Budiantara, I.N. (2009). *Spline dalam Regresi Nonparametrik dan Semiparametrik: Sebuah Pemodelan Statistika Masa Kini dan Masa Mendatang*. Surabaya: ITS Press.
- Dwilstyowati, L. (2012). Retrieved Februari 24, 2018, from <http://alwaysnutritionist.blogspot.co.id/2012/02/faktor-penyebab-gizi-buruk-pada-balita.html>
- Eubank, R. (1998). *Spline Smoothing and Nonparametric Regression*. New York: Cambridge University Press.
- Fajar, K. A. (2017). Retrieved Februari 3, 2018, from [hellosehat: https://hellosehat.com/kehamilan/perkembangan-janin/6-penyebab-bayi-lahir-dengan-berat-rendah/](https://hellosehat.com/kehamilan/perkembangan-janin/6-penyebab-bayi-lahir-dengan-berat-rendah/)
- Gujarati, D. N., & Porter, D. C. (2004). *Basic Econometrics* (4 ed.). New York: Mc. Graw-Hill.
- Karnadi, A. (2014). Retrieved Februari 3, 2018, from [Dunia Sehat: https://duniasehat.net/2014/10/31/bayi-prematur-dan-berat-badan-lahir-rendah/](https://duniasehat.net/2014/10/31/bayi-prematur-dan-berat-badan-lahir-rendah/)
- Kementerian Kesehatan Republik Indonesia. (2011). *Standar Antropometri Penilaian Status Gizi Anak*. Jakarta: Kementerian Kesehatan Republik Indonesia.
- Kementerian Kesehatan Republik Indonesia. (2017). *Profil Kesehatan Indonesia Tahun 2016*. Jakarta: Kementerian Kesehatan Republik Indonesia.

- Masbidin. (2017). Retrieved Februari 3, 2018, from <https://masbidin.net/imunisasi-dasar-lengkap/>
- Muhlisin, A. (2018). Retrieved Februari 3, 2018, from Mediskus: <https://mediskus.com/gizi-buruk>
- Nirmala, R. (2017). Retrieved Februari 3, 2018, from Beritagar: <https://beritagar.id/artikel/berita/anak-anak-indonesia-masih-dibayangi-gizi-buruk>
- Purnama, C. B. (2017). *Pemodelan Contraceptive Prevalence Rate di Jawa Timur Menggunakan Pendekatan Regresi Nonparametrik Spline*. Surabaya: Institut Teknologi Sepuluh Nopember.
- Rifada, M., Chamidah, N., & Saifudin, T. (2013). *pemodelan Kejadian Gizi Buruk Pada Balita di Surabaya Berdasarkan Pendekatan Regresi Spasial Semiparametrik*. Surabaya: Fakultas Sains dan Teknologi Universitas Airlangga.
- Soekirman. (2000). *Ilmu Gizi dan Aplikasinya untuk Keluarga dan Masyarakat*. Direktorat Jendral Pendidikan Tinggi Departemen Pendidikan Nasional. Jakarta.
- Sugiharti, Y. (2010). Retrieved Februari 3, 2018, from <https://www.ibudanbalita.com/forum/diskusi/BALITA-THE-GOLDEN-AGE>
- Tette, E. M., Sifah, E. K., & Nartey, E. T. (2015). Factors Affecting Malnutrition in Children and The Uptake of Interventions to Prevent The Condition. *BMC Pediatr*, 15, 189.
- Walpole, R. (1995). *Pengantar Statistika*. Jakarta: PT. Gramedia Pustaka Utama.

## LAMPIRAN

### Lampiran 1 Data Persentase Balita Gizi Buruk dan Faktor-Faktor yang Mempengaruhinya

No	Kab/Kota	y	$x_1$	$x_2$	$x_3$	$x_4$
1	Sumba Barat	1,87	0,00	29,34	0,70	4,77
2	Sumba Timur	3,15	3,25	31,43	0,67	6,76
3	Kupang	2,54	3,13	23,43	0,23	3,95
4	TTS	3,49	4,33	29,89	0,38	5,80
5	TTU	1,20	7,67	24,07	0,77	7,46
6	Belu	1,33	6,57	15,82	0,94	7,38
7	Alor	4,46	0,38	22,35	0,20	6,28
8	Lembata	0,75	6,98	26,26	0,87	5,85
9	Flores Timur	2,00	5,77	10,31	0,50	7,55
10	Sikka	2,70	6,77	14,33	0,16	6,00
11	Ende	1,41	8,71	23,89	0,30	5,73
12	Ngada	0,26	4,04	12,69	0,36	3,88
13	Manggarai	0,69	3,44	22,50	0,40	5,14
14	Rote Ndao	2,08	0,00	29,60	0,00	3,71
15	Manggarai Barat	0,87	3,09	19,35	0,30	6,24
16	Sumba Tengah	1,42	2,52	36,55	0,32	4,90
17	Sumba Barat Daya	3,34	0,02	30,63	0,16	2,48
18	Nagekeo	0,17	0,00	13,61	0,09	6,68
19	Manggarai Timur	1,45	1,01	27,71	0,29	5,27
20	Sabu Raijua	6,19	0,00	32,44	0,22	4,21
21	Malaka	2,88	4,68	16,66	0,04	3,21
22	Kota Kupang	3,33	3,71	9,97	2,37	7,14

Keterangan :

y : persentase balita gizi buruk di Nusa Tenggara Timur

$x_1$  : persentase balita berat bayi lahir rendah (BBLR)

$x_2$  : persentase penduduk miskin

$x_3$  : rasio tenaga kesehatan

$x_4$  : persentase balita yang mendapat imunisasi dasar lengkap

## Lampiran 2 Program Pemilihan Titik Knot Optimal dengan Satu Titik Knot

```

gcv1=function(para)
{
data=read.table("E://4variabeltanpaASI.txt",header=FALSE)
data=as.matrix(data)
p=length(data[,1])
q=length(data[1,])
m=ncol(data)-para-1
dataA=data[(para+2):q]
F=matrix(0,nrow=p,ncol=p)
diag(F)=1
nk= length(seq(min(data[,2]),max(data[,2]),length.out=50))
knot1=matrix(ncol=m,nrow=nk)
for (i in (1:m))
{
for (j in (1:nk))
{
a=seq(min(dataA[,i]),max(dataA[,i]),length.out=50)
knot1[j,i]=a[j]
}
}
a1=length(knot1[,1])
knot1=knot1[2:(a1-1),]
aa=rep(1,p)
data1=matrix(ncol=m,nrow=p)
data2=data[,2:q]
a2=nrow(knot1)
GCV=rep(NA,a2)
Rsq=rep(NA,a2)
for (i in 1:a2)
{
for (j in 1:m)
{
for (k in 1:p)
{
if(data[k,(j+para+1)]<knot1[i,j])data1[k,j]=0
else data1[k,j]=data[k,(j+para+1)]-knot1[i,j]
}
}
}
}

```

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

```

}
mx=cbind(aa,data2,data1)
mx=as.matrix(mx)
C=pinv(t(mx)%*%mx)
B=C%*%(t(mx)%*%data[,1])
yhat=mx%*%B
SSE=0
SSR=0
for (r in (1:p))
{
sum=(data[r,1]-yhat[r,])^2
sum1=(yhat[r,]-mean(data[,1]))^2
SSE=SSE+sum
SSR=SSR+sum1
}
Rsq[i]=(SSR/(SSE+SSR))*100
MSE=SSE/p
A=mx%*%C%*%t(mx)
A1=(F-A)
A2=(sum(diag(A1))/p)^2
GCV[i]=MSE/A2
}
GCV=as.matrix(GCV)
Rsq=as.matrix(Rsq)
cat("=====", "\n")
cat("Nilai Knot dengan Spline linear 1 knot", "\n")
cat("=====", "\n")
print (knot1)
cat("=====", "\n")
cat("Rsq dengan Spline linear 1 knot", "\n")
cat("=====", "\n")
print (Rsq)
cat("=====", "\n")
cat("HASIL GCV dengan Spline linear 1 knot", "\n")
cat("=====", "\n")
print (GCV)
s1=min(GCV)

```

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

```

print(max(Rsq))
cat("=====", "\n")
cat("HASIL GCV terkecil dengan Spline linear 1 knot", "\n")
cat("=====", "\n")
cat(" GCV =", s1, "\n")
write.csv(GCV, file="E:/output GCV14 tanpaASI.csv")
write.csv(Rsq, file="E:/output Rsq14 tanpaASI.csv")
write.csv(knot1, file="E:/output knot14 tanpaASI.csv")
}

```

## Lampiran 3 Program Pemilihan Titik Knot Optimal dengan Dua Titik Knot

```

gcv2=function(para)
{
data=read.table("E://4variabeltanpaASI.txt", header=FALSE)
data=as.matrix(data)
p=length(data[,1])
q=length(data[1,])
m=ncol(data)-para-1
F=matrix(0, nrow=p, ncol=p)
dataA=data[, (para+2):q]
diag(F)=1
nk= length(seq(min(data[,2]), max(data[,2]), length.out=50))
knot=matrix(ncol=m, nrow=nk)
for (i in (1:m))
{
for (j in (1:nk))
{
a=seq(min(dataA[,i]), max(dataA[,i]), length.out=50)
knot[j,i]=a[j]
}
}
z=(nk*(nk-1)/2)
knot2=cbind(rep(NA, (z+1)))
for (i in (1:m))
{

```

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

```

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

```

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

```

{
sum=(data[r,1]-yhat[r,])^2
sum1=(yhat[r,]-mean(data[,1]))^2
SSE=SSE+sum
SSR=SSR+sum1
}
Rsq[i]=(SSR/(SSE+SSR))*100
MSE=SSE/p
A=mx%*%C%*%t(mx)
A1=(F-A)
A2=(sum(diag(A1))/p)^2
GCV[i]=MSE/A2
}
GCV=as.matrix(GCV)
Rsq=as.matrix(Rsq)
cat("=====", "\n")
cat("Nilai Knot dengan Spline linear 2 knot", "\n")
cat("=====", "\n")
print (knot2)
cat("=====", "\n")
cat("Rsq dengan Spline linear 2 knot", "\n")
cat("=====", "\n")
print (Rsq)
cat("=====", "\n")
cat("HASIL GCV dengan Spline linear 2 knot", "\n")
cat("=====", "\n")
print (GCV)
s1=min(GCV)
cat("=====", "\n")
cat("HASIL GCV terkecil dengan Spline linear 2 knot", "\n")
cat("=====", "\n")
cat(" GCV =",s1, "\n")
write.csv(GCV,file="E:/output GCV24 tanpaASI.csv")
write.csv(Rsq,file="E:/output Rsq24 tanpaASI.csv")
write.csv(knot2,file="E:/output knot24 tanpaASI.csv")
}

```

#### Lampiran 4 Program Pemilihan Titik Knot Optimal dengan Tiga Titik Knot

```

gcv3=function(para)
{
data=read.table("E://4variabeltanpaASI.txt",header=FALSE)
data=as.matrix(data)
p=length(data[,1])
q=length(data[1,])
m=ncol(data)-para-1
F=matrix(0,nrow=p,ncol=p)
dataA=data[(para+2):q]
diag(F)=1
nk= length(seq(min(data[,2]),max(data[,2]),length.out=50))
knot=matrix(ncol=m,nrow=nk)
for (i in (1:m))
{
for (j in (1:nk))
{
a=seq(min(dataA[,i]),max(dataA[,i]),length.out=50)
knot[j,i]=a[j]
}
}
knot=knot[2:(nk-1),]
a2=nrow(knot)
z=(a2*(a2-1)*(a2-2)/6)
knot1=cbind(rep(NA,(z+1)))
for (i in (1:m))
{
knot2=rbind(rep(NA,3))
for (j in 1:(a2-2))
{
for (k in (j+1):(a2-1))
{
for (g in (k+1):a2)
{
xx=cbind(knot[j,i],knot[k,i],knot[g,i])
knot2=rbind(knot2,xx)
}
}
}
}
}
}

```

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

```

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

```

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

```

A=mx%*%C%*%t(mx)
A1=(F-A)
A2=(sum(diag(A1))/p)^2
GCV[i]=MSE/A2
}
GCV=as.matrix(GCV)
Rsqr=as.matrix(Rsq)
cat("=====", "\n")
cat("Nilai Knot dengan Spline linear 3 knot", "\n")
cat("=====", "\n")
print (knot1)
cat("=====", "\n")
cat("Rsqr dengan Spline linear 3 knot", "\n")
cat("=====", "\n")
print (Rsqr)
r=max(Rsqr)
print (r)
cat("=====", "\n")
cat("HASIL GCV dengan Spline linear 3 knot", "\n")
cat("=====", "\n")
print (GCV)
s1=min(GCV)
cat("=====", "\n")
cat("HASIL GCV terkecil dengan Spline linear 3 knot", "\n")
cat("=====", "\n")
cat(" GCV =", s1, "\n")
write.csv(GCV, file="E:/output GCV34 tanpaASI.csv")
write.csv(Rsqr, file="E:/output Rsqr34 tanpaASI.csv")
write.csv(knot1, file="E:/output knot34 tanpaASI.csv")
}

```

#### Lampiran 5 Program Pemilihan Titik Knot Optimal dengan Kombinasi Titik Knot

```

gcvkom=function(para)
{
data=read.table("E://4variabeltanpaASI.txt", header=FALSE)
data=as.matrix(data)

```

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

```

p1=length(data[,1])
q1=length(data[1,])
v=para+2
F=matrix(0,nrow=p1,ncol=p1)
diag(F)=1
x1=read.table("E:/X14variabeltanpaASI.txt")
x2=read.table("E:/x24variabeltanpaASI.txt")
x3=read.table("E:/x34variabeltanpaASI.txt")
x4=read.table("E:/x44variabeltanpaASI.txt")
n2=nrow(x1)
a=matrix(nrow=4,ncol=3^4)
m=0
for (ii in 1:3)
for (j in 1:3)
for (k in 1:3)
for (l in 1:3)
{
m=m+1
a[,m]=c(ii,j,k,l)
}
a=t(a)
GCV=matrix(nrow=nrow(x1),ncol=3^4)
R=matrix(nrow=nrow(x1),ncol=3^4)
for (i in 1:3^4)
{
for (h in 1:nrow(x1))
{
if (a[i,1]==1)
{
gab=as.matrix(x1[,1])
gen=as.matrix(data[,v])
aa=matrix(nrow=nrow(x1)*nrow(data),ncol=1)
for (j in 1:1)
for (w in 1:nrow(data))
{
if (gen[w,j]<gab[h,j]) aa[w,j]=0 else aa[w,j]=gen[w,j]-gab[h,j]
}
}
}
}

```

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

```

}
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)

```

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

```

{
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)]))

```

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

```

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))

```

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

```

{
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]
}
}

ma=as.matrix(cbind(aa,bb,cc,dd))
mx=cbind(rep(1,nrow(data)),data[,2:q1],na.omit(ma))
mx=as.matrix(mx)
C=pinv(t(mx)%*%mx)
B=C%*%(t(mx)%*%data[,1])
yhat=mx%*%B
SSE=0
SSR=0
for (r in 1:nrow(data))
{
sum=(data[r,1]-yhat[r,])^2
sum1=(yhat[r,]-mean(data[,1]))^2
SSE=SSE+sum
SSR=SSR+sum1
}
Rsq=(SSR/(SSE+SSR))*100
R[i]=Rsq
MSE=SSE/p1
A=mx%*%C%*%t(mx)
A1=(F-A)
A2=(sum(diag(A1))/p1)^2

```

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

```

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]
kkk=cbind(sp,spl,splin,spline)
cat("=====
=", "\n")
print(i)
print(kkk)
print(Rsq)
}
write.csv(GCV,file="E:/output GCV kombinasi4 tanpaASI.csv")
}

```

### Lampiran 6 Program Estimasi Parameter Untuk Tiga Titik Knot

```

uji=function(alpha,para)
{
data=read.table("E://4variabeltanpaASI.txt")
knot=read.table("E://knot4tanpaASI.txt")
data=as.matrix(data)
knot=as.matrix(knot)
ybar=mean(data[,1])
m=para+2
p=nrow(data)
q=ncol(data)

```

### Lampiran 6 (Lanjutan) Program Estimasi Parameter Untuk Tiga Titik Knot

```

dataA=cbind(data[,m],data[,m],data[,m],data[,m+1],data[,m+1],data[,
m+1],data[,m+2],data[,m+2],data[,m+2],data[,m+3],data[,m+3],data[,
m+3])
dataA=as.matrix(dataA)
satu=rep(1,p)
n1=ncol(knot)
data.knot=matrix(ncol=n1,nrow=p)
for(i in 1:n1)
{
for(j in 1:p)
{
if (dataA[j,i]<knot[1,i]) data.knot[j,i]=0
else data.knot[j,i]=dataA[j,i]-knot[1,i]
}
}
mx=cbind(satu,data[,2],data.knot[,1:3],data[,3],data.knot[,4:6],data[,4],
data.knot[,7:9],data[,5],data.knot[,10:12])
mx=as.matrix(mx)
B=(pinv(t(mx)%*%mx))%*%t(mx)%*%data[,1]
cat("=====", "\n")
cat("Estimasi Parameter", "\n")
cat("=====", "\n")
print (B)
n1=nrow(B)
yhat=mx%*%B
res=data[,1]-yhat
SSE=sum((data[,1]-yhat)^2)
SSR=sum((yhat-ybar)^2)
SST=SSR+SSE
MSE=SSE/(p-n1)
MSR=SSR/(n1-1)
Rsq=(SSR/(SSR+SSE))*100

#uji F (uji serentak)
Fhit=MSR/MSE
pvalue=pf(Fhit,(n1-1),(p-n1),lower.tail=FALSE)
if (pvalue<=alpha)

```

### Lampiran 6 (Lanjutan) Program Estimasi Parameter Untuk Tiga Titik Knot

```

{
cat("-----", "\n")
cat("Kesimpulan hasil uji serentak", "\n")
cat("-----", "\n")
cat("Tolak Ho yakni minimal terdapat 1 prediktor yang
signifikan", "\n")
cat("", "\n")
}
else
{
cat("-----", "\n")
cat("Kesimpulan hasil uji serentak", "\n")
cat("-----", "\n")
cat("Gagal Tolak Ho yakni semua prediktor tidak berpengaruh
signifikan", "\n")
cat("", "\n")
}

#uji t (uji individu)
thit=rep(NA,n1)
pval=rep(NA,n1)
SE=sqrt(diag(MSE*(pinv(t(mx)%*%mx))))
cat("-----", "\n")
cat("Kesimpulan hasil uji individu", "\n")
cat("-----", "\n")
thit=rep(NA,n1)
pval=rep(NA,n1)
for (i in 1:n1)
{
thit[i]=B[i,1]/SE[i]
pval[i]=2*(pt(abs(thit[i]),(p-n1),lower.tail=FALSE))
if (pval[i]<=alpha) cat("Tolak Ho yakni prediktor signifikan dengan
pvalue",pval[i],"\n") else cat("Gagal tolak Ho yakni prediktor tidak
signifikan dengan pvalue",pval[i],"\n")
}
thit=as.matrix(thit)
cat("=====", "\n")

```

### Lampiran 6 (Lanjutan) Program Estimasi Parameter Untuk Tiga Titik Knot

```

cat("nilai t hitung", "\n")
cat("=====", "\n")
print (thit)
cat("-----", "\n")
cat("Analysis of Variance", "\n")
cat("=====", "\n")
      cat("Sumber    df    SS    MS    Fhit", "\n")
      cat("Regresi    ", (n1-1), " ", "SSR, " ", "MSR, """, "Fhit, "\n")
      cat("Error      ", p-n1, " ", "SSE, """, "MSE, "\n")
      cat("Total      ", p-1, " ", "SST, "\n")
cat("=====", "\n")
      cat("s=", sqrt(MSE), "      Rsq=", Rsq, "\n")
      cat("pvalue(F)=", pvalue, "\n")
write.csv(mx, file="E:/hasil mx 4tanpaASI.csv")
write.csv(res, file="E:/output uji residual 4tanpaASI.csv")
write.csv(pval, file="E:/output uji pvalue 4tanpaASI.csv")
write.csv(mx, file="E:/output uji mx 4tanpaASI.csv")
write.csv(yhat, file="E:/output uji yhat 4tanpaASI.csv")
write.csv(B, file="E:/output B 4tanpaASI.csv")
write.csv(thit, file="E:/output thit 4tanpaASI.csv")
}

```

### Lampiran 7 Program Uji *Glejser* Untuk Tiga Titik Knot

```

glejser=function(alpha, para)
{
data=read.table("E:/4variabeltanpaASI.txt")
knot=read.table("E:/knot4tanpaASI.txt")
res=read.table("E:/residual4tanpaASI.txt")
data=as.matrix(data)
knot=as.matrix(knot)
res=abs(res)
res=as.matrix(res)
rbar=mean(res)
m=para+2
p=nrow(data)
q=ncol(data)

```

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

```

dataA=cbind(data[,m],data[,m],data[,m],data[,m+1],data[,m+1],data[,
m+1],data[,m+2],data[,m+2],data[,m+2],data[,m+3],data[,m+3],data[,
m+3])
dataA=as.matrix(dataA)
satu=rep(1,p)
n1=ncol(knot)
data.knot=matrix(ncol=n1,nrow=p)
for (i in 1:n1)
{
    for(j in 1:p)
    {
        if (dataA[j,i]<knot[1,i]) data.knot[j,i]=0
        else data.knot[j,i]=dataA[j,i]-knot[1,i]
    }
}
mx=cbind(satu,data[,2],data.knot[,1:3],data[,3],data.knot[,4:6],data[,4],
data.knot[,7:9],data[,5],data.knot[,10:12])
mx=as.matrix(mx)
B=(pinv(t(mx)%*%mx))%*%t(mx)%*%res
n1=nrow(B)
yhat=mx%*%B
residual=res-yhat
SSE=sum((res-yhat)^2)
SSR=sum((yhat-rbar)^2)
SST=SSR+SSE
MSE=SSE/(p-n1)
MSR=SSR/(n1-1)
Rsq=(SSR/SST)*100

#uji F (uji serentak)
Fhit=MSR/MSE
pvalue=pf(Fhit,(n1-1),(p-n1),lower.tail=FALSE)
if (pvalue<=alpha)
{
cat("-----","\n")
cat("Kesimpulan hasil uji serentak","\n")
cat("-----","\n")
}

```

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

```

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

```

### Lampiran 8 Output Nilai GCV dengan Satu Titik Knot

No	GCV	$x_1$	$x_2$	$x_3$	$x_4$
1	3,950183	0,177755	10,51245	0,048367	2,583469
2	4,291783	0,35551	11,0549	0,096735	2,686939
3	4,255078	0,533265	11,59735	0,145102	2,790408
4	4,241622	0,711102	12,1398	0,193469	2,893878
5	4,297773	0,888776	12,68224	0,241837	2,997347
6	4,2313	1,066531	13,22469	0,290204	3,100816
7	4,166789	1,244286	13,76714	0,338571	3,204286
⋮	⋮	⋮	⋮	⋮	⋮
48	3,265445	8,532245	36,00755	2,321633	7,446531

**Lampiran 9** Output Nilai GCV dengan Dua Titik Knot

No	GCV	$x_1$	$x_2$	$x_3$	$x_4$
1	3,950183	0	9,97	0	2,48
		0,177755	10,51245	0,048367	2,583469
2	4,291783	0	9,97	0	2,48
		0,35551	11,0549	0,096735	2,686939
3	4,255078	0	9,97	0	2,48
		0,533265	11,59735	0,145102	2,790408
4	4,241622	0	9,97	0	2,48
		0,71102	12,1398	0,193469	2,893878
5	4,297773	0	9,97	0	2,48
		0,888776	12,68224	0,241837	2,997347
⋮	⋮	⋮	⋮	⋮	⋮
1225	3,265445	8,532245	36,00755	2,321633	7,446531
		8,71	36,55	2,37	7,55

**Lampiran 10** Output Nilai GCV dengan Tiga Titik Knot

No	GCV	$x_1$	$x_2$	$x_3$	$x_4$
1	3.676486	0.177755	10.51245	0.048367	2.583469
		0.35551	11.0549	0.096735	2.686939
		0.533265	11.59735	0.145102	2.790408
2	4.862364	0.177755	10.51245	0.048367	2.583469
		0.35551	11.0549	0.096735	2.686939
		0.71102	12.1398	0.193469	2.893878
3	5.776364	0.177755	10.51245	0.048367	2.583469
		0.35551	11.0549	0.096735	2.686939
		0.888776	12.68224	0.241837	2.997347
4	6.784363	0.177755	10.51245	0.048367	2.583469
		0.35551	11.0549	0.096735	2.686939
		1.066531	13.22469	0.290204	3.100816
5	6.995708	0.177755	10.51245	0.048367	2.583469
		0.35551	11.0549	0.096735	2.686939
		1.244286	13.76714	0.338571	3.204286
⋮	⋮	⋮	⋮	⋮	⋮
17296	3.919908	8.176735	34.92265	2.224898	7.239592
		8.35449	35.4651	2.273265	7.343061
		8.532245	36.00755	2.321633	7.446531

### Lampiran 11 Output Estimasi Parameter dan Uji Signifikansi Parameter Untuk Tiga Titik Knot

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

[,1]  
 [1,] -8.0649605  
 [2,] 3.3808527  
 [3,] -18.2374748  
 [4,] 18.7229752  
 [5,] -4.1125548  
 [6,] -2.3697656  
 [7,] 4.9141331  
 [8,] -2.7919228  
 [9,] 0.5377781  
 [10,] 26.6958953  
 [11,] -34.3466802  
 [12,] 5.0853413  
 [13,] 3.6454425  
 [14,] 11.7249045  
 [15,] -11.8338977  
 [16,] -3.5248271  
 [17,] 4.3626186

-----  
 Kesimpulan hasil uji serentak  
 -----

Tolak Ho yakni minimal terdapat 1 prediktor yang signifikan

-----  
 Kesimpulan hasil uji individu  
 -----

Gagal tolak Ho yakni prediktor tidak signifikan dengan pvalue 0.4642566

Tolak Ho yakni prediktor signifikan dengan pvalue 0.002747292  
 Tolak Ho yakni prediktor signifikan dengan pvalue 8.869493e-05  
 Tolak Ho yakni prediktor signifikan dengan pvalue 2.815531e-05  
 Tolak Ho yakni prediktor signifikan dengan pvalue 4.615569e-05  
 Tolak Ho yakni prediktor signifikan dengan pvalue 0.0001694362  
 Tolak Ho yakni prediktor signifikan dengan pvalue 0.0001796689

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

Tolak Ho yakni prediktor signifikan dengan pvalue 0.0004000268  
 Tolak Ho yakni prediktor signifikan dengan pvalue 0.0001496116  
 Tolak Ho yakni prediktor signifikan dengan pvalue 2.052211e-05  
 Tolak Ho yakni prediktor signifikan dengan pvalue 1.971398e-05  
 Gagal tolak Ho yakni prediktor tidak signifikan dengan pvalue 0.08804118  
 Tolak Ho yakni prediktor signifikan dengan pvalue 0.01099556  
 Tolak Ho yakni prediktor signifikan dengan pvalue 0.02244827  
 Gagal tolak Ho yakni prediktor tidak signifikan dengan pvalue 0.1730301  
 Gagal tolak Ho yakni prediktor tidak signifikan dengan pvalue 0.4382828  
 Tolak Ho yakni prediktor signifikan dengan pvalue 0.0004723428

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

[,1]  
 [1,] -0.7920069  
 [2,] 5.4852377  
 [3,] -11.4583029  
 [4,] 14.5001559  
 [5,] -13.1060772  
 [6,] -10.0185338  
 [7,] 9.8967337  
 [8,] -8.3632992  
 [9,] 10.2815756  
 [10,] 15.4655123  
 [11,] -15.5924989  
 [12,] 2.1151853  
 [13,] 3.9367572  
 [14,] 3.2598954  
 [15,] -1.5885426  
 [16,] -0.8418271  
 [17,] 8.0730014

-----  
 Analysis of Variance  
 =====

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

Sumber	df	SS	MS	Fhit
Regresi	16	44.51656	2.782285	68.57235
Error	5	0.2028722	0.04057445	
Total	21	44.71944		

=====

s= 0.201431 Rsq= 99.54634  
pvalue(F)= 9.168265e-05

**Lampiran 12** Output Uji *Glejser* Untuk Tiga titik Knot

-----				
Kesimpulan hasil uji serentak				
-----				
Gagal Tolak Ho yakni semua prediktor tidak berpengaruh signifikan atau tidak terjadi heteroskedastisitas				
Analysis of Variance				
=====				
Sumber	df	SS	MS	Fhit
Regresi	16	0.0716497	0.004478106	2.712674
Error	5	0.008254044	0.001650809	
Total	21	0.07990375		
=====				
s= 0.04063015 Rsq= 89.67002 pvalue(F)= 0.137352				

**Lampiran 13** Ambang Batas Standar Berat Badan Menurut Umur (BB/U) untuk Balita Laki-Laki Umur 0-60 Bulan

Umur (Bulan)	Berat Badan (Kg)						
	-3 SD	-2 SD	-1 SD	Median	1 SD	2 SD	3 SD
0	2.1	2.5	2.9	3.3	3.9	4.4	5.0
1	2.9	3.4	3.9	4.5	5.1	5.8	6.6
2	3.8	4.3	4.9	5.6	6.3	7.1	8.0
3	4.4	5.0	5.7	6.4	7.2	8.0	9.0
4	4.9	5.6	6.2	7.0	7.8	8.7	9.7
5	5.3	6.0	6.7	7.5	8.4	9.3	10.4

**Lampiran 13** (Lanjutan) Ambang Batas Standar Berat Badan Menurut Umur (BB/U) untuk Balita Laki-Laki Umur 0-60 Bulan

Umur (Bulan)	Berat Badan (Kg)						
	-3 SD	-2 SD	-1 SD	Median	1 SD	2 SD	3 SD
6	5.7	6.4	7.1	7.9	8.8	9.8	10.9
7	5.9	6.7	7.4	8.3	9.2	10.3	11.4
8	6.2	6.9	7.7	8.6	9.6	10.7	11.9
9	6.4	7.1	8.0	8.9	9.9	11.0	12.3
10	6.6	7.4	8.2	9.2	10.2	11.4	12.7
11	6.8	7.6	8.4	9.4	10.5	11.7	13.0
12	6.9	7.7	8.6	9.6	10.8	12.0	13.3
13	7.1	7.9	8.8	9.9	11.0	12.3	13.7
14	7.2	8.1	9.0	10.1	11.3	12.6	14.0
15	7.4	8.3	9.2	10.3	11.5	12.8	14.3
16	7.5	8.4	9.4	10.5	11.7	13.1	14.6
17	7.7	8.6	9.6	10.7	12.0	13.4	14.9
18	7.8	8.8	9.8	10.9	12.2	13.7	15.3
19	8.0	8.9	10.0	11.1	12.5	13.9	15.6
20	8.1	9.1	10.1	11.3	12.7	14.2	15.9
21	8.2	9.2	10.3	11.5	12.9	14.5	16.2
22	8.4	9.4	10.5	11.8	13.2	14.7	16.5
23	8.5	9.5	10.7	12.0	13.4	15.0	16.8
24	8.6	9.7	10.8	12.2	13.6	15.3	17.1
25	8.8	9.8	11.0	12.4	13.9	15.5	17.5
26	8.9	10.0	11.2	12.5	14.1	15.8	17.8
27	9.0	10.1	11.3	12.7	14.3	16.1	18.1
28	9.1	10.2	11.5	12.9	14.5	16.3	18.4
29	9.2	10.4	11.7	13.1	14.8	16.6	18.7
30	9.4	10.5	11.8	13.3	15.0	16.9	19.0
31	9.5	10.7	12.0	13.5	15.2	17.1	19.3
32	9.6	10.8	12.1	13.7	15.4	17.4	19.6
33	9.7	10.9	12.3	13.8	15.6	17.6	19.9
34	9.8	11.0	12.4	14.0	15.8	17.8	20.2
35	9.9	11.2	12.6	14.2	16.0	18.1	20.4
36	10.0	11.3	12.7	14.3	16.2	18.3	20.7
37	10.1	11.4	12.9	14.5	16.4	18.6	21.0
38	10.2	11.5	13.0	14.7	16.6	18.8	21.3
39	10.3	11.6	13.1	14.8	16.8	19.0	21.6
40	10.4	11.8	13.3	15.0	17.0	19.3	21.9

**Lampiran 13** (Lanjutan) Ambang Batas Standar Berat Badan Menurut Umur (BB/U) untuk Balita Laki-Laki Umur 0-60 Bulan

Umur (Bulan)	Berat Badan (Kg)						
	-3 SD	-2 SD	-1 SD	Median	1 SD	2 SD	3 SD
41	10.5	11.9	13.4	15.2	17.2	19.5	22.1
42	10.6	12.0	13.6	15.3	17.4	19.7	22.4
43	10.7	12.1	13.7	15.5	17.6	20.0	22.7
44	10.8	12.2	13.8	15.7	17.8	20.2	23.0
45	10.9	12.4	14.0	15.8	18.0	20.5	23.3
46	11.0	12.5	14.1	16.0	18.2	20.7	23.6
47	11.1	12.6	14.3	16.2	18.4	20.9	23.9
48	11.2	12.7	14.4	16.3	18.6	21.2	24.2
49	11.3	12.8	14.5	16.5	18.8	21.4	24.5
50	11.4	12.9	14.7	16.7	19.0	21.7	24.8
51	11.5	13.1	14.8	16.8	19.2	21.9	25.1
52	11.6	13.2	15.0	17.0	19.4	22.2	25.4
53	11.7	13.3	15.1	17.2	19.6	22.4	25.7
54	11.8	13.4	15.2	17.3	19.8	22.7	26.0
55	11.9	13.5	15.4	17.5	20.0	22.9	26.3
56	12.0	13.6	15.5	17.7	20.2	23.2	26.6
57	12.1	13.7	15.6	17.8	20.4	23.4	26.9
58	12.2	13.8	15.8	18.0	20.6	23.7	27.2
59	12.3	14.0	15.9	18.2	20.8	23.9	27.6
60	12.4	14.1	16.0	18.3	21.0	24.2	27.9

**Lampiran 14** Ambang Batas Standar Berat Badan Menurut Umur (BB/U) untuk Balita Perempuan Umur 0-60 Bulan

Umur (Bulan)	Berat Badan (Kg)						
	-3 SD	-2 SD	-1 SD	Median	1 SD	2 SD	3 SD
0	2.0	2.4	2.8	3.2	3.7	4.2	4.8
1	2.7	3.2	3.6	4.2	4.8	5.5	6.2
2	3.4	3.9	4.5	5.1	5.8	6.6	7.5
3	4.0	4.5	5.2	5.8	6.6	7.5	8.5
4	4.4	5.0	5.7	6.4	7.3	8.2	9.3
5	4.8	5.4	6.1	6.9	7.8	8.8	10.0
6	5.1	5.7	6.5	7.3	8.2	9.3	10.6
7	5.3	6.0	6.8	7.6	8.6	9.8	11.1
8	5.6	6.3	7.0	7.9	9.0	10.2	11.6
9	5.8	6.5	7.3	8.2	9.3	10.5	12.0

**Lampiran 14** (Lanjutan) Ambang Batas Standar Berat Badan Menurut Umur (BB/U) untuk Balita Perempuan Umur 0-60 Bulan

Umur (Bulan)	Berat Badan (Kg)						
	-3 SD	-2 SD	-1 SD	Median	1 SD	2 SD	3 SD
10	5.9	6.7	7.5	8.5	9.6	10.9	12.4
11	6.1	6.9	7.7	8.7	9.9	11.2	12.8
12	6.3	7.0	7.9	8.9	10.1	11.5	13.1
13	6.4	7.2	8.1	9.2	10.4	11.8	13.5
14	6.6	7.4	8.3	9.4	10.6	12.1	13.8
15	6.7	7.6	8.5	9.6	10.9	12.4	14.1
16	6.9	7.7	8.7	9.8	11.1	12.6	14.5
17	7.0	7.9	8.9	10.0	11.4	12.9	14.8
18	7.2	8.1	9.1	10.2	11.6	13.2	15.1
19	7.3	8.2	9.2	10.4	11.8	13.5	15.4
20	7.5	8.4	9.4	10.6	12.1	13.7	15.7
21	7.6	8.6	9.6	10.9	12.3	14.0	16.0
22	7.8	8.7	9.8	11.1	12.5	14.3	16.4
23	7.9	8.9	10.0	11.3	12.8	14.6	16.7
24	8.1	9.0	10.2	11.5	13.0	14.8	17.0
25	8.2	9.2	10.3	11.7	13.3	15.1	17.3
26	8.4	9.4	10.5	11.9	13.5	15.4	17.7
27	8.5	9.5	10.7	12.1	13.7	15.7	18.0
28	8.6	9.7	10.9	12.3	14.0	16.0	18.3
29	8.8	9.8	11.1	12.5	14.2	16.2	18.7
30	8.9	10.0	11.2	12.7	14.4	16.5	19.0
31	9.0	10.1	11.4	12.9	14.7	16.8	19.3
32	9.1	10.3	11.6	13.1	14.9	17.1	19.6
33	9.3	10.4	11.7	13.3	15.1	17.3	20.0
34	9.4	10.5	11.9	13.5	15.4	17.6	20.3
35	9.5	10.7	12.0	13.7	15.6	17.9	20.6
36	9.6	10.8	12.2	13.9	15.8	18.1	20.9
37	9.7	10.9	12.4	14.0	16.0	18.4	21.3
38	9.8	11.1	12.5	14.2	16.3	18.7	21.6
39	9.9	11.2	12.7	14.4	16.5	19.0	22.0
40	10.1	11.3	12.8	14.6	16.7	19.2	22.3
41	10.2	11.5	13.0	14.8	16.9	19.5	22.7
42	10.3	11.6	13.1	15.0	17.2	19.8	23.0
43	10.4	11.7	13.3	15.2	17.4	20.1	23.4
44	10.5	11.8	13.4	15.3	17.6	20.4	23.7
45	10.6	12.0	13.6	15.5	17.8	20.7	24.1

**Lampiran 14** (Lanjutan) Ambang Batas Standar Berat Badan Menurut Umur (BB/U) untuk Balita Perempuan Umur 0-60 Bulan

Umur (Bulan)	Berat Badan (Kg)						
	-3 SD	-2 SD	-1 SD	Median	1 SD	2 SD	3 SD
46	10.7	12.1	13.7	15.7	18.1	20.9	24.5
47	10.8	12.2	13.9	15.9	18.3	21.2	24.8
48	10.9	12.3	14.0	16.1	18.5	21.5	25.2
49	11.0	12.4	14.2	16.3	18.8	21.8	25.5
50	11.1	12.6	14.3	16.4	19.0	22.1	25.9
51	11.2	12.7	14.5	16.6	19.2	22.4	26.3
52	11.3	12.8	14.6	16.8	19.4	22.6	26.6
53	11.4	12.9	14.8	17.0	19.7	22.9	27.0
54	11.5	13.0	14.9	17.2	19.9	23.2	27.4
55	11.6	13.2	15.1	17.3	20.1	23.5	27.7
56	11.7	13.3	15.2	17.5	20.3	23.8	28.1
57	11.8	13.4	15.3	17.7	20.6	24.1	28.5
58	11.9	13.5	15.5	17.9	20.8	24.4	28.8
59	12.0	13.6	15.6	18.0	21.0	24.6	29.2
60	12.1	13.7	15.8	18.2	21.2	24.9	29.5

**Lampiran 15** Standar Berat Badan Menurut Umur (BB/U) untuk Balita Laki-Laki Umur 0-60 Bulan

Umur (bulan)	Berat Badan (Kg)			
	gizi buruk	gizi kurang	gizi baik	gizi lebih
0	< 2.1	2.1 sampai < 2.5	2.5 sampai 4.4	> 4.4
1	< 2.9	2.9 sampai < 3.4	3.4 sampai 5.8	> 5.8
2	< 3.8	3.8 sampai < 4.3	4.3 sampai 7.1	> 7.1
3	< 4.4	4.4 sampai < 5	5 sampai 8	> 8
4	< 4.9	4.9 sampai < 5.6	5.6 sampai 8.7	> 8.7
5	< 5.3	5.3 sampai < 6	6 sampai 9.3	> 9.3
6	< 5.7	5.7 sampai < 6.4	6.4 sampai 9.8	> 9.8
7	< 5.9	5.9 sampai < 6.7	6.7 sampai 10.3	> 10.3
8	< 6.2	6.2 sampai < 6.9	6.9 sampai 10.7	> 10.7
9	< 6.4	6.4 sampai < 7.1	7.1 sampai 11	> 11
10	< 6.6	6.6 sampai < 7.4	7.4 sampai 11.4	> 11.4
11	< 6.8	6.8 sampai < 7.6	7.6 sampai 11.7	> 11.7
12	< 6.9	6.9 sampai < 7.7	7.7 sampai 12	> 12
13	< 7.1	7.1 sampai < 7.9	7.9 sampai 12.3	> 12.3

**Lampiran 15 (Lanjutan) Standar Berat Badan Menurut Umur (BB/U) untuk Balita Laki-Laki Umur 0-60 Bulan**

Umur (bulan)	Berat Badan (Kg)			
	gizi buruk	gizi kurang	gizi baik	gizi lebih
14	< 7.2	7.2 sampai < 8.1	8.1 sampai 12.6	> 12.6
15	< 7.4	7.4 sampai < 8.3	8.3 sampai 12.8	> 12.8
16	< 7.5	7.5 sampai < 8.4	8.4 sampai 13.1	> 13.1
17	< 7.7	7.7 sampai < 8.6	8.6 sampai 13.4	> 13.4
18	< 7.8	7.8 sampai < 8.8	8.8 sampai 13.7	> 13.7
19	< 8	8 sampai < 8.9	8.9 sampai 13.9	> 13.9
20	< 8.1	8.1 sampai < 9.1	9.1 sampai 14.2	> 14.2
21	< 8.2	8.2 sampai < 9.2	9.2 sampai 14.5	> 14.5
22	< 8.4	8.4 sampai < 9.4	9.4 sampai 14.7	> 14.7
23	< 8.5	8.5 sampai < 9.5	9.5 sampai 15	> 15
24	< 8.6	8.6 sampai < 9.7	9.7 sampai 15.3	> 15.3
25	< 8.8	8.8 sampai < 9.8	9.8 sampai 15.5	> 15.5
26	< 8.9	8.9 sampai < 10	10 sampai 15.8	> 15.8
27	< 9	9 sampai < 10.1	10.1 sampai 16.1	> 16.1
28	< 9.1	9.1 sampai < 10.2	10.2 sampai 16.3	> 16.3
29	< 9.2	9.2 sampai < 10.4	10.4 sampai 16.6	> 16.6
30	< 9.4	9.4 sampai < 10.5	10.5 sampai 16.9	> 16.9
31	< 9.5	9.5 sampai < 10.7	10.7 sampai 17.1	> 17.1
32	< 9.6	9.6 sampai < 10.8	10.8 sampai 17.4	> 17.4
33	< 9.7	9.7 sampai < 10.9	10.9 sampai 17.6	> 17.6
34	< 9.8	9.8 sampai < 11	11 sampai 17.8	> 17.8
35	< 9.9	9.9 sampai < 11.2	11.2 sampai 18.1	> 18.1
36	< 10	10 sampai < 11.3	11.3 sampai 18.3	> 18.3
37	< 10.1	10.1 sampai < 11.4	11.4 sampai 18.6	> 18.6
38	< 10.2	10.2 sampai < 11.5	11.5 sampai 18.8	> 18.8
39	< 10.3	10.3 sampai < 11.6	11.6 sampai 19	> 19
40	< 10.4	10.4 sampai < 11.8	11.8 sampai 19.3	> 19.3
41	< 10.5	10.5 sampai < 11.9	11.9 sampai 19.5	> 19.5
42	< 10.6	10.6 sampai < 12	12 sampai 19.7	> 19.7
43	< 10.7	10.7 sampai < 12.1	12.1 sampai 20	> 20
44	< 10.8	10.8 sampai < 12.2	12.2 sampai 20.2	> 20.2
45	< 10.9	10.9 sampai < 12.4	12.4 sampai 20.5	> 20.5
46	< 11	11 sampai < 12.5	12.5 sampai 20.7	> 20.7
47	< 11.1	11.1 sampai < 12.6	12.6 sampai 20.9	> 20.9

**Lampiran 15** (Lanjutan) Standar Berat Badan Menurut Umur (BB/U) untuk Balita Laki-Laki Umur 0-60 Bulan

Umur (bulan)	Berat Badan (Kg)			
	gizi buruk	gizi kurang	gizi baik	gizi lebih
48	< 11.2	11.2 sampai < 12.7	12.7 sampai 21.2	> 21.2
49	< 11.3	11.3 sampai < 12.8	12.8 sampai 21.4	> 21.4
50	< 11.4	11.4 sampai < 12.9	12.9 sampai 21.7	> 21.7
51	< 11.5	11.5 sampai < 13.1	13.1 sampai 21.9	> 21.9
52	< 11.6	11.6 sampai < 13.2	13.2 sampai 22.2	> 22.2
53	< 11.7	11.7 sampai < 13.3	13.3 sampai 22.4	> 22.4
54	< 11.8	11.8 sampai < 13.4	13.4 sampai 22.7	> 22.7
55	< 11.9	11.9 sampai < 13.5	13.5 sampai 22.9	> 22.9
56	< 12	12 sampai < 13.6	13.6 sampai 23.2	> 23.2
57	< 12.1	12.1 sampai < 13.7	13.7 sampai 23.4	> 23.4
58	< 12.2	12.2 sampai < 13.8	13.8 sampai 23.7	> 23.7
59	< 12.3	12.3 sampai < 14	14 sampai 23.9	> 23.9
60	< 12.4	12.4 sampai < 14.1	14.1 sampai 24.2	> 24.2

**Lampiran 16** Standar Berat Badan Menurut Umur (BB/U) untuk Balita Perempuan Umur 0-60 Bulan

Umur (bulan)	Berat Badan (Kg)			
	gizi buruk	gizi kurang	gizi baik	gizi lebih
0	< 2	2 sampai < 2.4	2.4 sampai 4.2	> 4.2
1	< 2.7	2.7 sampai < 3.2	3.2 sampai 5.5	> 5.5
2	< 3.4	3.4 sampai < 3.9	3.9 sampai 6.6	> 6.6
3	< 4	4 sampai < 4.5	4.5 sampai 7.5	> 7.5
4	< 4.4	4.4 sampai < 5	5 sampai 8.2	> 8.2
5	< 4.8	4.8 sampai < 5.4	5.4 sampai 8.8	> 8.8
6	< 5.1	5.1 sampai < 5.7	5.7 sampai 9.3	> 9.3
7	< 5.3	5.3 sampai < 6	6 sampai 9.8	> 9.8
8	< 5.6	5.6 sampai < 6.3	6.3 sampai 10.2	> 10.2
9	< 5.8	5.8 sampai < 6.5	6.5 sampai 10.5	> 10.5
10	< 5.9	5.9 sampai < 6.7	6.7 sampai 10.9	> 10.9
11	< 6.1	6.1 sampai < 6.9	6.9 sampai 11.2	> 11.2
12	< 6.3	6.3 sampai < 7	7 sampai 11.5	> 11.5
13	< 6.4	6.4 sampai < 7.2	7.2 sampai 11.8	> 11.8

**Lampiran 16 (Lanjutan) Standar Berat Badan Menurut Umur (BB/U) untuk Balita Perempuan Umur 0-60 Bulan**

Umur (bulan)	Berat Badan (Kg)			
	gizi buruk	gizi kurang	gizi baik	gizi lebih
14	< 6.6	6.6 sampai < 7.4	7.4 sampai 12.1	> 12.1
15	< 6.7	6.7 sampai < 7.6	7.6 sampai 12.4	> 12.4
16	< 6.9	6.9 sampai < 7.7	7.7 sampai 12.6	> 12.6
17	< 7	7 sampai < 7.9	7.9 sampai 12.9	> 12.9
18	< 7.2	7.2 sampai < 8.1	8.1 sampai 13.2	> 13.2
19	< 7.3	7.3 sampai < 8.2	8.2 sampai 13.5	> 13.5
20	< 7.5	7.5 sampai < 8.4	8.4 sampai 13.7	> 13.7
21	< 7.6	7.6 sampai < 8.6	8.6 sampai 14	> 14
22	< 7.8	7.8 sampai < 8.7	8.7 sampai 14.3	> 14.3
23	< 7.9	7.9 sampai < 8.9	8.9 sampai 14.6	> 14.6
24	< 8.1	8.1 sampai < 9	9 sampai 14.8	> 14.8
25	< 8.2	8.2 sampai < 9.2	9.2 sampai 15.1	> 15.1
26	< 8.4	8.4 sampai < 9.4	9.4 sampai 15.4	> 15.4
27	< 8.5	8.5 sampai < 9.5	9.5 sampai 15.7	> 15.7
28	< 8.6	8.6 sampai < 9.7	9.7 sampai 16	> 16
29	< 8.8	8.8 sampai < 9.8	9.8 sampai 16.2	> 16.2
30	< 8.9	8.9 sampai < 10	10 sampai 16.5	> 16.5
31	< 9	9 sampai < 10.1	10.1 sampai 16.8	> 16.8
32	< 9.1	9.1 sampai < 10.3	10.3 sampai 17.1	> 17.1
33	< 9.3	9.3 sampai < 10.4	10.4 sampai 17.3	> 17.3
34	< 9.4	9.4 sampai < 10.5	10.5 sampai 17.6	> 17.6
35	< 9.5	9.5 sampai < 10.7	10.7 sampai 17.9	> 17.9
36	< 9.6	9.6 sampai < 10.8	10.8 sampai 18.1	> 18.1
37	< 9.7	9.7 sampai < 10.9	10.9 sampai 18.4	> 18.4
38	< 9.8	9.8 sampai < 11.1	11.1 sampai 18.7	> 18.7
39	< 9.9	9.9 sampai < 11.2	11.2 sampai 19	> 19
40	< 10.1	10.1 sampai < 11.3	11.3 sampai 19.2	> 19.2
41	< 10.2	10.2 sampai < 11.5	11.5 sampai 19.5	> 19.5
42	< 10.3	10.3 sampai < 11.6	11.6 sampai 19.8	> 19.8
43	< 10.4	10.4 sampai < 11.7	11.7 sampai 20.1	> 20.1
44	< 10.5	10.5 sampai < 11.8	11.8 sampai 20.4	> 20.4
45	< 10.6	10.6 sampai < 12	12 sampai 20.7	> 20.7
46	< 10.7	10.7 sampai < 12.1	12.1 sampai 20.9	> 20.9
47	< 10.8	10.8 sampai < 12.2	12.2 sampai 21.2	> 21.2
48	< 10.9	10.9 sampai < 12.3	12.3 sampai 21.5	> 21.5

**Lampiran 16 (Lanjutan) Standar Berat Badan Menurut Umur (BB/U) untuk Balita Perempuan Umur 0-60 Bulan**

Umur (bulan)	Berat Badan (Kg)			
	gizi buruk	gizi kurang	gizi baik	gizi lebih
49	< 11	11 sampai < 12.4	12.4 sampai 21.8	> 21.8
50	< 11.1	11.1 sampai < 12.6	12.6 sampai 22.1	> 22.1
51	< 11.2	11.2 sampai < 12.7	12.7 sampai 22.4	> 22.4
52	< 11.3	11.3 sampai < 12.8	12.8 sampai 22.6	> 22.6
53	< 11.4	11.4 sampai < 12.9	12.9 sampai 22.9	> 22.9
54	< 11.5	11.5 sampai < 13	13 sampai 23.2	> 23.2
55	< 11.6	11.6 sampai < 13.2	13.2 sampai 23.5	> 23.5
56	< 11.7	11.7 sampai < 13.3	13.3 sampai 23.8	> 23.8
57	< 11.8	11,8 sampai < 13.4	13.4 sampai 24.1	> 24.1
58	< 11.9	11.9 sampai < 13.5	13.5 sampai 24.4	> 24.4
59	< 12	12 sampai < 13.6	13.6 sampai 24.6	> 24.6
60	< 12.1	12.1 sampai < 13.7	13.7 sampai 24.9	> 24.9

**Lampiran 17 Surat Keterangan Pengambilan Data Sekunder****SURAT PERNYATAAN**

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

Nama : Anggraeni Nur Isnaeni

NRP : 06211645000004

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

Sumber : Badan Pusat Statistik Nusa Tenggara Timur

Keterangan : Data diperoleh dari Publikasi Provinsi Nusa Tenggara Timur Dalam Angka Tahun 2017

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

Mengetahui  
Pembimbing Tugas Akhir



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

\*(coret yang tidak perlu)

Surabaya, Juli 2018



(Anggraeni Nur Isnaeni)  
NRP. 06211645000004

*(Halaman ini sengaja dikosongkan)*

## BIODATA PENULIS



Penulis bernama Anggraeni Nur Isnaeni, biasa dipanggil Ani, anak bungsu dari 2 bersaudara. Penulis yang tinggal di jalan Kampung Malang Kulon gang 1 no 68 Surabaya hidup dan dibesarkan oleh sepasang orang tua bernama Mas'ud Supiono dan Dewi Hasimah serta merupakan adik dari Agung Nur Wachid yang bekerja menjadi PNS sejak tiga tahun ini. Pendidikan formal yang ditempuh penulis adalah TK Taman Sari selama 2 tahun, SDN Wonorejo VI selama 6 tahun, SMP Negeri 10 Surabaya selama 3 tahun, SMK Giki 1 Surabaya selama 1 tahun dan berpindah ke SMA Negeri 21 Surabaya selama 3 tahun, dan berlanjut di Diploma III Statistika ITS pada tahun 2013 dan wisuda pada tahun 2016. Setelah itu penulis melanjutkan studi di Lintas Jalur Statistika ITS pada tahun 2016 dan akan wisuda pada tahun ini. Selama berkuliah di ITS, penulis aktif di organisasi yaitu HIMADATA-ITS, penulis pernah menjadi staff Dana Usaha FORSIS-ITS periode 2014/2015, staff Tim Ahli HIMADATA-ITS periode 2014/2015 dan berlanjut menjadi Kabiro Harmonisasi HIMADATA-ITS periode 2015/2016. Masukan, pertanyaan, hingga kritik, atau untuk diskusi lebih lanjut mengenai pembahasan penelitian dapat dilakukan via *e-mail* yaitu [isnaeni.anggraeni22@gmail.com](mailto:isnaeni.anggraeni22@gmail.com) atau bisa hubungi di alamat tersebut. Terimakasih.

*(Halaman ini sengaja dikosongkan)*