TUGAS AKHIR – KS184822

PEMODELAN FAKTOR-FAKTOR YANG MEMPENGARUHI KEJADIAN STUNTING PADA BALITA DI PROVINSI JAWA TIMUR MENGGUNAKAN *MULTIVARIATE ADAPTIVE REGRESSION SPLINE (MARS)*

WAHYU IKA KUSUMA ASTUTIK
NRP 062116 4000 0053

Dosen Pembimbing
Dr. Bambang Widjanarko Otok, M.Si

PROGRAM STUDI SARJANA
DEPARTEMEN STATISTIKA
FAKULTAS SAINS DAN ANALITIKA DATA
INSTITUT TEKNOLOGI SEPULUH NOPEMBER
SURABAYA 2020

TUGAS AKHIR – KS184822

PEMODELAN FAKTOR-FAKTOR YANG MEMPENGARUHI KEJADIAN STUTING PADA BALITA DI PROVINSI JAWA TIMUR MENGGUNAKAN *MULTIVARIATE ADAPTIVE REGRESSION SPLINE (MARS)*

WAHYU IKA KUSUMA ASTUTIK
NRP 062116 4000 0053

Dosen Pembimbing
Dr. Bambang Widjanarko Otok, M.Si

PROGRAM STUDI SARJANA
DEPARTEMEN STATISTIKA
FAKULTAS SAINS DAN ANALITIKA DATA
INSTITUT TEKNOLOGI SEPULUH NOPEMBER
SURABAYA 2020

FINAL PROJECT – KS184822

MODELING FACTORS THAT INFLUENCE STUNTING EVENTS IN CHILDREN IN EAST JAVA PROVINCE USING MULTIVARIATE ADAPTIVE REGRESSION SPLINE (MARS)

WAHYU IKA KUSUMA ASTUTIK
SN 062116 4000 0053

Supervisor
Dr. Bambang Widjanarko Otok, M.Si

UNDERGRADUATE PROGRAMME
DEPARTMENT OF STATISTICTS
FACULTY OF SCIENCE AND DATA ANALYTICS
INSTITUT TEKNOLOGI SEPULUH NOPEMBER
SURABAYA 2020

LEMBAR PENGESAHAN

PEMODELAN FAKTOR-FAKTOR YANG MEMPENGARUHI KEJADIAN STUNTING PADA BALITA DI PROVINSI JAWA TIMUR MENGGUNAKAN *MULTIVARIATE ADAPTIVE REGRESSION SPLINE (MARS)*

TUGAS AKHIR

Diajukan untuk Memenuhi Salah Satu Syarat
Memperoleh Gelar Sarjana Statistika
pada
Program Studi Sarjana Departemen Statistika
Fakultas Sains dan Analitika Data
Institut Teknologi Sepuluh Nopember

Oleh :
Wahyu Ika Kusuma Astutik
NRP. 062116 4000 0053

Disetujui oleh Pembimbing:
Dr. Bambang Widjanarko Otok, M.Si ( )
NIP. 19681124 199412 1 001

KEMENTERIAN PENDIDIKAN DAN KEBUDAYAAN
INSTITUT TEKNOLOGI SEPULUH NOPEMBER
FAKULTAS SAINS DAN ANALITIKA DATA
DEPARTEMEN STATISTIKA

Mengetahui,
Kepala Departemen Statistika

Dr.Dra. Kartika Fithriasari, M. Si
NIP. 19691212 199303 2 002

SURABAYA, AGUSTUS 2020

PEMODELAN FAKTOR-FAKTOR YANG MEMPENGARUHI KEJADIAN STUNTING PADA BALITA DI PROVINSI JAWA TIMUR MENGGUNAKAN *MULTIVARIATE ADAPTIVE REGRESSION SPLINE (MARS)*

Nama Mahasiswa : Wahyu Ika Kusuma Astutik
NRP : 062116 4000 0053
Departemen : Statistika-FSAD-ITS
Dosen Pembimbing : Dr. Bambang Widjanarko Otok, M.Si

Abstrak

Stunting adalah kondisi dimana balita memiliki panjang atau tinggi badan yang kurang jika dibandingkan dengan umur. Kondisi ini diukur dengan panjang atau tinggi badan yang lebih dari minus dua standar deviasi median standar pertumbuhan anak dari WHO. Balita stunting termasuk masalah gizi kronis yang disebabkan oleh banyak faktor seperti kondisi sosial ekonomi, gizi ibu saat hamil, kesakitan pada bayi, dan kurangnya asupan gizi pada perkembangan fisik dan kognitif yang optimal. Pada penelitian ini, akan memodelkan faktor-faktor yang diduga berpengaruh terhadap kejadian stunting pada balita di Provinsi Jawa Timur menggunakan metode Multivariate Adaptive Regression Spline (MARS). Berdasarkan nilai Generalized Cross Validation yang paling minimum, model terbaik adalah model ke-2 dengan jumlah BF=18, MI = 1, dan MO = 1. Hasil pengujian signifikasi parameter menunjukkan bahwa variabel yang berpengaruh signifikan terhadap persentase kejadian stunting pada balita di Jawa Timur adalah variabel persentase bayi diberi ASI eksklusif dan variabel pengeluaran per kapita per bulan.

Kata Kunci : Generalized Cross Validation (GCV), Multivariate Adaptive Regression Spline (MARS), Stunting

(Halaman ini sengaja dikosongkan)

MODELING OF FACTORS THAT INFLUENCE STUNTING EVENTS IN CHILDREN IN EAST JAVA PROVINCE USING MULTIVARIATE ADAPTIVE REGRESSION SPLINE (MARS)

Student Name : Wahyu Ika Kusuma Astutik
Student Number : 062116 4000 0053
Department : Statistics
Supervisor : Dr. Bambang Widjanarko Otok, M.Si

Abstract

Stunting is a condition where a toddler has less length or height when compared to age. This condition is measured by length or height that is more than minus two standard deviations from the median standard of child growth from WHO. Toddler stunting includes chronic nutritional problems caused by many factors such as socioeconomic conditions, maternal nutrition during pregnancy, morbidity in infants, and lack of nutrition in optimal physical and cognitive development. In this study, model the factors that are suspected to influence the incidence of stunting in children under five in East Java Province using the Multivariate Adaptive Regression Spline (MARS) method. Based on the minimum Generalized Cross Validation (GCV) value, the best model is the second model with the number of BF = 18, MI = 1, and MO = 1. The results of the parameter significance test indicate that the variables that have a significant effect on the percentage of stunting in infants in East Java are the percentage of babies given exclusive breastfeeding and an expenditure per capita per month.

Keywords : Generalized Cross Validation (GCV), Multivariate Adaptive Regression Spline (MARS), Stunting

(Halaman ini sengaja dikosongkan)

KATA PENGANTAR

Segala puji syukur penulis panjatkan kepada Allah SWT, Tuhan semesta alam, atas segala rahmat, hidayah, dan karunia-Nya. Atas ridho-Nya penulis dapat menyelesaikan laporan Tugas Akhir yang berjudul **"Pemodelan faktor-faktor yang mempengaruhi kejadian stunting pada balita di Jawa Timur tahun 2018 Mengunakan *Multivariate Adaptive Regression Spline* (MARS)"**.

Penulis menyadari bahwa penyusunan Tugas Akhir ini tidak dapat terselesaikan tanpa dukungan berbagai pihak baik berupa dukungan moril, dan materil. Oleh karena itu, dengan penuh kerendahan hati, pada kesempatan ini penulis mengucapkan terima kasih yang sebesar-besarnya kepada:

1. Bapak Dr. Bambang Widjanarko Otok, M.Si selaku dosen pembimbing saya. Terima kasih atas segala bimbingan ajaran, dan ilmu-ilmu baru yang penulis dapatkan dari selama penyusunan Tugas Akhir ini. Dan bersedia menyediakan waktunya untuk membimbing, menuntun, memberikan motivasi, dan nasihat yang bermanfaat bagi penulis. Terimakasih dan mohon maaf apabila ada kesalahan yang telah penulis lakukan.
2. Ibu Dr. Kartika Fithriasari, M.Si selaku Kepala Departemen Statistika dan Ibu Dr. Santi Wulan Purnami, M.Si selaku Sekretaris Departemen I yang telah menyediakan fasilitas untuk mendukung kelancaran penyusunan Tugas Akhir ini.
3. Bu Dr. Santi Wulan Purnami, M.Si. dan Bapak Jerry Dwi Trijoyo Purnomo, S.Si., M.Si., Ph.D selaku dosen penguji yang telah memberikan saran dan masukan demi kesempurnaan Tugas Akhir ini.
4. Seluruh dosen Departemen Statistika ITS yang telah memberikan ilmu selama penulis menempuh Pendidikan, beserta seluruh karyawan Departemen Statistika ITS yang telah membantu kelancaran dan kemudahan dalam pelaksanaan kegiatan perkuliahan.

5. Kedua orang tua yang penulis sayangi, Bapak Suyatno dan Ibu Lamisri yang telah mengirimkan do'a yang tidak hentinya dan kasih yang tulus terhadap penulis.
6. Sahabat saya selama perkuliahan Nastiti Dwi Renaningtyas, Fitria Dayanti, Desy Nuriatul F, Erika Natasha, Herni Anggi dan Fatimatus Zulfa. Terima kasih telah mengisi hari-hari penulis selama masa perkuliahan, telah mau berbagi canda tawa maupun keluh kesah dengan penulis, dan selalu saling menguatkan.
7. Teman-teman Statistika ITS angkatan 2016, TR16GER, yang selalu memberikan dukungan kepada penulis selama ini.
8. Serta semua pihak yang tidak dapat penulis sebutkan satu persatu.

Penulis menyadari bahwa Tugas Akhir ini masih jauh dari sempurna dikarenakan terbatasnya pengalaman dan pengetahuan yang dimiliki penulis. Oleh karena itu, penulis mengharapkan segala bentuk saran serta masukan bahkan kritik yang membangun dari berbagai pihak. Semoga Tugas Akhir ini dapat bermanfaat bagi para pembaca dan semua pihak.

Surabaya, Juli 2020

Penulis

DAFTAR ISI

Halaman

HALAMAN JUDUL ii
LEMBAR PENGESAHAN iii
ABSTRAK iv
KATA PENGANTAR viii
DAFTAR ISI x
DAFTAR GAMBAR xii
DAFTAR TABEL xiv
DAFTAR LAMPIRAN xvi
BAB I PENDAHULUAN 1
1.1 Latar Belakang 1
1.2 Rumusan Masalah 5
1.3 Tujuan 5
1.4 Manfaat 5
1.5 Batasan Masalah 6
BAB II TINJAUAN PUSTAKA 7
2.1 Statistika Deskriptif 7
2.2 Regresi Nonparametrik 8
2.3 *Multivariate Adaptive Regression Spline* (MARS) 9
2.4 Pengujian Signifikansi Model MARS 16
2.5 Balita *Stunting* 17
2.6 Kerangka Konsep 19
BAB III METODOLOGI PENELITIAN 21
3.1 Sumber Data 21
3.2 Variabel Penelitian 21
3.3 Struktur Data 24
3.4 Langkah Penelitian 25
3.5 Diagram Alir 25
BAB IV ANALISIS DAN PEMBAHASAN 27

4.1 Karakteristik Persentase Kejadian *Stunting* pada Balita ...27
4.2 Pembentukan Model MARS 29
4.3 Pengujian Signifikasi Model 32
4.3.1 Pengujian Secara Serentak 32
4.3.2 Pengujian Secara Parsial 33
BAB V KESIMPULAN DAN SARAN 35
5.1 Kesimpulan 35
5.2 Saran 35
DAFTAR PUSTAKA 37
LAMPIRAN.....41
BIODATA PENULIS.....51

DAFTAR GAMBAR

Gambar 2.1 Kerangka Konsep Balita *Stunting* (UNICEF, 1990) 19
Gambar 3.1 Diagram Alir 26
Gambar 4.1 Plot Variabel Respon dengan Sembilan Variabel Prediktor 28

(Halaman ini sengaja dikosongkan)

DAFTAR TABEL

Tabel 2.1 Klasifikasi Status Gizi Balita Berdasarkan Nilai Z-*score* 18
Tabel 2.2 Klasifikasi Masalah Gizi Menurut WHO 18
Tabel 3.1 Variabel Penelitian 21
Tabel 3.1 Variabel Penelitian (Lanjutan) 22
Tabel 3.2 Struktur Data Penelitian 24
Tabel 4.1 Karakteristik Persentase Kasus Dan Faktor-Faktor Yang Diduga Berpengaruh 27
Tabel 4.2 Hasil Pemodelan MARS Kejadian Stunting Pada Balita 30
Tabel 4.3 Tingkat Kepentingan Variabel Prediktor 32
Tabel 4.4 *Output* Nilai F..... 33
Tabel 4.5 Hasil Pengujian Signifikansi Parameter Secara Individu 34

(Halaman ini sengaja dikosongkan)

DAFTAR LAMPIRAN

Lampiran 1 Data Persentase Kejadian Stunting pada Balita di Jawa Timur Tahun 2018 dan Faktor-faktor yang Mempengaruhinya 41
Lampiran 2 Data Persentase Kejadian Stunting pada Balita di Jawa Timur Tahun 2018 dan Faktor-faktor yang Mempengaruhinya (Lanjutan) 42
Lampiran 3 *Syntax* Pembentukan Model MARS 43
Lampiran 4 *Output* Hasil *Software* R 49
Lampiran 5 Legalitas Data 49

BAB I
PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Gizi merupakan salah satu faktor terpenting yang mempengaruhi individu atau masyarakat dan karenanya merupakan masalah isu fundamental dalam kesehatan masyarakat. Keadaan gizi masyarakat akan mempengaruhi tingkat kesehatan dan umur harapan hidup yang merupakan salah satu unsur utama penentuan keberhasilan pembangunan negara yang dikenal dengan istilah *Human Development Index* (HDI) (Kementerian Kesehatan RI, 2016). Pada hakikatnya keadaan gizi kurang dapat dilihat sebagai suatu proses kurang asupan makanan ketika kebutuhan normal terhadap satu atau beberapa zat gizi tidak terpenuhi, atau zat-zat gizi tersebut hilang dalam jumlah yang lebih besar daripada yang diperoleh. Masalah gizi masih menjadi perhatian di negara berkembang termasuk Indonesia. Kekurangan gizi berupa protein dapat bersifat akut (*wasting*), bersifat kronis (*stunting*) dan bersifat akut dan kronis. Kurang gizi kronis (*stunting*) dapat berisiko terhadap penyakit dan kematian, anak yang bertahan hidup cenderung memiliki prestasi tidak baik di sekolah. Selain masalah kognitif dan prestasi sekolah, *stunting* juga mempengaruhi produktivitas ekonomi di masa dewasa dan hasil reproduksi ibu. *Stunting* adalah kondisi dimana balita memiliki panjang atau tinggi badan yang kurang jika dibandingkan dengan umur. Kondisi ini diukur dengan panjang atau tinggi badan yang lebih dari minus dua standar deviasi median standar pertumbuhan anak dari WHO. Balita *stunting* termasuk masalah gizi kronis yang disebabkan oleh banyak faktor seperti kondisi sosial ekonomi, gizi ibu saat hamil, kesakitan pada bayi, dan kurangnya asupan gizi pada perkembangan fisik dan kognitif yang optimal (TNP2K, 2017).

Kekurangan gizi dalam waktu lama terjadi sejak janin dalam kandungan sampai awal kehidupan anak (1000 Hari Pertama Kelahiran). Penyebabnya karena rendahnya akses terhadap

makanan bergizi. Rendahnya asupan vitamin dan mineral, dan buruknya keragaman pangan dan sumber protein hewani. Faktor ibu dan pola asuh yang kurang baik terutama pada perilaku dan praktik pemberian makan kepada anak menjadi penyebab anak *stunting* apabila ibu tidak memberikan asupan gizi yang cukup dan baik. Pada masa remaja, ibu yang kurang nutrisi, bahkan di masa kehamilan, dan laktasi akan sangat berpengaruh pada pertumbuhan tubuh dan otak anak. Faktor lainnya yang menyebabkan *stunting* adalah terjadi infeksi pada ibu, kehamilan remaja, gangguan mental pada ibu, jarak kelahiran anak yang pendek, dan hipertensi. Selain itu, rendahnya akses terhadap pelayanan kesehatan termasuk akses sanitasi dan air bersih menjadi salah satu faktor yang sangat mempengaruhi pertumbuhan anak (Kementerian Kesehatan RI, 2017). Indonesia saat ini merupakan negara dengan beban *stunting* pada anak tertinggi kedua di kawasan Asia Tenggara. Sementara di dunia, Indonesia menempati posisi kelima. Data Riset Kesehatan Dasar (RISKESDAS) mencatat bahwa prevalensi balita *stunting* pada tahun 2018 mencapai 30,8%. Angka ini turun jika dibandingkan dengan data RISKESDAS tahun 2013 yang mencapai 37,2%. Meski mengalami penurunan, *stunting* di Indonesia masih jauh dari target yang telah ditetapkan oleh WHO, yakni 20%. Hal ini menunjukkan bahwa satu dari tiga anak di Indonesia mengalami *stunting* (Kementerian Kesehatan RI, 2017).

Kejadian *stunting* di Provinsi Jawa Timur perlu diperhatikan, mengingat Provinsi Jawa Timur merupakan provinsi dengan wilayah terluas di antara 6 provinsi di Pulau Jawa, dan memiliki jumlah penduduk terbanyak kedua di Indonesia setelah Jawa Barat yang sebesar 39,5 juta jiwa pada tahun 2018. Berdasarkan data Riset Kesehatan Dasar (RISKESDAS) tahun 2018 prevalensi balita *stunting* di Jawa Timur mencapai 32,81%. Angka ini lebih tinggi dari prevalensi balita *stunting* nasional, yaitu 30,8%. Dari 38 kabupaten/kota di Jawa Timur, terdapat 3 daerah dengan prevalensi balita *stunting* tertinggi adalah Kota Malang sebesar 51,7%, Kabupaten Probolinggo sebesar 50,2%, dan Kabupaten

Pasuruan sebesar 47,6%. Dua dari tiga daerah ini sering kali dianggap sebagai daerah terbelakang di Jawa Timur yang dikenal sebagai daerah tapal kuda.

Penelitian sebelumnya mengenai balita *stunting* dilakukan oleh Anindita (2018) dalam tugas akhir yang berjudul "Pemodelan Balita *Stunting* di Indonesia Menggunakan Regresi Non parametrik *Spline Truncated*". Hasil analisis dalam penelitian tersebut menunjukkan bahwa variabel persentase balita mendapat imunisasi lengkap, persentase balita mendapat ASI eksklusif selama 6 bulan, persentase ibu hamil risiko KEK, persentase bayi lahir mendapat IMD dan persentase rumah tangga memilik sanitasi layak memberikan pengaruh yang signifikan terhadap model. Nilai koefisien determinasi yang dihasilkan dari model ini adalah sebesar 80,77%. Penelitian lain yang menggunakan metode MARS pernah dilakukan oleh Azizah (2019) meneliti tentang faktor-faktor yang mempengaruhi persentase balita stunting di Provinsi Nusa Tenggara Timur dengan metode MARS terdapat dua variabel prediktor yang berkontribusi dalam model yaitu variabel persentase ibu hamil berisiko Kurang Energi Kronik (KEK) dengan kontribusi terhadap model MARS sebesar 100% dan variabel persentase bayi dengan berat badan lahir rendah (BBLR) berkontribusi pada model yang terbentuk sebesaer 37,77%. Penelitian mengenai kejadian stunting pada balita tersebut mengindikasikan bahwa banyak sekali faktor yang mempengaruhi kejadian stunting pada balita. Oleh karena itu, untuk menjelaskan pola hubungan antar variabel respon dengan variabel prediktor dapat menggunakan kurva regresi. Pendekatan kurva regresi yang sering digunakan adalah pendekatan regresi parametrik, dimana diasumsikan bentuk kurva linier. Namun tidak semua pola hubungan antar variabel dapat didekati dengan pendekatan parametrik, karena tidak adanya suatu informasi mengenai bentuk hubungan antara variabel respon dan variabel prediktor. Jika asumsi model parametrik tidak terpenuhi, maka kurva regresi dapat diduga dengan pendekatan model regresi nonparametrik. Model regresi

nonparamterik yang banyak digunakan, antara lain adalah *Multivariate Adaptive Regression Spline* (MARS).

Multivariate Adaptive Regression Spline (MARS) merupakan pendekatan untuk regresi nonparametrik yang dikembangkan oleh Friedman (1990) dengan menggunakan fungsi *spline* untuk menduga model. Pertimbangan penggunaan metode MARS untuk pemodelan ini, didasarkan pada ketidakjelasan pola hubungan antara variabel respon variabel prediktor. *Multivariate Adaptive Regression Spline* (MARS) merupakan metode yang tidak terlalu ketat dengan asumsi bentuk kurva, sehingga memberikan fleksibilitas yang tinggi, bahkan pada yang melibatkan banyak interaksi. Penelitian sebelumnya yang dilakukan oleh Sita (2015) mengenai pemodelan penduduk miskin di Indonesia didapatkan hasil bahwa faktor-faktor yang dominan dalam mempengaruhi persentase penduduk miskin tingkat kabupaten/kota di Indonesia adalah variabel persentase perempuan pengguna alat KB di rumah tangga miskin dan persentase rumah tangga yang pernah membeli beras raskin. Sa'diyah (2017) juga pernah melakukan penelitian mengenai klasifikasi diabetes melitus tipe II di klinik As-Shafa Sidoarjo menggunakan *Boosting Multivariate Adaptive Regression Spline* (MARS) yang didapatkan hasil bahwa variabel yang berkontribusi dalam model, yaitu variabel jenis kelamin, variabel BMI, variabel usia dan variabel aktivitas olahraga.

Pada penelitian ini, akan memodelkan faktor-faktor yang diduga berpengaruh terhadap kejadian *stunting* pada balita di Provinsi Jawa Timur menggunakan metode *Multivariate Adaptive Regression Spline* (MARS). Data yang digunakan dalam penelitian ini adalah data publikasi Kementerian Kesehatan RI tentang kejadian stunting pada balita dengan variabel yang digunakan ialah persentase bayi mendapatkan ASI eksklusif, persentase bayi mendapatkan imunisasi dasar lengkap, persentase pengeluaran per kapita sebulan, persentase peserta KB aktif, persentase ibu hamil mendapatkan zat besi (Fe), persentase cakupan pelayanan kesehatan anak balita, persentase cakupan

pelayanan kesehatan bayi, persentase penduduk dengan akses sanitasi layak, persentase penduduk miskin, persentase ibu hamil berisiko Kurang Energi Kronik (KEK), dan persentase ibu balita berpendidikan kurang dari SMA. Metode MARS digunakan karena data pada penelitian ini merupakan data yang berdimensi tinggi serta tidak menunjukkan pola hubungan yang jelas antara variabel respon dengan variabel prediktor.

1.2 Rumusan Masalah

Berdasarkan latar belakang yang telah diuraikan, rumusan masalah dalam penelitian ini adalah bagaimana karakteristik dan faktor-faktor yang mempengaruhi kejadian *stunting* pada balita di Provinsi Jawa Timur tahun 2018. Kemudian bagaimana model terbaik dari persentase kejadian *stunting* pada balita di Provinsi Jawa Timur tahun 2018 menggunakan *Multivariate Adaptive Regression Spline* (MARS).

1.3 Tujuan

Berdasarkan rumusan masalah yang telah disebutkan, tujuan yang ingin dicapai pada penelitian ini adalah sebagai berikut.

1. Mengetahui karakteristik dan faktor-faktor yang mempengaruhi kejadian *stunting* pada balita di Jawa Timur tahun 2018.
2. Mendapatkan model terbaik dari persentase kejadian *stunting* pada balita di Jawa Timur tahun 2018 menggunakan *Multivariate Adaptive Regression Spline (MARS).*

1.4 Manfaat

Penelitian ini diharapkan dapat bermanfaat dalam kemajuan ilmu pengetahuan dan memberikan informasi tambahan sebagai bahan pertimbangan atau rekomendasi bagi pemerintah daerah Provinsi Jawa Timur dalam pengambilan kebijakan untuk mengupayakan penanggulangan serta pencegahan kejadian *stunting* pada balita di Provinsi Jawa Timur. Bagi pembaca, penelitian ini diharapkan dapat digunakan sebagai bahan belajar dari aplikasi *Multivariate Adaptive Regression Spline* (MARS).

1.5 Batasan Masalah

Batasan masalah pada penelitian ini adalah penelitian menggunakan data persentase kejadian *stunting* pada balita di Jawa Timur pada tahun 2018 dengan unit observasi 38 Kabupaten/Kota di Jawa Timur.

BAB II
TINJAUAN PUSTAKA

2.1 Statistika Deskriptif

Statistika deskriptif adalah metode-metode yang berkaitan dengan pengumpulan dan penyajian suatu gugus data sehingga memberikan informasi yang berguna. Metode ini memberikan informasi hanya mengenai data yang dipunyai dan sama sekali tidak menarik inferensia atau kesimpulan apapun tentang gugus data induknya yang lebih besar (Walpole, 1995). Statistika deskriptif yang digunakan untuk memberi gambaran umum dari data pada suatu kasus yang didapatkan meliputi pengukuran pemusatan data, penyebaran data, dan menampilkan grafik atau diagram. Pengukuran pemusatan data dilakukan dengan menghitung nilai rata-rata dan pengukuran penyebaran data dilakukan dengan menghitung nilai varian. Selain itu juga statistika deskriptif bisa disajikan dalam bentuk diagram batang, histogram, *scatterplot* sehingga informasi yang disampaikan akan lebih mudah dipahami oleh pembaca.

Mean didapatkan dari membagi jumlah nilai pada data dengan banyaknya data tersebut. Rumus yang digunakan untuk menghitung *mean* dari sampel data adalah.

$$\bar{x} = \frac{\sum_{i=1}^{n} x_i}{n} \tag{2.1}$$

Untuk ukuran penyebaran data, biasa digunakan varian (s^2). Varian sampel adalah kuadrat simpangan dari semua nilai data terhadap rata-rata yang dituliskan dengan persamaan (2.2).

$$S^2 = \sum_{i=1}^{n} \frac{\left(x_i - \bar{x}\right)^2}{n-1} \tag{2.2}$$

dengan x_i adalah data ke-*i*, $\bar{x}$ adalah rata-rata, dan *n* adalah banyak data. Selain itu, juga terdapat nilai maksimum dan minimum. Nilai maksimum merupakan nilai tertinggi/terbesar

yang terdapat dalam suatu gugus data. Sedangkan nilai minimum adalah nilai terendah yang terdapat dalam sekumpulan data.

2.2 Regresi Nonparametrik

Analisis regresi digunakan untuk melihat pengaruh variabel independen (variabel prediktor) terhadap variabel dependen (variabel respon) dengan terlebih dahulu melihat pola hubungan variabel tersebut. Hal ini dapat dilakukan melalui tiga pendekatan dalam mengestimasi model, yaitu pendekatan parametrik, pendekatan nonpatametrik, serta pendekatan semiparametrik (gabungan antara pendekatan parametrik dan nonparametrik). Pendekatan parametrik mengasumsikan bentuk model yang sudah ditentukan, dimana bentuk kurva regresi (pola hubungan variabel respon dan variabel prediktor) diketahui. Apabila tidak ada informasi apapun tentang bentuk dan fungsi regresi, maka pendekatan yang digunakan adalah pendekatan nonparametrik (Budiantara, 2006).

Regresi nonparametrik mulai dikenal sekitar abad XIX, tepatnya pada tahun 1857 (Hardle, 1990). Regresi nonparametrik merupakan salah satu pendekatan yang digunakan untuk mengetahui pola hubungan antara variabel prediktor dan variabel respon yang tidak diketahui kurva regresinya atau tidak terdapat informasi masa lalu yang yang lengkap tentang bentuk pola data (Eubank, 1988). Beberapa model regresi nonparametrik yang banyak digunakan antara lain, Kernel, Spline, Polinomial Lokal, Histogram, Deret Ortogonal, Deret Fourier, k-NN, *Neural Network* (NN), MARS, *Wavelets*, dan lain sebagainya. Model regresi nonparametrik secara umum disajikan dalam persamaan (2.3).

$$y_i = f\left(x_i\right) + \varepsilon_i = 1, 2, 3, \ldots, n \qquad (2.3)$$

dimana,

y_i : variabel respon pada observasi ke-i

$f(x_i)$: fungsi regresi nonparametrik pada observasi ke-*i*

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

Spline adalah salah satu jenis *piecewise* polinomial, yaitu polinomial yang memiliki sifat tersegmen atau terpotong-potong. Sifat tersegmen ini memberikan fleksibilitas lebih dari polinomial biasa., sehingga memungkinkan untuk menyesuaikan secara lebih efektif terhadap karakteristik lokal suatu fungsi atau data. Wahba (1990) menunjukkan bahwa *Spline* mempunyai sifat-sifat statistik yang berguna untuk menganalisis hubungan dalam regresi. Namun *Spline* memiliki kelemahan pada saat orde *Spline* tinggi, knot yang banyak dan knot yang terlalu dekat akan membentuk matriks dalam perhitungan yang hampir singular, sehingga persamaan normal tidak dapat diselesaikan. *Spline* dalam regresi nonparametrik terus berkembang sampai pada model *adaptive* dan *multivariate* respon.

2.3 *Multivariate Adaptive Regression Spline* (MARS)

Multivariate Adaptive Regression Spline (MARS) merupakan suatu pemecahan masalah regresi nonparametrik yang bertujuan utama memprediksi suatu nilai dari variabel respon dari sekumpulan variabel prediktor tanpa asumsi mengenai hubungan fungsi dasar antara variabel respon dengan variabel prediktor. *Multivariate Adaptive Regression Spline* (MARS) merupakan *usefull model* yang dapat diperoleh meskipun dalam kondisi dimana hubungan antara variabel prediktor dan variabel respon *non-monotone* dan sukar untuk didekati dengan model parametrik. Model MARS difokuskan untuk mengatasi permasalahan data berdimensi tinggi, yaitu data yang memiliki jumlah variabel prediktor X_v sebanyak $3 \leq v \leq 20$ (Friedman, 1991). Selain itu, model MARS juga menghasilkan prediksi variabel respon yang akurat, serta menghasilkan model yang kontinu dalam knot berdasarkan nilai GCV terkecil. *Generalized Cross Validation* (GCV) merupakan metode untuk mendapatkan knot yang optimum.

Multivariate Adaptive Regression Spline (MARS) merupakan pendekatan untuk regresi nonparametrik multivariat antara variabel respon dan beberapa variabel prediktor pada *piecewise* regresi yang dikembangkan oleh Friedman (1991).

Piecewise regresi merupakan regresi yang memiliki sifat tersegmen. Nash dan Bradford (2001) menyatakan bahwa dua hal yang perlu diperhatikan dalam pemodelan MARS adalah knot dan basis fungsi. Apabila suatu garis regresi tidak bisa menjelaskan keseluruhan data maka beberapa garis regresi digunakan untuk menjelaskan seluruh data yang ada dari variabel yang independen. Tempat perubahan pola atau garis regresi (region) dan awal dari sebuah garis regresi yang lain. Pada setiap knot diharapkan adanya kontinuitas dari basis fungsi antar satu region dengan region yang lain.

Menurut Friedman (1991) ada beberapa hal yang harus diperhatikan dalam pemodelan menggunakan metode MARS, yaitu:

1. Knot. Ketika satu garis regresi tidak fit untuk suatu data yang bersifat *piecewise*, maka beberapa garis regresi dapat digunakan untuk menyatakan pola suatu data. Nilai variabel prediktor ketika *slope* suatu garis mengalami perubahan disebut dengan knot (Ryan & Porth, 2007). Setiap garis regresi mendefinisikan satu region sehingga knot dapat didefinisikan sebagai akhir dari satu region dan awal dari region yang lain.
2. Fungsi basis (BF), yaitu kumpulan dari fungsi yang digunakan untuk mewakili informasi. Basis fungsi terdiri dari satu atau lebih variabel. Basis fungsi ini merupakan fungsi parametrik yang didefinisikan pada tiap region. Pada umumnya basis fungsi yang dipilih berbentuk polinomial dengan derivatif yang kontinu pasa setiap knot.
3. Interaksi, merupakan *cross product* antar variabel yang saling berkorelasi.

Perlu dilakukan pengujian (*testing*) untuk mengontrol jumlah derajat bebas (DF) untuk mengoptimalisasi knot. Besarnya derajat bebas dapat ditetapkan dengan menggunakan validasi silang atau uji independensi sampel. Sedangkan basis fungsi merupakan suatu fungsi yang digunakan untuk menjelaskan hubungan antara variabel respon dan variabel prediktor. Basis fungsi ini

merupakan fungsi parametrik yang didefinisikan pada tiap region. Pada umumnya basis fungsi yang dipilih adalah berbentuk polinomial dengan turunan yang kontinu pada setiap titik knot. Friedman (1991) menyarankan jumlah maksimum basis fungsi (BF) dua sampai empat kali jumlah variabel prediktor. Jumlah interaksi maksimum (MI) adalah satu, dua, atau tiga dengan pertimbangan jika lebih dari tiga akan menghasilkan model yang sangat kompleks. Jarak minimum antar knot atau observasi minimum (MO) antar knot sebanyak 0, 1, 2, 3, 5, dan 10.

Multivariate Adaptive Regression Spline (MARS) merupakan pengembangan dari pendekatan *Recursive Partioning Regression* atau RPR (Breiman dkk, 1993) dan *Generalized Additive Modeling* (Hastie dan Tibshirani, 1990). Pendekatan *Recursive Partioning Regression* (RPR) masih memiliki kelemahan dimana model yang dihasilkan tidak kontinu pada knot, sehingga model MARS digunakan untuk mengatasi kelemahan *Recursive Partioning Regression* (RPR) yaitu menghasilkan model yang kontinu pada knot dan dapat mengidentifikasi adanya fungsi linier dan aditif. Perbaikan yang dilakukan untuk mengatasi keterbatasn RPR, antara lain menghasilkan fungsi basis menjadi persamaan (2.4).

$$B_m\left(x\right)=\prod_{k=1}^{K_m}\left[S_{km}\cdot\left(x_{v(k,m)}-t_{km}\right)\right]_+ \tag{2.4}$$

dimana:

B_m : basis fungsi ke-m pada variabel x

K_m : derajat interaksi pada basis fungsi ke-m

S_{km} : nilainya ±1, jika knotnya terletak di kanan subregion maka nilainya +1 atau jika knotnya terletak di kiri subregion maka nilainya -1

$x_{v(k,m)}$: variabel prediktor

t_{km} : nilai knot dari variabel prediktor $x_{v(k,m)}$

v : banyaknya variabel prediktor

k : banyaknya interaksi

m : banyaknya basis fungsi.

Hasil modifikasi model *Recursive Patitioning Regression* (RPR) dengan kombinasi *spline* oleh Friedman (1991) adalah model *Multivariate Adaptive Regression Spline* (MARS) dituliskan pada persamaan (2.5).

$$\hat{f}\left(x\right) = a_0 + \sum_{m=1}^{M} a_m \prod_{k=1}^{K_m} \left[S_{km} \cdot \left(x_{v(k,m)} - t_{km} \right) \right]_+ \tag{2.5}$$

dimana,

a_0 : koefisien konstanta dari basis fungsi induk B_0

a_m : koefisien konstanta dari basis fungsi ke-*m*

M : maksimum basis fungsi (*nonconstant basis fungsi*)

K : derajat interaksi pada basis fungsi ke-*m*

S_{km} : nilainya ±1, jika knotnya terletak di kanan subregion maka nilainya +1 atau jika knotnya terletak di kiri subregion maka nilainya -1

$x_{v(k,m)}$: variabel prediktor

t_{km} : nilai knot dari variabel prediktor $x_{v(k,m)}$

v : banyaknya variabel prediktor

k : banyaknya interaksi

m : banyaknya basis fungsi.

dengan fungsi,

$$\left(x_{v(k,m)} - t_{km} \right)_+ = \begin{cases} \left(x_{v(k,m)} - t_{km} \right), x_{v(k,m)} - t_{km} > 0 \\ 0 \qquad\qquad\qquad ,x_{v(k,m)} - t_{km} \le 0 \end{cases} \tag{2.6}$$

Estimasi untuk $\left\{ a_m \right\}_{m=0}^{M}$ ditentukan dengan menggunakan metode kuadrat terkecil (*ordinary least square* atau OLS).

Berdasarkan fingsi regresi nonparametrik, model MARS dinyatakan dalam persamaan (2.7).

$$y_i = a_0 + \sum_{m=1}^{M} a_m \prod_{k=1}^{K_m} \left[s_{km} . \left(x_{v(k,m)} - t_{km} \right) \right] + \varepsilon_i \tag{2.7}$$

Dari model MARS pada persamaan (2.7) dalam bentuk matriks dapat ditulis sebagai berikut.

$$\underline{Y} = \mathbf{B}\underline{\alpha} + \underline{\varepsilon} \tag{2.8}$$

dimana.

Y : variabel respon

B : $\left[1,\left(x_{v(k,m)}-t_{km}\right)_1^K\right]$ = basis fungsi

α : koefisien dari basis fungsi

ε : error

dengan,

$$y=\left(y_1,y_2,\ldots,y_n\right)^T,\alpha=\left(\alpha_1,\alpha_2,\ldots,\alpha_M\right)^T,$$

$$\varepsilon=\left(\varepsilon_1,\varepsilon_2,\ldots,\varepsilon_n\right)^T,$$

$$\mathbf{B}=\begin{bmatrix} 1 & \prod_{K=1}^{K_1}\left[S_{1m}\left(x_{1(1,m)}-t_{1m}\right)\right] & \cdots & \prod_{K=1}^{K_1}\left[S_{Mm}\left(x_{1(M,m)}-t_{Mm}\right)\right] \\ 1 & \prod_{K=1}^{K_1}\left[S_{1m}\left(x_{2(1,m)}-t_{1m}\right)\right] & \cdots & \prod_{K=1}^{K_1}\left[S_{Mm}\left(x_{2(M,m)}-t_{Mm}\right)\right] \\ \vdots & \vdots & \ddots & \vdots \\ 1 & \prod_{K=1}^{K_1}\left[S_{1m}\left(x_{n(1,m)}-t_{1m}\right)\right] & \cdots & \prod_{K=1}^{K_1}\left[S_{Mm}\left(x_{n(M,m)}-t_{Mm}\right)\right] \end{bmatrix}$$

Pada persamaan dalam bentuk matrik di atas,

B : matrik basis fungsi yang berukuran (n x (M+1))

α : vektor koefisien regresi yang berukuran ((M+1) x 1)

ε : vektor error yang berukuran (n x 1)

Penjabaran dari persamaan (2.5) dapat disajikan sebagai berikut.

$$\begin{aligned}\hat{f}\left(x\right)=a_0+\Sigma_{m=1}^{M}a_m\left[s_{1m}.\left(x_{v(1,m)}-t_{1m}\right)\right]_+ \\ +\Sigma_{m=1}^{M}a_m\left[s_{1m}.\left(x_{v(1,m)}-t_{1m}\right)\right]_+ . \\ \left[s_{2m}.\left(x_{v(2,m)}-t_{2m}\right)\right]_+ +\ldots\end{aligned} \tag{2.9}$$

Secara umum persamaan (2.9) dapat ditulis sebagai berikut.

$$\hat{f}\left(x\right) = a_0 + \sum_{i=1}^{v} f_i\left(x_i\right) + \sum_{ij=1}^{v} f_{ij}\left(x_i, x_j\right) + \sum_{ijk=1}^{v} f_{ijk}\left(x_i, x_j, x_k\right) + \ldots \tag{2.10}$$

Persamaan (2.8) menunjukkan bahwa penjumlahan pertama meliputi semua fungsi basis untuk satu variabel. Penjumlahan kedua meliputi semua fungsi basis untuk interaksi dua variabel. Penjumlahan ketiga meliputi semua fungsi basis untuk interaksi tiga variabel, dan seterusnya. Untuk mempermudah interpretasi model MARS, maka persamaan model MARS pada (2.10) dapat ditulis sebagai berikut.

$$\hat{f}\left(x\right) = \alpha_0 + \alpha_1 BF_1 + \alpha_2 BF_2 + \alpha_3 BF_3 + \cdots + \alpha_M BF_M \tag{2.11}$$

dengan,

$\hat{f}(x)$: variabel respon

a_0 : konstanta

a_M : koefisien konstanta dari fungsi basis ke-M

BF_M : basis fungsi ke-M

Dalam pembentukan model MARS, selain penentuan knot yang dilakukan secara otomatis dari data dan menghasilkan model yang kontinu pada knot, pemilihan model pada MARS juga menggunakan metode *stepwise* (*forward* dan *backward*). *Forward stepwise* dilakukan untuk mendapatkan basis fungsi dengan jumlah basis fungsi maksimum. Kriteria pemilihan basis fungsi pada forward stepwise adalah dengan meminimumkan *Average Sum Of Square Residual* (ASR). Penentuan titik knot dan koefisien sangat penting agar mendapatkan model terbaik. Untuk memenuhi konsep *parsimony* (model yang sederhana) dilakukan *backward stepwise*, yaitu memilih basis fungsi yang dihasilkan dan *forward stepwise* dengan meminimumkan nilai *Generalized Cross Validation* (GCV), atau dengan mengeluarkan basis fungsi yang kontribusinya kecil terhadap nilai dugaan respon. Pada MARS, beberapa hal yang perlu diperhatikan dalam pemilihan

model yang paling optimum (terbaik) adalah jika nilai GCV dari model tersebut mempunyai nilai paling rendah diantara model-model yang lain.

Ukuran kontribusi yang digunakan pada tahap ini menggunakan kriteria GCV. *Generalized Cross Validation* (GCV) digunakan karena memiliki sifat optimal asimtotik (Wahba, 1990). Metode GCV secara umum seperti persamaan (2.12)

$$GCV(M) = \frac{\frac{1}{n}\sum_{i=1}^{n}\left[y_i - \hat{f}_M(x_i)\right]^2}{\left[1 - \frac{C(M)}{n}\right]^2} \tag{2.12}$$

dimana keterangan masing-masing simbol adalah sebagai berikut.

n : jumlah data
M : jumlah basis fungsi
B : matriks basis fungsi
$C(M)$: jumlah parameter dalam model
y_i : variabel respon ke-i
x_i : variabel prediktor ke-i
$\hat{f}(x_i)$: nilai taksiran variabel respon pada pengamatan ke-i

Untuk mendapatkan model terbaik dalam pemodelan MARS dapat digunakan kriteria nilai GCV minimum. Jika terdapat model yang mempunyai nilai GCV minimum yang sama, maka dapat digunakan kriteria MSE yang paling minimum.

$$MSE = \frac{SSE}{n-p-1} = \frac{\sum_{i=1}^{n}\left(y_i - \hat{y}_l\right)^2}{n-p-1} \tag{2.13}$$

Algoritma pembentukan model MARS terdiri dari 2 tahapan.

1. Tahap *forward* dilakukan untuk mendapatkan fungsi dengan jumlah basis maksimum, yaitu diawali dengan menginisiasi, kemudian dilanjutkan pada tahap menduga koefisien

konstanta dari basis fungsi B_0. Misalkan terdapat M basis fungsi $B_0, B_1(x),...,B_M(x)$ maka basis fungsi yang digunakan :

$$B_1(x) = \prod_{k=1}^{K1}\left(s_{k1}\left(x_{v,(k,1)} - t_{k1}\right)\right)_+$$

$$B_2(x) = \prod_{k=1}^{K2}\left(s_{k2}\left(x_{v,(k,2)} - t_{k2}\right)\right)_+$$

Dengan $B_m(x)$ adalah basis fungsi $x_{v,(k,n)}$ adalah peubah yang terdapat dalam basis fungsi $B_m(x)$ dan t_{km} adalah posisi titik knot. Dimana $t_{km} \in \left\{x_{v,(k,m)}\right\}$. Penambahan basis fungsi dilanjutkan hingga M basis fungsi maksimum dan penentuannya menggunakan kriteria GCV.

2. Tahap *backward* akan dipilih satu fungsi basis (kecuali B_0) dan mengeluarkan basis tersebut jika kontribusinya kecil, kemudian proses *backward* akan berlanjut hingga tidak ada fungsi basis yang dapat dikeluarkan. Misalkan fungsi basis $B_m(x)$ dengan m=0,1,2,...,M, untuk menduga koefisien regresi dari α_m dengan menggunakan metode kuadrat terkecil, $\alpha = \left(\alpha_1, \alpha_2, \ldots, \alpha_M\right)^T$ dengan $y = \left(y_1, y_2, \ldots, y_n\right)^T$ serta **B** merupakan matriks komponen $B_m(x)$.

2.4 Pengujian Signifikansi Model MARS

Apabila telah ditemukan model MARS terbaik, maka dilakukan pengujian untuk mengecek signifikansi parameter untuk mengevaluasi kecocokan model. Pengujian dilakukan dengan menguji koefisien regresi secara simultan (serentak) maupun secara parsial.

1. Pengujian Secara Simultan (Serentak)

   Perumusan Hipotesis

   H_0 : $\alpha_1 = \alpha_2 = ... = \alpha_M = 0$

   H_1 : minimal terdapat satu $\alpha_j \neq 0$, M=1, 2, …, m (model signifikan)

   Statistika Uji :

$$F = \frac{\sum_{i=1}^{n} \frac{\left(\hat{y}_i - \bar{y}\right)^2}{M}}{\sum_{i=1}^{n} \frac{\left(\hat{y}_i - \bar{y}\right)^2}{n - M - 1}} \tag{2.14}$$

Daerah penolakan : Tolak H_0 apabila nilai $F > F_{\alpha(M,n-M-1)}$

2. Pengujia Secara Parsial

Perumusan Hipotesis

H_0 : $\alpha_j = 0$

H_1 : $\alpha_j \neq 0$, $m = 1,2,\ldots,M$

Statistik uji:

$$t = \frac{\hat{\alpha}_j}{SE\left(\hat{\alpha}_j\right)} \tag{2.15}$$

Daerah kritis : tolak H_0 apabila nilai $\left|t_{hitung}\right| > t_{(\alpha/2,n-M)}$

2.5 Balita *Stunting*

Stunting adalah kondisi dimana balita memiliki panjang atau tinggi badan yang kurang jika dibandingkan dengan umur. Kondisi ini diukur dengan panjang atau tinggi yang lebih dari minus 2 standar deviasi median standar pertumbuhan anak dari WHO. Balita *stunting* termasuk masalah gizi kronik yang disebabkan oleh banyak faktor seperti kondisi sosial ekonomi, gizi ibu saat hamil, kesakitan pada bayi, dan kurangnya asupan gizi pada bayi. Balita *stunting* di masa yang akan datang akan mengalami kesulitan dalam mencapai perkembangan fisik dan kognitif yang optimal (Kementerian Kesehatan RI, 2017).

World Health Organization (WHO) mengukur tingkat perkembangan dan status gizi anak menggunakan titik *cut off Z-score*, yaitu ukuran jarak antara nilai anak dan nilai ekspektasi dari populasi referensi. Seorang balita dikatakan mengalami stunting jika hasil pengukuran nilai *Z-score* kurang dari – 2.0 SD (Standar Deviasi). Secara umum, rumus perhitungan *Z-score* adalah sebagai berikut.

$$Z-score = \frac{Nilai\ Individu\ Subyek\ -\ Nilai\ Median\ Baku\ Rujukan}{Nilai\ Simpangan\ Baku\ Rujukan}$$

Berdasarkan Keputusan Menteri Kesehatan Nomor 1995/MENKES/XII/2010 tentang Standar Antropometri Penilaian Status Gizi Anak, tabel klasifikasi status gizi balita berdasarkan nilai *Z-score* dapat dilihat pada tabel 2.1.

Tabel 2. 1 Klasifikasi Status Gizi Balita Berdasarkan Nilai *Z-score*

Indeks	**Kategori Status Gizi**	**Ambang Batas (*Z-score*)**
TB/U (*Stunting*)	Sangat Pendek	Z-score < -3
	Pendek	-3 < Z-score < -2
	Normal	-2 < Z-score < 2
	Tinggi	Z-score > 2
BB/U (*Underweight*)	Gizi Buruk	Z-score < -3
	Gizi Kurang	-3 < Z-score < -2
	Gizi Baik	-2 < Z-score < 2
	Gizi Lebih	Z-score > 2
BB/TB (*Wasting*)	Sangat Kurus	Z-score < -3
	Kurus	-3 < Z-score < -2
	Normal	-2 < Z-score < 2
	Gemuk	Z-score > 2

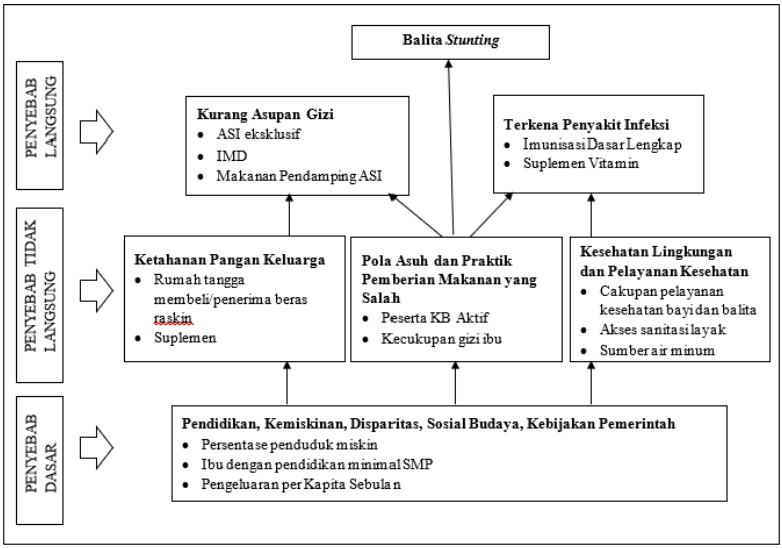
Untuk membandingkan permasalahan gizi antar wilayah digunakan angka prevalensi stunting, yaitu persentase jumlah balita yang mengalami kejadian stunting pada periode tertentu terhadap keseluruhan populasi balita pada wilayah tertentu dan periode tertentu. Menurut WHO klasifikasi permasalahan gizi dapat dilihat pada Tabel 2.2.

Tabel 2.2 Klasifikasi Masalah Gizi Menurut WHO

Indikator	**Tingkat Kekurangan Gizi Berdasarkan Prevalensi**			
	Rendah	**Sedang**	**Tinggi**	**Sangat Tinggi**
TB/U (*Stunting*)	< 20	20 – 29	30 – 39	≥ 40
BB/U (*Underweight*)	< 10	10 – 19	20 – 29	≥ 30
BB/TB (*Wasting*)	< 5	5 – 9	10 – 14	≥ 20

2.6 Kerangka Konsep

Pada penelitian mengenai persentase kejadian *stunting* pada balita diperlukan sebuah kerangka konsep penelitian untuk mengetahui faktor-faktor yang mempengaruhinya. Keadaan gizi masyarakat akan mempengaruhi tingkat kesehatan dan umur harapan hidup yang merupakan salah satu unsur utama penentuan keberhasilan pembangunan negara yang dikenal dengan istilah *Human Development Indeks* (HDI). Berikut merupakan gambaran kerangka konsep yang diduga memengaruhi persentase kejadian *stunting* pada balita.



Gambar 2. 1 Kerangka Konsep Balita *Stunting* (UNICEF, 1990)

Gambar 2.1 menunjukkan bahwa terdapat 3 faktor penyebab dari balita *stunting* berdasarkan UNICEF yaitu berasal dari penyebab langsung, penyebab tidak langsung, dan penyebab dasar. Penyebab langsung adalah aktivitas yang menyebabkan akibat atau dampak langsung pada balita *stunting* seperti kurangnya asupan gizi dan penyakit infeksi pada balita. Penyebab tidak langsung berasal dari aktivitas keluarga khususnya ibu bayi dan lingkungan. Penyebab dasar merupakan suatu penyebab yang

dianggap sebagai dasar dari penyebab-penyebab lain. Penyebab dasar bersifat umum yang terjadi pada suatu wilayah sehingga menyebabkan timbulnya masalah lain pada masyarakat.

BAB III
METODOLOGI PENELITIAN

3.1 Sumber Data

Data yang digunakan dalam penelitian ini adalah data sekunder yang diambil dari laporan resmi Kementerian Kesehatan RI pada Profil Kesehatan Jawa Timur tahun 2018 dan Indeks Pembangunan Kesehatan Masyarakat tahun 2018. Selain itu juga data diperoleh dari data Survei Sosial Ekonomi Nasional (Susenas) tahun 2018 dari Badan Pusat Statistik (BPS) Provinsi Jawa Timur. Unit observasi yang digunakan adalah tingkat kabupaten/kota di Provinsi Jawa Timur yang terdiri dari 38 kabupaten/kota.

3.2 Variabel Penelitian

Variabel respon yang digunakan dalam penelitian ini adalah persentase kejadian *stunting* pada balita di Provinsi Jawa Timur tahun 2018 dan variabel prediktor yang digunakan merupakan faktor-faktor yang diduga berpengaruh terhadap kejadian *stunting* pada balita yang diperoleh dari penelitian-penelitian terdahulu. Variabel penelitian yang digunakan disajikan dalam Tabel 3.1 sebagai berikut.

Tabel 3.1 Variabel Penelitian

Variabel	Keterangan
Y	Persentase kejadian *stunting* pada balita
X_1	Persentase bayi yang diberi ASI Eksklusif
X_2	Persentase bayi mendapatkan imunisasi dasar lengkap
X_3	Persentase pengeluaran per kapita sebulan
X_4	Persentase peserta KB aktif
X_5	Persentase ibu hamil mendapatkan zat besi (Fe)

Tabel 3.1 Variabel Penelitian (Lanjutan)

Variabel	Keterangan
X_6	Persentase cakupan pelayanan kesehatan anak balita
X_7	Persentase penduduk dengan akses sanitasi layak (jamban sehat)
X_8	Persentase Penduduk miskin
X_9	Persentase ibu hamil berisiko Kurang Energi Kronik (KEK)

Adapun definisi operasional dari variabel yang digunakan dalam penelitian ini adalah sebagai berikut.

a. Persentase Kejadian *Stunting* pada Balita

Menurut World Health Organization (WHO) *Child Growth Standard*, *stunting* didasarkan pada indeks panjang badan dibanding umur (PB/U) atau tinggi badan dibanding umur (TB/U) dengan batas (*z-score*) kurang dari -2 SD.

b. Persentase Bayi yang Diberi ASI Eksklusif

ASI Eksklusif adalah perilaku dimana hanya memberikan Air Susu Ibu (ASI) saja kepada bayi sampai umur 6 (enam) bulan tanpa makanan dan ataupun minuman lain kecuali sirup obat. *European Society for Pediatric Gastroenterology and Nutrition* (ESPGAN), *World Health Organization* (WHO), dan *Food Agriculture Organization* (FAO) merekomendasikan pemberian ASI selama enam bulan pertama setelah kelahiran.

c. Persentase Bayi Mendapat Imunisasi Dasar Lengkap

Program imunisasi dasar lengkap meliputi 5 jenis imunisasi yang wajib di berikan kepada bayi yaitu untuk bayi umur 7 hari adalah Hepatitis B (HB), bayi umur satu bulan adalah BCG dan Polio 1, bayi umur 2 bulan adalah imunisasi DPT (Diptheria, Pertusis, dan Tetanus) atau HB 1 dan Polio 2, bayi umur 9 bulan adalah imunisasi Campak dan anak berusia lebih dari 1 tahun maka diberikan MMR.

d. Persentase Pengeluaran per Kapita Sebulan

Biaya yang dikeluarkan untuk konsumsi semua anggota rumah tangga selama sebulan baik yang berasal dari pembelian, pemberian maupun produksi sendiri dibagi dengan banyaknya anggota rumah tangga dalam rumah tangga tersebut.

e. Persentase Peserta KB Akif
   Akseptor yang pada saat ini sedang memakai alat dan obat kontrasepsi (alokon) untuk menjarangkan kehamilan atau yang mengakhiri kesuburan, dan masih terlindungi oleh kontrasepsi.
f. Persentase Ibu Hamil Mendapatkan Zat Besi (Fe)
   Pemberian tablet zat besi (Fe) dimaksudkan untuk mengatasi kasus Anemia serta meminimalisasi dampak buruk akibat kekurangan Fe khususnya pada ibu hamil.
g. Persentase Cakupan Pelayanan Kesehatan Balita
   Cakupan pelayanan balita yang memperoleh pelayanan sesuai standar, meliputi pemantauan pertumbuhan minimal depalan kali setahun, pemantauan perkembangan minimal dua kali dalam setahun, dan pemberian vitamin A sebanyak dua kali .
h. Persentase Penduduk dengan Akses Sanitasi Layak (Jamban Sehat)
   Akses sanitasi layak adalah fasilitas sanitasi yang memenuhi syarat kesehatan, antara lain kloset menggunakan leher angsa, tempat pembuangan akhir tinja menggunakan tangki septik atau siste pengelolaan air limbah (SPAL)/Sistem Terpusat.
i. Persentase Penduduk Miskin
   Dalam menentukan rumah tangga miskin, BPS menggunakan 14 variabel untuk menentukan apakah suatu rumah tangga layak dikategorikan miskin, keempatbelas variabel tersebut adalah luas bangunan, jenis lantai, jenis dinding, fasilitas buang air besar, sumber air minum, sumber penerangan, jenis bahan bakar untuk memasak, frekuensi membeli daging, ayam dan susu dalam seminggu, frekuensi

makan dalam sehari, jumlah stel pakaian baru yang dibeli dalam setahun, akses ke puskesmas/poliklinik, akses ke lapangan pekerjaan, pendidikan terakhir kepala keluarga, dan kepemilikan beberapa aset.

j. Persentase Ibu Hamil Berisiko Kurang Energi Kronik (KEK)
Kurang Energi Kronik (KEK) merupakan suatu kondisi yang harus diwaspadai oleh setiap ibu hamil. Kondisi ini terjadi oleh wanita saat usia subur, yaitu perempuan di rentang usia 15 hingga 45 tahun. Cara mengidentifikasi apakah ibu hamil mengalami kurang energi kronik atau tidak yaitu menggunakan ukuran lingkaran lengan atas (LILA). Menurut Departemen Kesehatan, ibu hamil yng dinyatakan KEK yaitu jika ukuran LILA kurang dari 23,5 cm. Ibu hamil dengan KEK berisiko melahirkan bayi berat lahir rendah (BBLR) yang jika tidak segera ditangani dengan baik akan berisiko mengalami *stunting*.

3.3 Struktur Data

Struktur data yang digunakan dalam penelitian ini ditunjukkan pada Tabel 3.2. Struktur data yang digunakan sesuai dengan jumlah variabel yang digunakan, yaitu satu variabel respon dan sembilan variabel prediktor. Sedangkan jumlah kabupaten/kota di Provinsi Jawa Timur sebanyak 38 Kabupaten/Kota.

Tabel 3.2 Struktur Data Penelitian

y	x_1	x_2	x_3	x_4	x_5	x_6	x_7	x_8	x_9
y_1	$x_{1.1}$	$x_{1.2}$	$x_{1.3}$	$x_{1.4}$	$x_{1.5}$	$x_{1.6}$	$x_{1.7}$	$x_{1.8}$	$x_{1.9}$
y_2	$x_{2.1}$	$x_{2.2}$	$x_{2.3}$	$x_{2.4}$	$x_{2.5}$	$x_{2.6}$	$x_{2.7}$	$x_{2.8}$	$x_{2.9}$
y_3	$x_{3.1}$	$x_{3.2}$	$x_{3.3}$	$x_{3.4}$	$x_{3.5}$	$x_{3.6}$	$x_{3.7}$	$x_{3.8}$	$x_{3.9}$
y_4	$x_{4.1}$	$x_{4.2}$	$x_{4.3}$	$x_{4.4}$	$x_{4.5}$	$x_{4.6}$	$x_{4.7}$	$x_{4.8}$	$x_{4.9}$
$\vdots$	$\vdots$	$\vdots$	$\vdots$	$\vdots$	$\vdots$	$\vdots$	$\vdots$	$\vdots$	$\vdots$
y_{37}	$x_{37,1}$	$x_{37,2}$	$x_{37,3}$	$x_{37,4}$	$x_{37,5}$	$x_{37,6}$	$x_{37,7}$	$x_{37,8}$	$x_{37,9}$
y_{38}	$x_{38.1}$	$x_{38.2}$	$x_{38.3}$	$x_{38.4}$	$x_{38.5}$	$x_{38.6}$	$x_{38.7}$	$x_{38.8}$	$x_{38.9}$

3.4 Langkah Penelitian

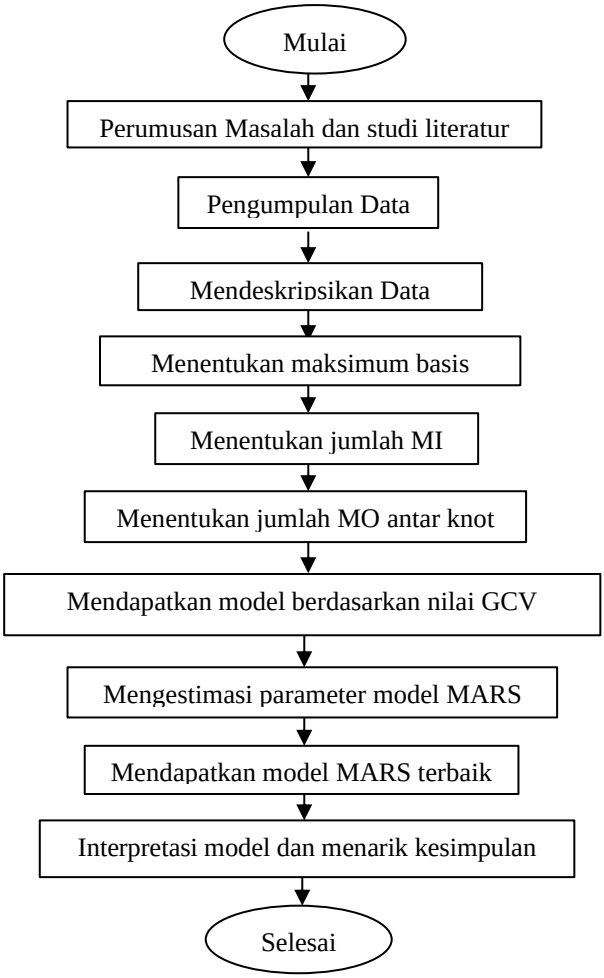
Metode yang digunakan pada penelitian ini adalah *Multivariate Adaptive Regression Spline* (MARS). Berikut adalah langkah-langkah analisis yang digunakan dalam melakukan penelitian ini sesuai dengan tujuan penelitian pada Bab I.

1. Mengumpulkan data persentase balita *stunting* di Jawa Timur tahun 2018 dan faktor-faktor yang diduga mempengaruhinya.
2. Mendeskripsikan persentase balita *stunting* di Jawa Timur beserta faktor-faktor yang diduga mempengaruhinya.
3. Mengidentifikasi pola hubungan antara variabel respon dengan masing-masing variabel prediktor dengan menggunakan *scatterplot*.
4. Menyusun model untuk data persentase balita *stunting* di Jawa Timur menggunakan metode MARS dengan tahapan sebagai berikut.
   a. Menentukan kombinasi antara *basis function* (BF), *maximum interaction* (MI) dan *minimum observation* (MO) dengan cara sebagai berikut.
      - Menentukan maksimum BF yaitu 2 sampai 4 kali jumlah variabel prediktor yang digunakan.
      - Menentukan jumlah MI yaitu 1, 2, dan 3 dengan asumsi bahwa, jika MI > 3 akan menghasilkan model yang semakin kompleks.
      - Menentukan jumlah MO antar knots yaitu 0,1,2,3,5, dan 10.
   b. Mendapatkan model berdasarkan nilai GCV minimum.
   c. Melakukan estimasi parameter model MARS.
   d. Mendapatkan model MARS terbaik
5. Menginterpretasikan model dan menarik kesimpulan.

3.5 Diagram Alir

Diagram alir menggambarkan alur perjalanan penelitian ini, mulai dari proses perumusan masalah dan *studi literatur*, pengumpulan data hingga penarikan kesimpulan dan saran.

Diagram alir dari langkah analisis pada penelitian ini adalah sebagai berikut.



Gambar 3. 1 Diagram Alir

BAB IV
ANALISIS DAN PEMBAHASAN

4.1 Karakteristik Persentase Kejadian *Stunting* pada Balita

Penelitian ini menggunakan data persentase kejadian *stunting* pada balita di setiap 38 Kabupaten/Kota di Jawa Timur dengan sembilan variabel prediktor yang diduga mempengaruhinya (Lampiran 1). Karakteristik data berdasarkan variabel penelitian ditampilkan pada Tabel 4.1 sebagai berikut.

Tabel 4.1 Karakteristik Persentase Kasus dan Faktor-Faktor yang Diduga Berpengaruh

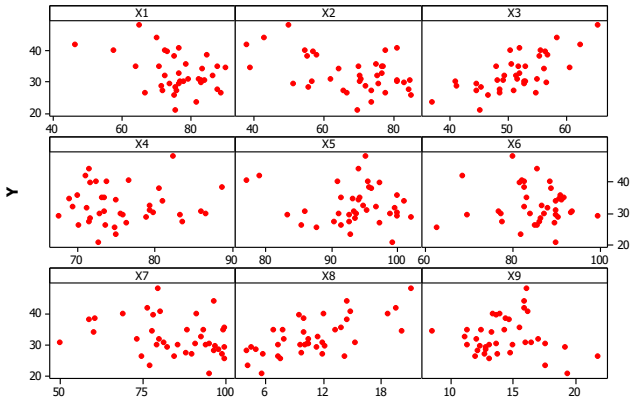
Variabel	Rata-rata	Simpangan Baku	Minimum	Maksimum
Y	32,51	5,94	20,90	47,90
X1	76,42	8,82	46,40	90,20
X2	67,74	12,82	37,80	85,00
X3	51,35	5,95	36,87	65,43
X4	75,81	5,31	67,70	88,80
X5	93,44	5,68	76,94	102,11
X6	85,06	7,31	62,60	99,50
X7	84,70	12,91	50,02	100,00
X8	10,86	4,45	3,89	21,21
X9	14,38	2,63	8,50	21,80

Tabel 4.1 menunjukkan bahwa variabel X_2 dan X_7 memiliki nilai simpangan baku yang paling tinggi yaitu di atas 10%. Hal ini menunjukkan bahwa keragaman data antar Kabupaten/Kota di Jawa Timur pada variabel persentase bayi mendapatkan imunisasi dasar lengkap (X_2) dan variabel persentase akses sanitasi layak (X_7) cukup besar dibandingkan dengan variabel yang lain. Persentase kejadian stunting pada balita di Jawa Timur memiliki rata-rata sebesar 32,51% dengan persentase kejadian stunting pada balita nilai terendah sebesar 20,9% yang terletak di Kota Mojokerto dan nilai tertinggi sebesar 47,9% yang terletak di Kabupaten Sampang.

Untuk variabel persentase bayi yang diberi ASI eksklusif memiliki rata-rata sebesar 76,42% dengan nilai terendah sebesar

46,4% yang terletak di Kabupaten Bangkalan dan nilai tertinggi sebesar 90,2% yang terletak di Kabupaten Sumenep.

Selanjutnya langkah analisis yang dilakukan dalam penelitian ini adalah membuat plot antara variabel respon dan sembilan variabel prediktor untuk mengetahui pola hubungan antara variabel respon dengan sembilan variabel prediktor tersebut. Berikut ini merupakan plot yang menunjukkan pola hubungan sembilan variabel prediktor terhadap variabel respon.



Gambar 4. 1 Plot Variabel Respon dengan Sembilan Variabel Prediktor

Gambar 4.1 menunjukkan bahwa terdapat beberapa plot yang tidak menunjukkan kecenderungan membentuk pola tertentu. Plot antara variabel persentase bayi diberi ASI eksklusif dan persentase kejadian stunting pada balita menunjukkan bahwa plot tersebut tidak mengikuti pola tertentu. Kemudian pada plot variabel persentase bayi mendapatkan imunisasi dasar lengkap, persentase pengeluaran per kapita sebulan, persentase ibu hamil mendapatkan zat besi (Fe), persentase cakupan pelayanan kesehatan anak balita, persentase penduduk dengan akses sanitasi layak (jamban sehat), persentase penduduk miskin, persentase ibu hamil berisiko kurang energi kronik (KEK) terhadap variabel persentase kejadian stunting pada balita menunjukkan bahwa tidak terdapat pola hubungan antara variabel respon dan variabel

prediktor. Hal ini merupakan pertimbangan yang digunakan untuk memodelkan data tersebut adalah regresi nonparametrik. Sehingga pendekatan regresi nonparametrik yang digunakan dalam penelitian ini adalah MARS karena data yang digunakan berdimensi tinggi.

4.2 Pembentukan Model MARS

Dilakukan analisis deskriptif untuk mengetahui karakteristik variabel persentase kejadian stunting pada balita dan masing-masing variabel yang diduga mempengaruhinya. Kemudian menganalisis pola hubungan antar variabel yang menunjukkan bahwa semua variabel merupakan komponen pendekatan regresi nonparametrik yang digunakan dalam penelitian ini adalah MARS karena data yang digunakan berdimensi tinggi. Tahap pembentukan model MARS dilakukan dengan kombinasi antara jumlah maksimum Basis Fungsi (BF), Minimum Interaksi (MI) dan Minimum Observasi (MO) diantara knot hingga diperoleh model optimal dengan GCV minimum. Basis Fungsi (BF) merupakan fungsi yang didefinsikan pada setiap region. Maksimum jumlah Interaksi (MI) merupakan banyak interaksi yang dapat terjadi dalam model. Jika MI yang digunakan adalah 1, berarti tidak ada interaksi antar variabel dalam model. Jika MI yang digunakan 2, maka ada interaksi antar 2 variabel dalam model. Begitu pula jika MI yang digunakan adalah 3, maka interaksi yang dapat terjadi paling banyak antar 3 variabel. Minimum Observasi (MO) merupakan minimum jumlah pengamatan diantara knot.

Variabel prediktor yang digunakan dalam penelitian ini ada sebanyak sembilan variabel sehingga banyaknya basis fungsi (BF) yang digunakan adalah sebanyak 18, 27, dan 36. Maksimum interaksi (MI) yang digunakan pada penelitian ini adalah 1, 2 dan 3 sedangkan minimum observasi (MO) yang digunakan adalah 0, 1, 2 dan 3. Sehingga banyaknya model yang mungkin berdasarkan kombinasi nilai BF, MI dan MO tersebut sebanyak 36 model. Hasil pemodelan MARS untuk data kejadian stunting

pada balita di Jawa Timur pada penelitian ini ditunjukkan pada Tabel 4.2 sebagai berikut.

Tabel 4.2 Hasil Pemodelan MARS Kejadian Stunting pada Balita

No. Model	BF	MI	MO	GCV
1	18	1	0	19,34971
2	**18**	**1**	**1**	**15,67661**
3	18	1	2	18,82684
4	18	1	3	15,86727
5	18	2	0	21,37902
6	18	2	1	16,95383
7	18	2	2	21,02491
8	18	2	3	21,0206
9	18	3	0	21,37902
10	18	3	1	18,43102
11	18	3	2	21,02491
12	18	3	3	21,0206
13	27	1	0	19,34971
14	27	1	1	15,67661
15	27	1	2	16,94287
16	27	1	3	15,86727
17	27	2	0	21,37902
18	27	2	1	16,95383
19	27	2	2	21,02491
20	27	2	3	21,0206
21	27	3	0	21,37902
22	27	3	1	18,43102
23	27	3	2	21,02491
24	27	3	3	21,0206
25	36	1	0	19,34971
26	36	1	1	15,67661
27	36	1	2	16,94287
28	36	1	3	15,86727
29	36	2	0	21,37902
30	36	2	1	16,95383
31	36	2	2	21,02491
32	36	2	3	21,0206
33	36	3	0	21,37902
34	36	3	1	18,43102
35	36	3	2	21,02491
36	36	3	3	21,0206

Tabel 4.2 merupakan hasil pemodelan MARS untuk kejadian stunting pada balita dengan sembilan variabel yang diduga mempengaruhinya. Dari semua kemungkinan model berdasarkan kombinasi nilai BF, MI, dan MO yang telah dicobakan, didapatkan model terbaik MARS dengan kriteria model yang memiliki nilai GCV terkecil dan menganut prinsip parsimoni model yaitu model ke-2 dengan jumlah BF = 18, MI = 1, dan MO = 1 dengan nilai GCV 15,67661.

Model MARS yang didapatkan yaitu sebagai berikut.

$$\hat{f}\left(x\right) = 32,0855 - 0,2687 * \mathrm{BF}_1 + 0,8231 * \mathrm{BF}_2 \qquad (4.1)$$

dengan,

$$\mathrm{BF}_1 = \max\left(0, \mathrm{X}_1 - 57,7\right)$$

$$\mathrm{BF}_2 = \max\left(0, \mathrm{X}_2 - 45,1\right)$$

Model yang didapat terdiri dari 2 basis fungsi tanpa interaksi. Dari model MARS terbaik pada persamaan (4.1) diketahui bahwa pada model MARS tersebut tidak memuat antara variabel-variabel prediktor dalam basis fungsi, sehingga interpretasi yang dilakukan adalah BF1 = max (0, X1 – 57,7) dengan koefisien -0,2687 pada model mempunyai arti bahwa jika variabel bayi yang diberi ASI eksklusif (X1) lebih besar dari 57,7 maka akan menurunkan angka persentase kejadian stunting pada balita sebesar 0,2687. BF2 = max (0, X3 – 45,1) dengan koefisien 0,8231 pada model mempunyai arti bahwa jika variabel pengeluaran per kapita sebulan (X_3) lebih besar dari 45,1 maka akan meningkatkan angka persentase kejadian stunting pada balita sebesar 0,8231.

Selanjutnya dari model MARS pada persamaan (4.1) dapat diketahui bahwa terdapat dua variabel prediktor yang masuk dalam model, yaitu persentase bayi diberi ASI eksklusif (X_1) dan persentase pengeluaran per kapita sebulan (X_3). Untuk melihat sejauh mana variabel-variabel tersebut mempengaruhi pembentukan model MARS, maka dapat dilihat pada tabel *relative variable importance* pada Lampiran 3, dimana variabel

persentase pengeluaran per kapita sebulan (X_3) memiliki tingkat kepentingan 100% terhadap model, sehingga pada tahap *forward*, variabel tersebut akan dipilih pertama kali. Selanjutnya dipilih variabel yang memiliki tingkat kepentingan terbesar kedua, demikian seterusnya hingga seluruh variabel yang memiliki kontribusi masuk dalam model. Besarnya kontribusi atau tingkat kepentingan untuk masing-masing variabel terhadap model dapat dilihat pada Tabel 4.3.

Tabel 4.3 Tingkat Kepentingan Variabel Prediktor

Variabel	Tingkat Kepentingan
X_3	100%
X_1	41%
X_2	0
X_4	0
X_5	0
X_6	0
X_7	0
X_8	0
X_9	0

Tabel 4.3 menunjukkan bahwa variabel persentase pengeluaran per kapita sebulan (X_3) memiliki tingkat kepentingan 100% terhadap model, kemudian variabel persentase bayi diberi ASI eksklusif memiliki tingkat kepentingan sebesar 41%.

4.3 Pengujian Signifikasi Model

Pengujian signifikasi model dilakukan untuk mengecek signifikasi parameter untuk mengevaluasi kecocokan model. Pengujian dilakukan dengan menguji koefisien regresi secara serentak maupun parsial.

4.3.1 Pengujian Secara Serentak

Pengujian parameter secara serentak dilakukan untuk mengetahui apakah seluruh para meter dari variabel prediktor yang digunakan signifikan terhadap model. Hipotesis yang

digunakan untuk pengujian parameter secara serentak adalah sebagai berikut.

$H_0: \alpha_1 = \alpha_2 = 0$

H_1 : Minimal terdapat $\alpha_j \neq 0, j = 1,2$

Pengujian ini menggunakan statistik uji persamaan yang kemudian dibandingkan dengan nilai $F_{(\alpha,\ M;n-M-1)}$. Dengan menggunakan taraf kepercayaan 95% diperoleh $F_{(0,05,2;35)}$ = 3,27. Berikut hasil pengujian parameter secara serentak ditampilkan pada Tabel 4.4.

Tabel 4.4 *Output* Nilai F

F	P-value
33,370	0,000

Diambil keputusan Tolak H_0 apabila nilai statistik uji F > $F_{(0,05;2;35)}$. Berdasarkan Tabel 4.4 diperoleh nilai statistik uji F sama dengan 33,370 dengan *p-value* 0,000. Karena nilai F_{hitung} > 3,27, maka menghasilkan keputusan Tolak H_0. Selain itu diperoleh *p-value* < 0,05 dan diperoleh keputusan Tolak H_0. Hal ini menunjukkan bahwa minimal terdapat satu parameter yang berpengaruh signifikan pada model, atau secara bersama terdapat minimal satu variabel prediktor berpengaruh signifikan terhadap persentase kejadian stunting pada balita di Jawa Timur. Berdasarkan hal tersebut, maka dapat dilanjutkan untuk dilakukan pengujian parameter secara parsial.

4.3.2 Pengujian Secara Parsial

Pengujian parsial dilakukan untuk mengetahui variabel mana yang memberikan pengaruh signifikan terhadap persentase kejadian stunting pada balita secara individu atau parsial. Pengujian parsial dilakukan setelah pengujian serentak menunjukkan bahwa minimal terdapat satu para meter yang signifikan. Berikut merupakan hipotesis untuk melakukan uji parameter secara parsial.

$H_0: \alpha_j = 0$

$H_1: \alpha_j \neq 0, j=1,2$

Pengujian parameter secara parsial menggunakan persamaan yang akan dibandingkan dengan $t_{(\alpha/2,n-M)}$ dan $-t_{(\alpha/2,n-M)}$ dengan menggunakan taraf kepercayaan 95% diperoleh $t_{(0,025;36)}$ =2,02809 dan $-t_{(0,025;36)}$ = -2,02809. Hasil pengujian parameter secara parsial ditampilkan pada Tabel 4.5.

Tabel 4.5 Hasil Pengujian Signifikansi Parameter Secara individu

Variabel	Estimator	T	*p-value*
Konstan	32,0855	18,417	0,000
X_1	-0,2687	-3,611	0,000
X_3	0,8231	7,610	0,000

Diambil keputusan Tolak H_0 apabila nilai statistik uji $t > t_{(0,025;35)}$ dan $t < -t_{(0,025;35)}$. Berdasarkan Tabel 4.5 diperoleh keputusan bahwa Tolak H_0 karena nilai statistik uji t untuk variabel X_1 dan X_3 lebih dari $t_{(0,025;36)}$ (2,02809), sehingga dapat diambil kesimpulan bahwa variabel persentase bayi diberi ASI eksklusif (X_1) dan variabel persentase pengeluaran per kapita sebulan (X_3) berpengaruh signifikan terhadap persentase kejadian stunting pada balita di Jawa Timur secara parsial.

BAB V
KESIMPULAN DAN SARAN

5.1 Kesimpulan

Berdasarkan analisis yang telah dilakukan, diperoleh kesimpulan sebagai berikut.

1. Persentase kejadian stunting pada balita di Jawa Timur memiliki rata-rata sebesar 32,51%. Hal ini menunjukkan bahwa kejadian stunting di Jawa Timur lebih tinggi dari nasional. Terdapat 4 wilayah di Jawa Timur yang memiliki persentase kejadian stunting di atas angka 40%, yaitu Kabupaten Ngawi, Kabupaten Bangkalan, Kabupaten Pamekasan, dan Kabupaten Sampang.
2. Model terbaik yang digunakan untuk memodelkan persentase kejadian stunting pada balita di Jawa Timur tahun 2018 ialah *Multivariate Adaptive Regression Spline* (MARS) dengan kombinasi nilai BF = 18, MI = 1, MO = 1, dan nilai GCV minimum sebesar 15,67661. Dengan jumlah variabel yang masuk dalam model adalah 2, variabel persentase bayi diberi ASI eksklusif (X_1) dan variabel persentase pengeluaran per kapita sebulan (X_3).
3. Pengujian signifikasi model dilakukan secara serentak dan parsial. Pada pengujian secara serentak didapatkan kesimpulan bahwa minimal terdapat satu parameter yang berpengaruh signifikan terhadap kejadian stunting pada balita di Jawa Timur. Berdasarkan pengujian secara parsial didapatkan kesimpulan bahwa variabel persentase bayi diberi ASI eksklusif (X_1) dan variabel persentase pengeluaran per kapita sebulan (X_3) berpengaruh signifikan terhadap persentase kejadian stunting pada balita di Jawa Timur.

5.2 Saran

Saran yang dapat direkomendasikan untuk penelitian selanjutnya adalah pertimbangan dalam memilih variabel prediktor yang diduga berpengaruh terhadap persentase kejadian

stunting pada balita di Jawa Timur. Kemudian mempertimbangkan pola hubungan antara variabel prediktor dengan variabel respon, untuk dapat menentukan metode yang tepat digunakan untuk memodelkan persentase kejadian stunting pada balita di Jawa Timur tahun 2018. Sedangkan bagi pemerintah, untuk meningkatkan sosialisasi atau kampanye mengenai pentingnya asupan gizi pada balita untuk menekan tingginya angka stunting serta memberikan perhatian khusus pada kabupaten/kota yang memiliki persentase kejadian stunting tertinggi.

DAFTAR PUSTAKA

Anindita, S. D. (2018). *Pemodelan Persenatse Balita Stunting di Indonesia Menggunakan Regresi Non Parametrik Spline Truncated*. Surabaya: Program Studi Sarjana Departemen Statistika Fakultas Matematika, Komputasi, dan Sains Data ITS.

Ayu, E. D. (2015). *Pendekatan Multivariate Adaptive Regression Splines (MARS) pada Data Panel untuk Pemodelan Penduduk Miskin di Indonesia.* Surabaya: Program Master Jurusan Statistika Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam ITS.

Breiman, L., Friedman, J. H., Olshen, R. A., & Stone, C. J. (1993). *Classification and Regression Trees*. New York: Chapman and Hall.

Budiantara, I. N. (2006). Model Spline dengan Knot Optimal. *Jurnal Ilmu Dasar*, Vol.7, 77-85.

Daniel, W. W. (1989). *Statistika Non Parametrik.* Diterjemahkan oleh: Alex Tri Kuncoro. Jakarta: PT. Gramedia.

Draper, N. R., & Smith, H. (1998). *Applied Regression Analysis* (*3rd Edition*). New York: John Wiley and Sons Inc.

Eubank, R. L. (1988). *Spline Smoothing and Nonparametric Regression*. New York: Marcel Dekker.

Eubank, R. L. (1999). *Nonparametric Regression and Spline Smoothing (2nd Edition*.).

USA: Marcel Dekker.

Friedman, J. H. & Silverman, B. W. (1989). Flexible Parsimony Smoothing and Addative Modeling. *Technometrics, Vol. 31*, hal. 3-39.

Friedman, J. H. (1991). Multivariate Adaptive Regression Splines. *The Annals of Statistics*, Vol.19, hal. 1-141.

Hardle, W. (1990). *Applied Nonparametric Regression*. New York: Cambridge University Press.

Hastie, T. & Tibshirani, R. (1990). *Generalized Additive Models*. London: Chapman & Hall.

Hestie, T., Tibshirani, R., & Friedman, J. H. (2008). *The Elements of Statistical Learning*. California: Stanford.

Kementerian Kesehatan RI. (2016). *Siatuasi Balita Pendek*. Jakarta: Pusdatin Departemen Kesehatan RI.

Kementerian Kesehatan RI. (2017). *Hasil Utama RISKESDAS 2018*. Jakarta: Pusat Badan Penelitian dan Pengembangan Kesehatan.

Lewis, R. J. (2000). *An Introduction to Classification and Regression Trees (CART) Analysis*. Torrance, California: Department of Emergency Medicine Harbor – UCLA Medical Center.

Nash, M. S. & Bradford, D. F. (2001). *Parametric and Non Parametric Logistic Regression for Prediction of Precense/ Absence of an Amphibian*. Las Vegas: Nevada.

Ni'mah, K., Nadhiroh, S. R. (2015). *Faktor-Faktor yang Berhubungan dengan Kejadian Stunting pada Balita*. Surabaya: Departemen Gizi Kesehatan Fakultas Kesehatan Masyarakat Universitas Airlangga.

Ryan, S. E. & Porth, L. S. (2007). *A Tutorial on The Piecewise Regression Approach Applied to Bedload Transport Data*. USA: Rocky Research Station.

Setiawan, E., Machmud, R., Masrul. (2018). *Faktor-Faktor yang Berhubungan dengan Kejadian Stunting pasa Anak Usia 24-59 Bulan di Wilayah Kerja Puskesmas Andalas Kecamatan Padang Timur Kota Padang Tahun 2018*. Padang: Fakultas Kedokteran Universitas Andalas.

TNP2K. (2017). *100 Kabupaten/Kota Prioritas untuk Intervensi Anak Kerdil (Stunting)*. Jakarta: Badan Penelitian dan Pengembangan Kesehatan.

Utami, I. P. (2016). *Pemodelan Risiko Kejadian Malnutrisi pada Pasien Anak Penderita ISPA dengan Pendekatan MARS*.

Surabaya: Program Studi Sarjana Departemen Matematika Fakultas Sains dan Teknologi Unair.

Wahba, G. (1990). *Spline Models for Observation Data*. Pensylvania: SIAM.

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

(Halaman ini sengaja dikosongkan)

LAMPIRAN

Lampiran 1 Data Persentase Kejadian Stunting pada Balita di Jawa Timur Tahun 2018 dan Faktor-faktor yang Mempengaruhinya

Y	X1	X2	X3	X4	X5	X6	X7	X8	X9
26,3	88,8	77,5	54,77	70,2	85,31	85,5	74,78	14,19	21,8
30,5	83,2	80,7	49,22	73,6	85,94	76,8	90,95	10,36	17,6
39,9	57,7	77,4	50,44	72,5	90,94	82,6	91,44	12,02	13,4
26,2	66,8	66,4	48,58	73,7	91,30	85,1	84,69	7,27	11,9
27,4	87,8	84,1	48,49	83,7	90,30	77,6	88,27	9,72	14,8
29,4	73,9	75,6	52,83	75,9	92,56	90	82,44	11,31	12,8
31,7	72,5	70,2	49,32	71,3	99,59	88,1	80	10,37	17
34	83,5	64,2	56,15	81	100,89	90	60,23	9,98	13,3
38,3	84,6	57,8	56,77	88,8	95,73	82,7	60,59	9,98	14,4
32	86,3	75,3	51,34	69,4	96,63	82,7	73,37	7,8	12
38	75,2	55,3	55,38	80,6	96,05	88,7	58,97	14,39	14,7
30,7	82,5	62	54,98	86,1	93,40	93,7	50,02	11,82	16,5
39,9	72,7	54,5	55,7	73,8	95,39	88,5	69,24	18,71	13,9
39,7	73,2	57	56,44	71,7	97,17	81,6	78,42	9,45	13,6
27	72	65,5	44,48	76,4	97,17	89,5	89,98	5,69	12,7
29,9	77,9	70,3	52,67	86,6	91,01	84,1	79,4	10,08	11,3
29,8	83	80,7	52,91	75,6	93,78	87,2	85,76	9,56	13,1
29,6	83,1	82,8	56,66	83,3	83,19	69,6	97,15	12,11	12,3
32,4	76,6	76,6	51,86	79,4	94,68	86,7	92,79	11,42	11,1
30,3	84,1	84,5	48,06	79,8	99,97	93,5	95,36	10,31	13,6
40,5	76,6	80,7	51,88	76,7	76,94	82,2	80,5	14,83	16,2
34,9	87,9	70	53,07	73,6	91,41	91,8	99,41	13,16	14,3
30,8	79,4	70,7	51,54	79,4	95,22	89,8	81,63	15,31	16
35,5	78,5	75	50,56	70,1	99,85	91	100	13,8	15,5
27,2	75,9	73,5	50,94	71,6	92,64	86,1	99,19	11,89	13,7
41,9	46,4	37,8	62,5	71,1	79,04	68,4	76,47	19,59	15,9
47,9	65	49,9	65,43	82,4	95,04	79,9	79,61	21,21	16,1
44,1	70,2	42,9	58,43	71,5	94,09	85,7	96,68	14,47	15,9
34,3	90,2	39	60,69	75	94,01	91,2	78,12	20,16	8,5
34,6	64,2	76,7	47,83	69	93,21	90,7	93,45	7,68	11,3
25,6	75,3	85	46,48	74,9	87,73	62,6	100	7,44	13,1
23,4	81,7	73,4	36,87	75	92,86	81,9	77,13	4,1	17,6
30	77	56,6	40,83	72,9	98,91	77,3	94,14	7,2	15
34,9	71	76,5	51,79	73,2	94,16	83,3	88,57	6,77	12,4
20,9	75,5	69,5	45,1	72,8	99,27	90	95,13	5,5	19,4

Lampiran 2 Data Persentase Kejadian Stunting pada Balita di Jawa Timur Tahun 2018 dan Faktor-faktor yang Mempengaruhinya (Lanjutan)

Y	X1	X2	X3	X4	X5	X6	X7	X8	X9
29,1	76,7	51,3	44,4	67,7	99,98	99,5	100	4,49	19,2
28,6	71,6	71,8	40,94	79	102,11	90,5	97,97	4,88	12,8
28,3	75,6	55,5	45,18	71,7	93,52	86,3	96,61	3,89	12,1

Lampiran 3 *Syntax* Pembentukan Model MARS

```
library(readxl)
library (car)
library (lmtest)
library (zoo)
library (AER)
library(earth)
data <- read_excel("E:/STATISTIKA/SEMESTER
8/TUGAS AKHIR/Data TA.xlsx")
View(data)
Y = data$Y
X1 = data$X1
X2 = data$X2
X3 = data$X3
X4 = data$X4
X5 = data$X5
X6 = data$X6
X7 = data$X7
X8 = data$X8
X9 = data$X9
A<-Y~X1+X2+X3+X4+X5+X6+X7+X8+X9
PsMars18.1.0 = earth(A, data = data, nk=18,
minspan=0,endspan=0, degree=1)
PsMars18.1.1 = earth(A, data = data, nk=18,
minspan=1,endspan=1, degree=1)
PsMars18.1.2 = earth(A, data = data, nk=18,
minspan=2,endspan=2, degree=1)
PsMars18.1.3 = earth(A, data = data, nk=18,
minspan=3,endspan=3, degree=1)
PsMars18.2.0 = earth(A, data = data, nk=18,
minspan=0,endspan=0, degree=2)
PsMars18.2.1 = earth(A, data = data, nk=18,
minspan=1,endspan=1, degree=2)
PsMars18.2.2 = earth(A, data = data, nk=18,
minspan=2,endspan=2, degree=2)
PsMars18.2.3 = earth(A, data = data, nk=18,
minspan=3,endspan=3, degree=2)
PsMars18.3.0 = earth(A, data = data, nk=18,
minspan=0,endspan=0, degree=3)
PsMars18.3.1 = earth(A, data = data, nk=18,
minspan=1,endspan=1, degree=3)
PsMars18.3.2 = earth(A, data = data, nk=18,
minspan=2,endspan=2, degree=3)
PsMars18.3.3 = earth(A, data = data, nk=18,
minspan=3,endspan=3, degree=3)
PsMars27.1.0 = earth(A, data = data, nk=27,
minspan=0,endspan=0, degree=1)
PsMars27.1.1 = earth(A, data = data, nk=27,
minspan=1,endspan=1, degree=1)
```

```
PsMars27.1.2 = earth(A, data = data, nk=27,
minspan=2,endspan=2, degree=1)
PsMars27.1.3 = earth(A, data = data, nk=27,
minspan=3,endspan=3, degree=1)
PsMars27.2.0 = earth(A, data = data, nk=27,
minspan=0,endspan=0, degree=2)
PsMars27.2.1 = earth(A, data = data, nk=27,
minspan=1,endspan=1, degree=2)
PsMars27.2.2 = earth(A, data = data, nk=27,
minspan=2,endspan=2, degree=2)
PsMars27.2.3 = earth(A, data = data, nk=27,
minspan=3,endspan=3, degree=2)
PsMars27.3.0 = earth(A, data = data, nk=27,
minspan=0,endspan=0, degree=3)
PsMars27.3.1 = earth(A, data = data, nk=27,
minspan=1,endspan=1, degree=3)
PsMars27.3.2 = earth(A, data = data, nk=27,
minspan=2,endspan=2, degree=3)
PsMars27.3.3 = earth(A, data = data, nk=27,
minspan=3,endspan=3, degree=3)
PsMars36.1.0 = earth(A, data = data, nk=36,
minspan=0,endspan=0, degree=1)
PsMars36.1.1 = earth(A, data = data, nk=36,
minspan=1,endspan=1, degree=1)
PsMars36.1.2 = earth(A, data = data, nk=36,
minspan=2,endspan=2, degree=1)
PsMars36.1.3 = earth(A, data = data, nk=36,
minspan=3,endspan=3, degree=1)
PsMars36.2.0 = earth(A, data = data, nk=36,
minspan=0,endspan=0, degree=2)
PsMars36.2.1 = earth(A, data = data, nk=36,
minspan=1,endspan=1, degree=2)
PsMars36.2.2 = earth(A, data = data, nk=36,
minspan=2,endspan=2, degree=2)
PsMars36.2.3 = earth(A, data = data, nk=36,
minspan=3,endspan=3, degree=2)
PsMars36.3.0 = earth(A, data = data, nk=36,
minspan=0,endspan=0, degree=3)
PsMars36.3.1 = earth(A, data = data, nk=36,
minspan=1,endspan=1, degree=3)
PsMars36.3.2 = earth(A, data = data, nk=36,
minspan=2,endspan=2, degree=3)
```

```
PsMars36.3.3 = earth(A, data = data, nk=36,
minspan=3,endspan=3, degree=3)
#Nilai nk MARS
nilai_nk = c(PsMars18.1.0$nk, PsMars18.1.1$nk,
PsMars18.1.2$nk, PsMars18.1.3$nk,
             +              PsMars18.2.0$nk,
PsMars18.2.1$nk, PsMars18.2.2$nk, PsMars18.2.3$nk,
             +              PsMars18.3.0$nk,
PsMars18.3.1$nk, PsMars18.3.2$nk, PsMars18.3.3$nk,
             +              PsMars27.1.0$nk,
PsMars27.1.1$nk, PsMars27.1.2$nk, PsMars27.1.3$nk,
             +              PsMars27.2.0$nk,
PsMars27.2.1$nk, PsMars27.2.2$nk, PsMars27.2.3$nk,
             +              PsMars27.3.0$nk,
PsMars27.3.1$nk, PsMars27.3.2$nk, PsMars27.3.3$nk,
             +              PsMars36.1.0$nk,
PsMars36.1.1$nk, PsMars36.1.2$nk, PsMars36.1.3$nk,
             +              PsMars36.2.0$nk,
PsMars36.2.1$nk, PsMars36.2.2$nk, PsMars36.2.3$nk,
             +              PsMars36.3.0$nk,
PsMars36.3.1$nk, PsMars36.3.2$nk, PsMars36.3.3$nk)
#Nilai degree MARS
nilai_degree =
c(1,1,1,1,2,2,2,2,3,3,3,3,1,1,1,1,2,2,2,2,3,3,3,3,1
,1,1,1,2,2,2,2,3,3,3,3)
#Nilai Minspan MARS
nilai_minspan =
c(0,1,2,3,0,1,2,3,0,1,2,3,0,1,2,3,0,1,2,3,0,1,2,3,0
,1,2,3,0,1,2,3,0,1,2,3)
```

```
#Nilai GCV MARS
nilai_gcv = c(PsMars18.1.0$gcv, PsMars18.1.1$gcv,
PsMars18.1.2$gcv, PsMars18.1.3$gcv,
              +               PsMars18.2.0$gcv,
PsMars18.2.1$gcv, PsMars18.2.2$gcv,
PsMars18.2.3$gcv,
              +               PsMars18.3.0$gcv,
PsMars18.3.1$gcv, PsMars18.3.2$gcv,
PsMars18.3.3$gcv,
              +               PsMars27.1.0$gcv,
PsMars27.1.1$gcv, PsMars27.1.2$gcv,
PsMars27.1.3$gcv,
              +               PsMars27.2.0$gcv,
PsMars27.2.1$gcv, PsMars27.2.2$gcv,
PsMars27.2.3$gcv,
              +               PsMars27.3.0$gcv,
PsMars27.3.1$gcv, PsMars27.3.2$gcv,
PsMars27.3.3$gcv,
              +               PsMars36.1.0$gcv,
PsMars36.1.1$gcv, PsMars36.1.2$gcv,
PsMars36.1.3$gcv,
              +               PsMars36.2.0$gcv,
PsMars36.2.1$gcv, PsMars36.2.2$gcv,
PsMars36.2.3$gcv,
              +               PsMars36.3.0$gcv,
PsMars36.3.1$gcv, PsMars36.3.2$gcv,
PsMars36.3.3$gcv)
```

```
#Nilai RS MARS
nilai_rsq = c(PsMars18.1.0$rsq, PsMars18.1.1$rsq,
PsMars18.1.2$rsq, PsMars18.1.3$rsq,
              +               PsMars18.2.0$rsq,
PsMars18.2.1$rsq, PsMars18.2.2$rsq,
PsMars18.2.3$rsq,
              +               PsMars18.3.0$rsq,
PsMars18.3.1$rsq, PsMars18.3.2$rsq,
PsMars18.3.3$rsq,
              +               PsMars27.1.0$rsq,
PsMars27.1.1$rsq, PsMars27.1.2$rsq,
PsMars27.1.3$rsq,
              +               PsMars27.2.0$rsq,
PsMars27.2.1$rsq, PsMars27.2.2$rsq,
PsMars27.2.3$rsq,
              +               PsMars27.3.0$rsq,
PsMars27.3.1$rsq, PsMars27.3.2$rsq,
PsMars27.3.3$rsq,
              +               PsMars36.1.0$rsq,
PsMars36.1.1$rsq, PsMars36.1.2$rsq,
PsMars36.1.3$rsq,
              +               PsMars36.2.0$rsq,
PsMars36.2.1$rsq, PsMars36.2.2$rsq,
PsMars36.2.3$rsq,
              +               PsMars36.3.0$rsq,
PsMars36.3.1$rsq, PsMars36.3.2$rsq,
PsMars36.3.3$rsq)
data.frame(nilai_nk, nilai_degree, nilai_minspan,
nilai_gcv, nilai_rsq)
optimumGCVMars=cbind(nilai_nk, nilai_degree,
nilai_minspan, nilai_gcv)
#mengurutkan nilai GCV minimum
GCVmin1=optimumGCVMars[order(optimumGCVMars[,ncol
(optimumGCVMars)]),]
GCVmin1[1,]
bx <- model.matrix(PsMars18.1.1)
Ypred=predict(PsMars18.1.1)
```

```
lm.mod <- lm(Ypred ~ bx[,-1]) # -1 to drop
intercept
summary(lm.mod)
summary(PsMars18.1.1)
cat(format(lm.mod, style="bf"))
cat(format(PsMars18.1.1, style="bf"))
PsMars18.1.1 = earth(A, data = data, nk=14,
minspan=1,endspan=1, degree=1) #model optimum
evimp(PsMars18.1.1, trim = FALSE)
```

Lampiran 4. Legalitas Data

SURAT PERNYATAAN

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

Nama : Wahyu Ika Kusuma Astuti

NRP : 06211690000053

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

Sumber : Indeks Pembangunan Kesehatan Masyarakat

Keterangan : _____

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

Mengetahui
Pembimbing Tugas Akhir

(Dr. Bambang Widjanarko Otok, M. Si.)
NIP. 19681124 199412 1 001

Surabaya, 15 Juni 2020

(Wahyu Ika Kusuma A.)
NRP. 06211640000053

*(coret yang tidak perlu)

(Halaman ini sengaja dikosongkan)

BIODATA PENULIS

Penulis dengan nama lengkap Wahyu Ika Kusuma Astutik lahir di Madiun, 21 Juni 1997. Penulis merupakan anak tunggal dari pasangan Bapak Suyatno dan Ibu Lamisri. Penulis menempuh pendidikan formal di SDN Bulakrejo pada tahun 2003-2009, SMP Negeri 1 Mejayan pada tahun 2009-2012, SMA Negeri 1 Mejayan pada tahun 2012-2015. Setelah lulus SMA penulis diterima sebagai Mahasiswa Departemen Statistika ITS melalui jalur SBMPTN pada tahun 2016. Selama perkuliahan penulis aktif mengikuti kegiatan di KM ITS. Penulis juga pernah bergabung dalam organisasi kemahasiswaan seperti Kabiro Departemen Kesenian dan Olahraga (KESRA) HIMASTA-ITS 2018/2019, Bendahara Umum II BEM FMKSD-ITS 2017/2018, dan Bendahara Umum I BEM FMKSD-ITS 2018/2019. Pada bulan Agustus-September 2019 penulis berkesempatan untuk melakukan *internship program* di PDAM Surya Sembada Kota Surabaya. Apabila pembaca ingin memberi kritik dan saran serta ingin berdiskusi lebih lanjut mengenai Tugas Akhir ini, dapat menghubungi penulis melalui email wahyuikakusumastutik@gmail.com.