
MULTIVARIATE ADAPTIVE REGRESSION SPLINES (MARS) UNTUK KLASIFIKASI KEJADIAN KONSTIPASI TERHADAP PEMBERIAN AIR SUSU IBU DAN PEMBERIAN AIR SUSU FORMULA

¹Ria Muslikah, ²Moh. Yamin Darsyah

^{1,2,3}Program Studi Statistika, Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam, Universitas Muhammadiyah Semarang
Alamat e-mail : muslikah.ria@gmail.com

ABSTRAK

Salah satu metode Regresi Nonparametrik yang digunakan untuk klasifikasi dan mengatasi permasalahan data yang berdimensi tinggi yaitu menggunakan *Multivariate Adaptive Regression Spline* (MARS). MARS juga digunakan memperbaiki kelemahan dengan menghasilkan model yang kontinu dalam *knot* berdasarkan nilai *generalized cross validation* (GCV) terkecil. Dalam menentukan derajat kesehatan di Indonesia, terdapat beberapa indikator yang dapat digunakan antara lain angka kematian bayi, angka kesakitan bayi, status gizi dan angka harapan hidup waktu lahir. Salah satu contoh masalah mordibitas atau angka kesakitan yang dialami bayi dan anak balita yaitu sembelit atau konstipasi. Tujuan dari penelitian ini yaitu untuk mengklasifikasikan dan menganalisis kejadian konstipasi terhadap pemberian ASI eksklusif dan pemberian susu formula pada bayi usia 6-12 bulan. Variabel yang digunakan dalam penelitian ini adalah kejadian konstipasi (Y) sebagai variabel dependen dengan kategori 1 adalah terjadi konstipasi, kategori 0 tidak terjadi konstipasi sedangkan variabel independennya yaitu frekuensi BAB < 5 kali (X1), pemberian makanan bayi pada usia 6 bulan (X2), tinja padat (X3), menangis (X4), mengejan (X5), kesakitan (X6). Model MARS terbaik dengan kombinasi Fungsi Basis (BF), maksimum interaksi (MI), dan minimum observasi (MO) secara *Trial and error*. Model MARS terbaik untuk klasifikasi kejadian konstipasi yaitu BF=24, MI=2, dan MO=0. Terdapat lima variabel yang berpengaruh terhadap model yaitu variabel frekuensi defekasi atau BAB < 5 kali (X1), pemberian makanan bayi pada usia 6 bulan (X2), Konsistensi tinja padat (X3), Mengejan (X4) dan kesakitan (X5).

Kata Kunci : MARS, GCV, Konstipasi

PENDAHULUAN

Analisis regresi adalah suatu metode statistika yang umum digunakan untuk melihat pengaruh antara peubah bebas (variabel prediktor) dengan peubah tak bebas (variabel respon) [1]. Hal ini dapat dilakukan melalui dua pendekatan untuk mengestimasi kurva regresi yaitu regresi parametrik dan regresi nonparametrik. Regresi nonparametrik adalah regresi

yang diasumsikan tidak diketahui bentuknya dan termuat dalam ruang fungsi. Pendekatan nonparametrik tidak tergantung pada asumsi bentuk kurva tertentu, sehingga memberikan fleksibilitas lebih besar [3].

Salah satu metode Regresi Nonparametrik yang digunakan untuk klasifikasi dan mengatasi permasalahan data yang berdimensi tinggi yaitu dengan pendekatan *Multivariate Adaptive*

Regression Spline (MARS) [9]. *MARS* merupakan pendekatan untuk regresi nonparametrik multivariat yang dikembangkan oleh [5]. *MARS* merupakan metode yang tidak tergantung pada asumsi bentuk kurva tertentu, sehingga memberikan fleksibilitas yang lebih besar dalam penggunaannya [2]. Metode ini bertujuan untuk mengatasi permasalahan data berdimensi tinggi dan menghasilkan prediksi variabel respon yang akurat, serta memperbaiki kelemahan dengan menghasilkan model yang kontinu dalam *knot* berdasarkan nilai *generalized cross validation* (GCV) terkecil [5]. Data yang berdimensi tinggi yaitu data yang memiliki jumlah variabel predictor sebesar $3 \leq n \leq 20$.

Dalam menentukan derajat kesehatan di Indonesia, terdapat beberapa indikator yang dapat digunakan antara lain angka kematian bayi, angka kesakitan bayi, status gizi dan angka harapan hidup waktu lahir. Salah satu contoh masalah morbiditas atau angka kesakitan yang dialami bayi dan anak balita yaitu sembelit atau konstipasi. Sembelit atau konstipasi didefinisikan sebagai terhambatnya defekasi (buang air besar) dari kebiasaan normal dengan keluarnya kotoran (feses) yang keras, menyakitkan, dan berfrekuensi jarang. Teratur atau tidaknya anak buang air besar bukanlah masalah utama konstipasi. Normal bagi sebagian anak untuk buang air besar 3 kali sehari. Jika bayi atau balita jarang buang air besar bukan berarti bayi mengalami konstipasi. Hal ini bermasalah hanya jika buang air besarnya menyakitkan dan membuat anak tertekan [8].

Mengklasifikasi terjadinya konstipasi pada bayi usia 6-12 dapat dilihat dari pemberian ASI eksklusif dan pemberian susu formula. ASI eksklusif adalah bayi hanya diberi ASI saja selama 6 bulan, tanpa tambahan cairan lain seperti susu formula, jeruk, madu, air teh, air putih

serta tanpa tambahan makanan padat seperti pisang, bubur susu, biskuit, bubur nasi, dan tim [7].

Susu formula merupakan hasil modifikasi susu bayi oleh industri pengolahan susu. Modifikasi susu ini dilakukan guna meniru komposisi pada ASI yang diciptakan oleh Sang Pencipta [10].

METODE PENELITIAN

Sumber Data dan Variabel Penelitian

Data yang digunakan dalam penelitian ini adalah data sekunder dari catatan yang ada di Puskesmas Kedungmundu Kota Semarang dan penelitian Suci Fatmawati Prodi S1 Gizi, Universitas Muhammadiyah Semarang tahun 2015. Dalam penelitian ini ada 67 responden [4].

Variabel yang digunakan dalam penelitian ini adalah kejadian konstipasi (Y) sebagai variabel dependen dengan kategori 1 adalah terjadi konstipasi, kategori 0 tidak terjadi konstipasi sedangkan variabel independennya yaitu frekuensi BAB < 5 kali (X1), pemberian makanan bayi pada usia 6 bulan (X2), tinja padat (X3), menangis (X4), mengejan (X5), kesakitan (X6).

Metode Analisis

Langkah-langkah analisis yang dilakukan pada penelitian ini adalah :

1. Pengambilan data
2. Melakukan statistik deskriptif dengan bantuan software IBM SPSS 20 dan Ms. Excel 2007 untuk mengetahui karakteristik kejadian konstipasi.
3. Melakukan analisis *MARS* dengan software SPM 7.0 untuk pembentukan model *MARS*. Langkah analisisnya sebagai berikut :
 - a. Pembentukan model *MARS* untuk *data set* awal: (1) Menentukan BF

maksimum fungsi basis yang dibolehkan adalah sebanyak dua sampai empat kali dari banyaknya variabel prediktor yang digunakan. Dalam penelitian ini digunakan 6 variabel prediktor sehingga maksimum jumlah BF adalah 12, 18 dan 24.

- b. Menentukan jumlah maksimum interaksi, dalam penelitian ini jumlah maksimum interaksi (MI) yaitu 1, 2, dan 3. Karena apabila terdapat lebih dari 3 interaksi, maka akan menimbulkan interpretasi model yang sangat kompleks.
- c. Menentukan Minimum Observasi (MO) diantara *knot* dengan cara *Trial and error* karena belum ada landasan atau batasan yang tetap untuk penentuan minimum observasi antara *knot*, minimal banyaknya pengamatan setiap *knot* (MO) yaitu 0,1,2,3.
- d. Mendapatkan model *MARS* terbaik untuk *data set* awal berdasarkan nilai GCV terkecil.
- e. Mendapatkan variabel yang signifikan dari model *MARS*
- f. Mengklasifikasi ke dalam bentuk matriks konfusi (*confusion matrix*).
- g. Menginterpretasikan model kejadian konstipasi dan variabel - variabel yang berpengaruh di dalam model tersebut.
- h. Menguji keakurasian model kejadian konstipasi dengan metode *MARS* (ketetapan klasifikasi) yang berbentuk dari data dengan menggunakan *APER* serta menghitung kestabilan klasifikasi dengan statistic uji *Press's Q*.

HASIL PENELITIAN

Karakteristik Kejadian Konstipasi

Statistika deskriptif bertujuan untuk mendeskripsikan atau menggambarkan objek penelitian yang diambil dari sampel atau populasi sehingga menghasilkan informasi yang berguna. Pada penelitian ini, statistik deskriptif bermanfaat mengetahui karakteristik kejadian konstipasi.

Tabel 1. Deskriptif statistik variabel penelitian

	Minim	Maks	Mean	Std. Deviasi
Kejadian Konstipasi	1	2	1,58	0,497
Frekuensi Defekasi atau BAB < 5 kali	1	2	1,31	0,467
Pemberian makanan bayi pada usia 6 bulan	1	2	1,43	0,499
Konsistensi tinja padat	1	2	1,57	0,499
Mengejan	1	2	1,57	0,499
Kesakitan	1	2	1,57	0,499
Menangis	1	2	1,58	0,497

Tabel 1 menjelaskan bahwa nilai simpangan baku yang paling tinggi yaitu 0, 499. Hal ini menunjukkan bahwa keragaman data kejadian konstipasi pada variabel pemberian makanan bayi pada usia 6 bulan, konsistensi tinja padat, mengejan dan kesakitan cukup besar dibandingkan dengan variabel frekuensi defekasi atau BAB < 5 kali dan menangis. Variabel menangis mempunyai nilai rata-rata terbesar 1,58 dengan nilai minimum 1 dan nilai maksimum 2.

Tabel 2. Frekuensi dan proporsi Kejadian Konstipasi

Kejadian Konstipasi	Frequency	Percent (%)
Kategori 1 , terjadi konstipasi	28	41,8
Kategori 0, tidak terjadi konstipasi	39	58,2

Tabel 2 menjelaskan bahwa dari 67 responden frekuensi terjadi kejadian konstipasi sebesar 28 responden dan frekuensi tidak terjadi konstipasi sebesar 39 responden. Proporsi kejadian konstipasi dari 67 responden yaitu sebesar 41,8% terjadi konstipasi dan 58,2 % tidak terjadi konstipasi.

Model MARS

Pembentukan model MARS dilakukan dengan menentukan nilai fungsi basis (BF) maksimum fungsi basis yang dibolehkan adalah sebanyak dua sampai empat kali dari banyaknya variabel prediktor yang digunakan. Dalam penelitian ini digunakan 6 variabel prediktor sehingga maksimum jumlah BF adalah 12, 18 dan 24, maksimum interaksi (MI) dalam penelitian ini jumlah maksimum interaksi (MI) yaitu 1, 2, dan 3. dan minimum observasi (MO) minimal banyaknya pengamatan setiap knot (MO) yaitu 0,1,2,3. Langkah selanjutnya yaitu mengkombinasikan secara *trial and error* terhadap nilai BF, MI, MO dan menentukan model MARS berdasarkan nilai GCV minimum atau terkecil.

Tabel 3. Hasil Seleksi Model MARS Menggunakan GCV

No	BF	MI	MO	GCV
1	12	1	0	-1,1293×10 ⁻⁹
2	12	1	1	-1,1293×10 ⁻⁹
3	12	1	2	-1,1293×10 ⁻⁹
4	12	1	3	-1,1293×10 ⁻⁹
5	12	2	0	-1,5371×10 ⁻⁹
6	12	2	1	-1,5371×10 ⁻⁹
7	12	2	2	-1,5371×10 ⁻⁹
8	12	2	3	-1,5371×10 ⁻⁹
9	12	3	0	-1,5371×10 ⁻⁹

No	BF	MI	MO	GCV
10	12	3	1	-1,5371×10 ⁻⁹
11	12	3	2	-1,5371×10 ⁻⁹
12	12	3	3	-1,5371×10 ⁻⁹
13	18	1	0	-1,4644×10 ⁻⁹
14	18	1	1	-1,4644×10 ⁻⁹
15	18	1	2	-1,4644×10 ⁻⁹
16	18	1	3	-1,4644×10 ⁻⁹
17	18	2	0	-2,4898×10 ⁻⁹
18	18	2	1	-2,4898×10 ⁻⁹
19	18	2	2	-2,4898×10 ⁻⁹
20	18	2	3	-2,4898×10 ⁻⁹
21	18	3	0	-2,4898×10 ⁻⁹
22	18	3	1	-2,4898×10 ⁻⁹
23	18	3	2	-2,4898×10 ⁻⁹
24	18	3	3	-2,4898×10 ⁻⁹
25	24	1	0	-1,9806×10 ⁻⁹
26	24	1	1	-1,9806×10 ⁻⁹
27	24	1	2	-1,9806×10 ⁻⁹
28	24	1	3	-1,9806×10 ⁻⁹
**29	24	2	0	-4,7072×10 ⁻⁹
30	24	2	1	-4,7072×10 ⁻⁹
31	24	2	2	-4,7072×10 ⁻⁹
32	24	2	3	-4,7072×10 ⁻⁹
33	24	3	0	-4,7072×10 ⁻⁹
34	24	3	1	-4,7072×10 ⁻⁹
35	24	3	2	-4,7072×10 ⁻⁹
36	24	3	3	-4,7072×10 ⁻⁹

Keterangan: **) adalah model terbaik

Tabel .2 merupakan hasil pemodelan MARS untuk kejadian konstipasi dengan enam variabel yang diduga mempengaruhinya. Dari semua kemungkinan model berdasarkan kombinasi nilai BF, MI dan MO yang telah dicobakan, didapatkan model terbaik MARS dengan criteria model yang memiliki nilai GCV terkecil dan bersifat parsimony yaitu pada nomor model ke 29 yaitu BF=24, MI=2, MO=0 memiliki nilai GCV minimum sebesar -4,7072×10⁻⁹. Didapat persamaan model sebagai berikut:

$$Y = 1,00013e-006 + 0,999995 * BF1 - 1,01593e-006 * BF3 + 1,49131e-006 * BF5 + 1,49131e-006 * BF7 + 1,49131e-006 * BF9 + 8,95553e-007 * BF11$$

Dengan:

$$BF1 = (X_5 = 1) \quad BF7 = (X_3 = 1)$$

$$BF3 = (X_1 = 1) \quad BF9 = (X_4 = 1)$$

$$BF5 = (X_2 = 2) \quad BF11 = (X_1 = 1) * BF7$$

Berdasarkan model MARS, koefisien fungsi basis (BF) yang berpengaruh positif pada persamaan (4.1) diinterpretasikan sebagai berikut:

$$1. \quad BF1 = (X_5 = 1) = \begin{cases} \text{jika } X_5=1 \\ 0, \text{lainnya} \end{cases}$$

Artinya setiap kenaikan satu satuan basis fungsi 1 (BF1) dapat meningkatkan terjadinya kejadian konstipasi sebesar 0,999995, dengan basis fungsi lainnya yang masuk dalam model dianggap konstan, jika bayi berekspresi kesakitan pada saat BAB.

$$2. \quad BF5 = (X_2 = 2) = \begin{cases} \text{jika } X_2=2 \\ 0, \text{lainnya} \end{cases}$$

Artinya setiap kenaikan satu satuan basis fungsi 5 (BF5) dapat meningkatkan terjadinya kejadian konstipasi sebesar $1,49131 \times 10^{-6}$, dengan basis fungsi lainnya yang masuk dalam model dianggap konstan, jika pemberian makanan bayi pada usia 6 bulan diberi susu formula.

$$3. \quad BF7 = (X_3 = 1) = \begin{cases} \text{jika } X_3=1 \\ 0, \text{lainnya} \end{cases}$$

Artinya setiap kenaikan satu satuan basis fungsi 7 (BF7) dapat meningkatkan terjadinya kejadian konstipasi sebesar $1,49131 \times 10^{-6}$, dengan basis fungsi lainnya yang masuk dalam model dianggap konstan, jika bayi yang konsistensi tinjanya padat.

$$4. \quad BF9 = (X_4 = 1) = \begin{cases} \text{jika } X_4=1 \\ 0, \text{lainnya} \end{cases}$$

Artinya setiap kenaikan satu satuan basis fungsi 9 (BF9) dapat meningkatkan terjadinya kejadian konstipasi sebesar $1,49131 \times 10^{-6}$, dengan basis fungsi lainnya yang masuk dalam model dianggap konstan, jika bayi berekspresi mengejan pada saat BAB.

$$5. \quad BF11 = (X_1 = 1) * BF7 = \begin{cases} \text{jika } X_1=1 \text{ dan } X_3=1 \\ 0, \text{jika } X_1 \text{ atau } X_3 \text{ lainnya} \end{cases}$$

Artinya setiap kenaikan satu satuan basis fungsi 11 (BF11) dapat meningkatkan terjadinya kejadian konstipasi sebesar $8,95553 \times 10^{-7}$, jika bayi yang frekuensi defekasi atau BAB < 5 kali sehari dan konsistensi tinjanya padat dengan basis fungsi lainnya yang masuk dalam model dianggap konstan.

Berdasarkan model MARS, koefisien fungsi basis (BF) yang berpengaruh negatif pada persamaan (4.1) diinterpretasikan sebagai berikut:

$$1. \quad BF3 = (X_1 = 1) = \begin{cases} \text{jika } X_1=1 \\ 0, \text{lainnya} \end{cases}$$

Artinya setiap kenaikan fungsi basis 3 (BF3) dapat mengurangi terjadinya kejadian konstipasi sebesar $1,01593 \times 10^{-6}$, dengan basis fungsi lainnya yang masuk dalam model dianggap konstan, jika bayi yang frekuensi defekasi atau BAB < 5 kali sehari.

Tabel 4. Variabel-variabel yang Berpengaruh Pada Kejadian Konstipasi

Variabel-variabel yang berpengaruh
1. Frekuensi defekasi atau BAB < 5 kali sehari (X1)
2. Pemberian makanan bayi pada usia 6 bulan (X2)
3. Konsistensi tinja padat (X3)
4. Mengejan (X4)
5. Kesakitan (X5)

Tabel 4. menjelaskan bahwa dari model MARS terdapat lima variabel yang berpengaruh pada kejadian konstipasi yaitu frekuensi defekasi atau BAB < 5 kali sehari (X1), pemberian makanan bayi pada usia 6 bulan (X2), konsistensi tinja padat (X3), mengejan (X4), dan kesakitan (X5). Sedangkan variabel

menangis tidak mempengaruhi kejadian konstipasi.

Pengklasifikasian MARS

Pengklasifikasian MARS dengan menggunakan matriks konfusi untuk kejadian konstipasi. Prediksi yang dilakukan yaitu dengan testing sebanyak 60% dari jumlah data, terdapat 41 data yang diprediksi.

Tabel 5. Matriks Konfusi untuk klasifikasi kejadian konstipasi

Hasil Observasi (Actual Class)	Taksiran(Predicted Class)		Total Akurat
	Terjadi Konstipasi	Tidak terjadi konstipasi	
Terjadi Konstipasi	16	0	16
Tidak terjadi konstipasi	1	24	25
Total Prediksi	17	24	41

$$APER (\%) = \frac{1+0}{16+0+1+25} \times 100\% = 2,4\%$$

Ketetapan klasifikasi = 100% - 2,4% = 97,6 %

Pengelompokan kejadian konstipasi terbagi menjadi dua kelompok yaitu (1) terjadi konstipasi dan (0) tidak terjadi konstipasi. Tabel matriks konfusi menunjukkan hasil klasifikasi kejadian konstipasi terhadap pemberian ASI eksklusif dan pemberian air susu formula dari model MARS terbaik dan hasil taksiran yang benar ada 40 data dan yang salah ada 1 data. Kesimpulan dari tabel matriks konfusi yaitu tingkat kesalahan klasifikasi berdasarkan nilai APER sebesar 2,4%, dan nilai ketetapan klasifikasi atau kesuksesannya sebesar 97,6%. Evaluasi selanjutnya adalah menguji kestabilan model dengan statistic uji *Press's Q* adalah:

$$Press's Q = \frac{[N - (rK)]^2}{N(K - 1)}$$

$$= \frac{[41 - (40(2))]^2}{41(2 - 1)} = 37,09$$

Nilai uji *Press's Q* yang diperoleh sebesar 2,52 kemudian dibandingkan dengan nilai chi-square $df = k-1 = 2-1 = 1$, ($\chi^2_{(1;0,05)} = 3,841$). Nilai *Press's Q* yang diperoleh lebih kecil dibandingkan nilai ($\chi^2_{(1;0,05)} = 3,841$), sehingga dapat dikatakan keakuratan klasifikasi kejadian konstipasi menggunakan model MARS sudah baik secara statistik.

KESIMPULAN

Kesimpulan yang dapat diambil dari hasil dan pembahasan adalah sebagai berikut:

1. Data kejadian konstipasi menunjukkan bahwa dari 67 sampel terdapat 41,8% terjadi konstipasi dan 58,2% tidak terjadi konstipasi.
2. Model MARS yang digunakan untuk klasifikasi kejadian konstipasi adalah model MARS dengan kombinasi BF=24, MI=2, MO=1 karena memiliki nilai GCV minimum yaitu sebesar $-4,7072 \times 10^{-9}$. Terdapat lima variabel yang berpengaruh terhadap model yaitu variabel frekuensi defekasi atau BAB < 5 kali (X1), pemberian makanan bayi pada usia 6 bulan (X2), konsistensi tinja padat (X3), mengejan (X4), dan kesakitan (X5). Sedangkan variabel menangis (X6) tidak memberikan kontribusi pada model. Nilai uji *Press's Q* lebih kecil dibandingkan nilai chi-square nilai ($\chi^2_{(1;0,05)} = 3,841$), sehingga dapat dikatakan keakuratan klasifikasi kejadian konstipasi menggunakan model MARS sudah baik secara statistik.

DAFTAR PUSTAKA

- [1] Agresti, A. 1990. *Categorical Data Analysis*. New York: John Willey and Sons.
- [2] Budiantara, I.N. 2009, *Spline dalam Regresi Nonparametrik dan Semiparametrik: Sebuah Pemodelan Statistika Masa Kini dan Masa Mendatang*, Institut Teknologi Sepuluh November, Surabaya.
- [3] Eubank, R.L. 1988. *Spline Smoothing and Nonparametric Regression*. New York: Marcel Deker.
- [4] Fatmawati, S. 2015. Perbedaan Pemberian Air Susu Ibu Eksklusif dan Pemberian Air Susu Formula terhadap Kejadian Konstipasi pada bayi usia 6-12 bulan di Wilayah Kerja Puskesmas Kedungmundu. *Skripsi*. Semarang: Fakultas Ilmu Keperawatan dan Kesehatan
- [5] Friedman, J.H., 1991, *Multivariate Adaptive Regression Spline (With Discussion)*, *The Annals of Statistics*, Vol. 19, hal. 1-141.
- [6] Ghofar, Y.R. Safitri, D. Rusgiyono, A. 2014. Klasifikasi Kelulusan Mahasiswa Fakultas SAINS dan Matematika Universitas Diponegoro Menggunakan Muttivariate Adaptive Regression Spline (MARS). *Jurnal Gaussian*. 3(4): 839-848
- [7] Kristiyanasari, W. 2009. *ASI, Menyusui Dan Sadari*. Yogyakarta: Nuha Medika.
- [8] Laurent, S. dan Reader, P. 2009. *Ensiklopedia Perkembangan Bayi (Original Title: Your Baby Month by Month)*. Terjemahan oleh Andrea Lucman, Inswasti Cahyani. Jakarta: Erlangga.
- [9] Otok, B.W. dan Pintowati, W. 2012. *Pemodelan Kemiskinan di Jawa Timur dengan Pendekatan Multivariate Adaptive*. *Jurnal Sains dan Seni*, FMIPA ITS.
- [10] Wisnu, M. T. 2010. *Berkat ASI, Bayi Sehat dan Cerdas*. PT Intan Sejati, Klaten.