

Application of Multivariate Adaptive Regression Splines for Modeling Stunting Toddler on The Island of Java

Dzakyyah Rahma, Nonong Amalita*, Yenni Kurniawati, Zamahsary Martha

Statistika, Universitas Negeri Padang, Padang, Indonesia

*Corresponding author: nongmat@fmipa.unp.ac.id

Submitted : 26 Juli 2024
Revised : 12 Agustus 2024
Accepted : 13 Agustus 2024

ABSTRACT

Stunting is a persistent nutritional condition encountered by toddlers, defined by a shorter body height relative to other children their age. The percentage of stunting in Java Island is still far above the RPJMN target, one of the factors is the large population so that stunting on the island of Java must be considered and resolved immediately (BKKBN, 2022). The purpose of this study is to use Multivariate Adaptive Regression Spline (MARS) to model and identify the factors that affect stunting on the island of Java. One modeling technique that can deal with high-dimensional data is MARS. The study's findings indicate that a combination of (BF=24, MI=3, and MO=2) having a minimum GCV equal to 0.9475 is the optimal MARS model. Based on the model, the factors that significantly influence Stunting on the island of Java are babies receiving complete basic immunization (X4), babies getting exclusive breastfeeding (X3), pregnant women getting K4 (X1), and pregnant women getting TTD (X2). The level of importance of each variable is 100%, 81.64%, 60.38%, and 43.90%. Based on research results, babies receiving complete basic immunization is the variable that most influences stunting on The Island of Java in 2021.

Keywords: GCV, Nonparametric Regression, MARS, Stunting.

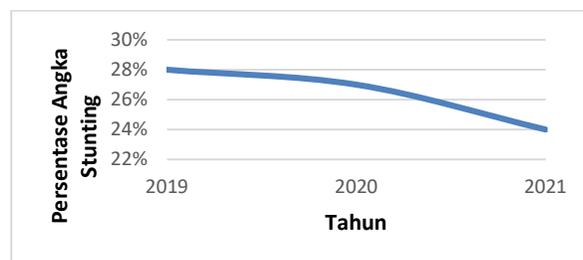


This is an open access article under the Creative Commons 4.0 Attribution License, which permits unrestricted use, distribution, and reproduction in any medium, provided the original work is properly cited. ©2022 by author and Universitas Negeri Padang.

I. PENDAHULUAN

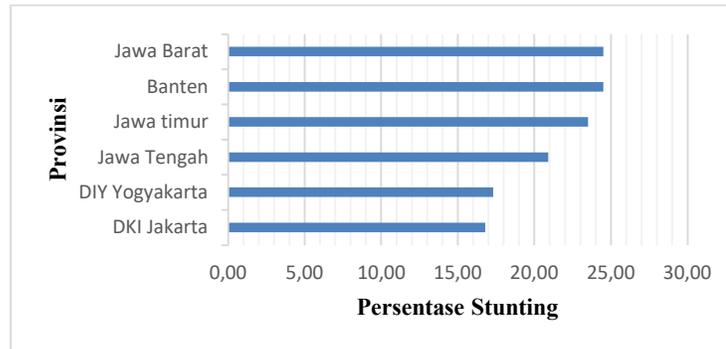
Balita adalah anak di bawah usia lima tahun yang mengalami pertumbuhan dan perkembangan yang pesat. Tahap balita ini menentukan tumbuh kembang berdasarkan asupan makanan dan gaya hidup sehat. Kekurangan nutrisi dapat menyebabkan masalah gizi, termasuk *stunting* (Azmy & Mundiastuti, 2018). *Stunting* adalah kondisi gizi kronis yang mempengaruhi balita yang lebih pendek dari anak-anak seusianya. Gangguan gizi kronis berkembang sebagai akibat dari nutrisi yang tidak memadai selama 1000 hari pertama kehidupan, khususnya untuk janin hingga bayi baru lahir mencapai usia dua tahun. Menurut Kementerian Kesehatan Republik Indonesia, masalah lain yang menjadi perhatian adalah fasilitas sanitasi yang tidak memadai, kurangnya air bersih, dan kurangnya kebersihan lingkungan. Kondisi higienis yang buruk menyebabkan tubuh harus berjuang lebih keras melawan penyakit, yang dapat mengganggu penyerapan vitamin.

Stunting atau ketidakmampuan untuk tumbuh kembang pada anak masih menjadi tantangan bagi pembangunan manusia Indonesia, oleh karena itu masalah *stunting* perlu ditangani dengan hati-hati. Menurut statistik Studi Status Gizi Indonesia (SSGI) tahun 2021, angka *stunting* nasional telah turun 1,6% setiap tahunnya, dari 27,7% pada tahun 2019 menjadi 24,4% pada tahun 2021. Berikut grafik angka *stunting* nasional tahun 2019 hingga 2021.



Gambar 1. Angka *Stunting* Nasional Tahun 2019-2021

Terlihat pada Gambar 1, dari tahun 2019 hingga 2021 angka *stunting* nasional menurun dari tahun ke tahun, namun masih lebih tinggi dari target Rencana Pembangunan Jangka Menengah Nasional (RPJMN) yaitu 14% pada tahun 2024. Setelah mencapai angka 14%, Indonesia belum bisa dikatakan bebas dari *stunting*, namun target selanjutnya adalah mencapai angka *stunting* yang rendah atau kurang dari 2,5%. (Kemenkes RI, 2021). Menurut Badan Kependudukan dan Keluarga Berencana (BKKBN) pada tahun 2021 tercatat ada lima provinsi memiliki angka *stunting* terbanyak. Empat diantaranya berada di Pulau Jawa. Berikut grafik angka *stunting* di Pulau Jawa berdasarkan hasil SSGI tahun 2021.



Gambar 2. Angka *Stunting* Pulau Jawa Tahun 2021

Terlihat pada Gambar 2, persentase *stunting* di Pulau Jawa masih jauh berada di atas target RPJMN salah satu faktornya adalah jumlah penduduknya yang banyak sehingga *stunting* di pulau Jawa harus diperhatikan dan segera diatasi (BKKBN, 2022). Pemerintah provinsi di Pulau Jawa harus memperhatikan kasus *stunting* agar dapat menurunkan angka *stunting* hingga mencapai target RPJMN sebesar 14% atau bahkan di bawah target tersebut pada tahun 2024. *Stunting* perlu ditangani secara hati-hati mengingat *stunting* memiliki dampak negatif tidak hanya pada pertumbuhan fisik tetapi juga pada masa depan anak. Berdasarkan jumlah variabel prediktor dan jumlah data yang digunakan maka untuk mendapatkan model optimal faktor-faktor yang mempengaruhi angka *stunting* pada balita di Pulau Jawa perlu dianalisis dengan menggunakan analisis *Multivariate Adaptive Regression Spline* (MARS).

MARS adalah salah satu contoh analisis regresi nonparametrik. Regresi nonparametrik sangat fleksibel, memungkinkan data untuk mencari pola estimasi kurva tanpa bias oleh subjektivitas (Eubank, 1999). MARS adalah metode yang dikembangkan oleh Friedman (1991), yang merupakan perluasan dari pendekatan *Recursive Partitioning Regression* (RPR). Pendekatan MARS berfokus pada masalah data berdimensi tinggi atau dapat dikatakan data dengan variabel yang banyak. Penelitian ini bertujuan untuk mengidentifikasi model terbaik dan faktor-faktor yang berdampak besar terhadap angka *stunting* di Pulau Jawa, bertujuan untuk digunakan sebagai pedoman dalam menurunkan angka *stunting* di masa mendatang.

II. METODE PENELITIAN

Metode penelitian yang digunakan adalah penelitian terapan. Penelitian yang dilakukan adalah “Penerapan *Multivariate Adaptive Regression Spline* (MARS) untuk Pemodelan Angka *Stunting* pada Balita di Pulau Jawa” dengan data sekunder yang diperoleh dari website resmi Dinas Kesehatan Provinsi Jawa Barat, Banten, Jawa Timur, Jawa Tengah, D.I.Yogyakarta, dan DKI Jakarta Tahun 2021. Data penelitian ini termasuk berdimensi tinggi karena memiliki 6 variabel dan data lebih dari 100. Kemudian pola hubungan variabel prediktor dengan variabel respon tidak membentuk suatu pola tertentu, maka data layak diolah menggunakan regresi nonparametrik yaitu MARS. Objek penelitian ini yaitu angka *stunting* pada balita di Pulau Jawa. Skala data yang digunakan adalah rasio.

Variabel prediktor yang digunakan adalah persentase ibu hamil mencakupi K4, persentase ibu hamil mendapatkan Tablet Tambah Darah (TTD), persentase bayi memperoleh ASI eksklusif, persentase bayi memperoleh imunisasi dasar lengkap, persentase bayi dengan Berat Badan Lahir Rendah (BBLR), dan persentase Rumah Tangga (RT) dengan kriteria air bersih. Variabel bebas yang digunakan adalah persentase angka *stunting* pada balita di Pulau Jawa.

Tahapan analisis yang dilakukan sebelum dengan metode MARS yakni melakukan analisis deskriptif untuk melihat gambaran tiap-tiap variabel yang digunakan. Kemudian membuat plot variabel prediktor dan variabel respon untuk mengetahui pola hubungan antar variabel. Kemudian dilakukan pemodelan angka *stunting* menggunakan pendekatan MARS pada langkah-langkah di bawah ini.

1. Menentukan jumlah Basis Fungsi (BF), dimana BF 2-4 kali jumlah variabel prediktor yang digunakan. Dikarenakan jumlah variabel prediktor penelitian ini sebanyak 6 variabel, maka BF yang digunakan adalah 12, 18, dan 24. Menentukan Maksimum Interaksi (MI) adalah 1, 2, dan 3. Dan menentukan Minimal Observasi (MO) adalah 0, 1, 2, dan 3. Kemudian mengkombinasikan nilai BF, MI, dan MO dengan cara *trial and error*.
2. Melihat model terbaik dari nilai *Generalized Cross Validation* (GCV) minimum. Estimasi model MARS hasil pengembangan oleh Friedman (1991) adalah,

$$\hat{f}(x) = \alpha_0 + \sum_{m=1}^M \alpha_m \prod_{k=1}^{K_m} [S_{km}(x_{v(k,m)} - t_{km})]_+ \quad (1)$$

Dan nilai GCV sebagai berikut,

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

dimana,

α_0 : konstanta

α_m : koefisien dari fungsi basis ke-M

M : banyaknya fungsi basis

K_m : derajat interaksi

S_{km} : nilainya +1 atau -1 jika data berada di sebelah kanan titik *knot* atau kiri titik *knot*

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

t_{km} : nilai *knot* dari variabel prediktor

x_i : variabel prediktor

y_i : variabel respon

$\hat{f}_M(x_i)$: nilai taksiran variabel respon M fungsi basis

n : banyaknya sampel

$C(M)$: Jumlah parameter yang diestimasi di dalam model

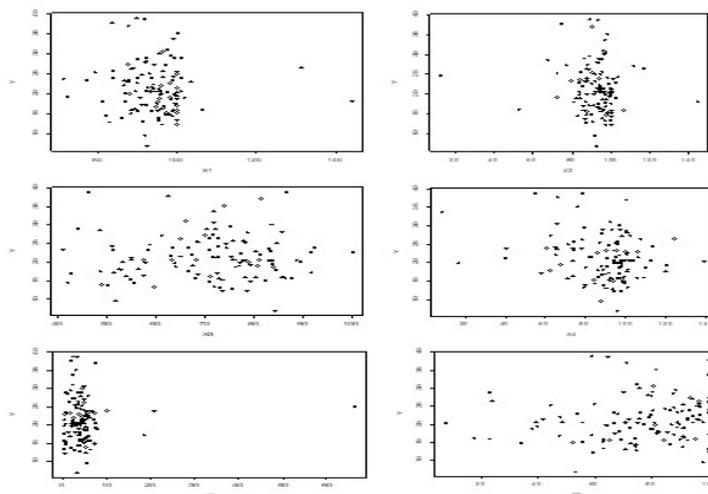
$C(\hat{M}) : C(M) + dM$

3. Melakukan uji signifikansi model MARS dengan uji serentak dan uji parsial. Faktor-faktor prediktor yang berpengaruh terhadap variabel respon diidentifikasi dengan menggunakan uji signifikansi model. Berikut tahap uji signifikan (Wicaksono, 2014),
 - a. Uji serentak (Uji-F)
Tolak H_0 jika nilai $F_{hitung} > F_{\alpha(M;N-M-1)}$ atau p-value $< \alpha$
 - b. Uji Parsial (Uji-T)
Tolak H_0 jika nilai $t_{hitung} > t_{(\frac{\alpha}{2};N-M)}$ atau p-value $< \alpha$
4. Menginterpretasikan model MARS terbaik beserta tingkat kepentingan variabel prediktor yang mempengaruhi variabel respon.

III. HASIL DAN PEMBAHASAN

A. Eksplorasi Data

Pola hubungan antara setiap variabel prediktor terhadap variabel respon diamati sebelum melakukan pemodelan dengan pendekatan MARS. Eksplorasi data bertujuan untuk memperoleh gambaran dan karakteristik data yang digunakan. Bentuk pola hubungan kedua variabel dilihat secara visual menggunakan *scatterplot*. *Scatterplot* hubungan variabel *stunting* terhadap masing-masing faktor yang diyakini memiliki dampak terhadapnya di Pulau Jawa disajikan pada Gambar 3.



Gambar 3. Scatterplot variabel prediktor dengan variabel respon

Pada Gambar 3 dapat dilihat pola antara variabel prediktor terhadap variabel respon (*stunting*) mengindikasikan bahwa *scatterplot* tidak memperlihatkan kecenderungan membentuk pola tertentu seperti pola linear. Regresi nonparametrik dapat digunakan untuk memodelkan data karena pengetahuan yang tidak lengkap tentang bentuk fungsional dan pola hubungan yang tidak jelas antara variabel prediktor dan variabel respon.

B. Model *Stunting* dengan Metode MARS

Berdasarkan hasil *scatterplot*, maka digunakan regresi nonparametrik yaitu metode MARS untuk pemodelan *stunting* di pulau Jawa. Model MARS dibentuk dengan kombinasi BF, MI, dan MO yang menghasilkan 36 model. Berikut pemilihan model terbaik MARS hasil semua kombinasi BF, MI, dan MO dilihat dari nilai GCV minimumnya, terlihat di Tabel 1.

Tabel 1. Model Terbaik dari Kombinasi BF, MI, dan MO

| No | BF | MI | MO | GCV | Variabel yang Signifikan |
|------------|-----------|----------|----------|---------------|---|
| 1 | 12 | 2 | 0 | 1,0062 | X ₃ , X ₄ |
| 2 | 12 | 3 | 2 | 0,9619 | X ₄ , X ₃ , X ₁ , X ₂ |
| 3 | 18 | 2 | 1 | 0,9753 | X ₄ , X ₃ , X ₂ |
| 4 | 18 | 3 | 3 | 0,9929 | X ₂ , X ₄ |
| 5** | 24 | 3 | 2 | 0,9475 | X₄, X₃, X₁, X₂ |

Keterangan: ** adalah model terbaik

Tabel 1 memberikan informasi tentang model MARS terbaik dihasilkan dari kombinasi BF=24, MI=3, MO=2 dengan nilai GCV sebesar 0,9475 dan ada 4 variabel prediktor yang berpengaruh, yang menunjukkan bahwa *stunting* dapat dijelaskan oleh variabel X₄, X₃, X₁, X₂. Persamaan model MARS *stunting* di Pulau Jawa tahun 2021 sebagai berikut.

$$Y = -0,2122 + 0,2266*BF4 + 1,9438*BF7 + 1,2071*BF10$$

Dengan basis fungsi (BF) :

$$BF3 = \max(0, 0,2265 - X_4); BF4 = \max(0, X_3 + 1,4729)*BF3; BF5 = \max(0, -1,4729 - X_3)*BF3; BF7 = \max(0, -0,8250 - X_2)*BF3; BF10 = \max(0, X_1 + 2,7597)*BF5$$

Dari persamaan model diperoleh variabel prediktor yang berpengaruh pada variabel respon yaitu ibu hamil mencakupi K4 (X₁), ibu hamil mendapatkan TTD (X₂), bayi memperoleh ASI eksklusif (X₃), dan bayi memperoleh imunisasi dasar lengkap (X₄). Sedangkan bayi BBLR (X₅) dan RT dengan kriteria air bersih (X₆) tidak mempengaruhi variabel respon.

C. Uji Signifikansi Model

Signifikansi model MARS diuji untuk melihat signifikansi parameter dan menilai kesesuaian pada model. Disajikan dalam Tabel 2 di bawah ini.

Tabel 2. Uji Serentak pada Model

| | |
|-------------------------|-------------------------------------|
| F -Statistic = 9,2423 | $S.E.$ of Regression = 0,9093 |
| P -Value = 0,00002 | Residual Sum of Squares = 95,0767 |
| [Mdf,Ndf] = [3,115] | Regression Sum of Squares = 22,9233 |

Berdasarkan Tabel 2, hasil pengolahan dengan uji serentak diperoleh nilai F_{hit} sebesar 9,2423 sedangkan F_{tabel} ($F_{0.05(3,115)} = 2,68$). Karena $F_{hit} > F_{0.05(3,115)}$ maka H_0 ditolak. Oleh karena itu, dapat dikatakan bahwa faktor-faktor prediktor secara kolektif memiliki dampak yang besar terhadap variabel respon, sehingga memungkinkan untuk digunakan dalam pemodelan stunting di Jawa.

Selanjutnya dilakukan uji parsial pada model.

Tabel 3. Uji Parsial pada Model

| Parameter | Estimate | S.E. | T-Ratio | P-Value |
|-------------------|----------|--------|---------|---------|
| Constant | -0,2122 | 0,0945 | -2,2453 | 0,0267 |
| Basis Function 4 | 0,2266 | 0,0700 | 3,2368 | 0,0016 |
| Basis Function 7 | 1,9438 | 0,7002 | 2,7762 | 0,0064 |
| Basis Function 10 | 1,2071 | 0,4013 | 3,0077 | 0,0032 |

Pada Tabel 3 dapat dilihat bahwa BF yang termasuk pada model mempunyai nilai $P < \alpha$ (0,05), maka terjadi penolakan H_0 . Dapat disimpulkan bahwa terdapat 3 BF yang secara parsial mempengaruhi variabel respon secara signifikan.

D. Tingkat Kepentingan Faktor-Faktor yang Mempengaruhi Stunting

Tingkat kepentingan digunakan untuk memperoleh persentase setiap variabel prediktor yang mempengaruhi variabel respon. Nilai tingkat kepentingan variabel terdapat di Tabel 4.

Tabel 4. Tingkat Kepentingan Variabel

| Variabel | Importance | -gcv |
|----------|------------|--------|
| X_4 | 100,0000 | 1,0085 |
| X_3 | 81,6424 | 0,9882 |
| X_1 | 60,3787 | 0,9698 |
| X_2 | 43,9038 | 0,9593 |
| X_5 | 0,0000 | 0,9475 |
| X_6 | 0,0000 | 0,9475 |

Tabel 4 menunjukkan bahwa terdapat empat variabel yang memiliki nilai *importance* dan dapat disimpulkan bahwa variabel yang berpengaruh terhadap *stunting* yaitu bayi memperoleh imunisasi dasar lengkap (X_4), bayi memperoleh ASI eksklusif (X_3), ibu hamil mencakupi K4 (X_1), ibu hamil mendapatkan TTD (X_2). Bayi memperoleh imunisasi dasar lengkap merupakan variabel paling berpengaruh terhadap *stunting* dengan tingkat kepentingan 100%.

IV. KESIMPULAN

Memperhatikan temuan-temuan dari penelitian yang telah dilakukan, dihasilkan 36 model MARS yang dibentuk dari kombinasi BF = 12, 18, dan 24; MI = 1, 2, dan 3; serta MO = 0, 1, 2, dan 3. Model terbaik dipilih berdasarkan nilai GCV minimum, model terbaik yang diperoleh dari kombinasi BF = 24, MI = 3, dan MO = 2 dengan nilai GCV sebesar 0.9475. Variabel-variabel prediktor yang mempengaruhi *stunting* secara signifikan adalah bayi memperoleh imunisasi dasar lengkap (X_4), bayi memperoleh ASI eksklusif (X_3), ibu hamil mencakupi K4 (X_1), ibu hamil mendapatkan TTD (X_2). Dimana tingkat kepentingan masing-masing variabel secara berturut-turut sebesar 100%, 81,64%, 60,38%, dan 43,90%. Bayi memperoleh imunisasi dasar lengkap merupakan variabel paling berpengaruh terhadap angka *stunting* di Pulau Jawa pada tahun 2021 dengan tingkat kepentingan 100%. Penelitian ini memiliki keterbatasan, maka untuk

penelitian selanjutnya perlu dilakukan studi literatur dan referensi yang lebih luas dan mendalam. Sehingga kajian dan penerapan model MARS menjadi lebih rinci.

DAFTAR PUSTAKA

- Azizah, D. M., & Permatasari, E. O. 2020. Modeling Of Toddler *Stunting* In The Province Of East Nusa Tenggara Using Multivariate Adaptive Regression Splines (Mars) Method. *Journal of Physics: Conference Series*, 1490(1), 12013.
- Azmy U, Mundiastuti L. *Konsumsi Zat Gizi pada Balita Stunting dan Non- Stunting di Kabupaten Bangkalan Nutrients Consumption of Stunted and Non-Stunted Children in Bangkalan*. Amerta Nutr. Published online 2018:292-298. doi:10.20473/amnt.v2.i3.2018.292-298
- BKKBN: Angka *Stunting* Tertinggi NTT, Terbanyak di Jawa Tengah. 2022. Dalam news.republika.co.id. Diakses pada 14 Juni 2023, dari <https://news.republika.co.id/berita/r9te47349/bkkbn-angka-stunting-tertinggi-ntt-terbanyak-di-jawa-tengah>
- Dinas Kesehatan Provinsi Banten. 2022. *Profil Kesehatan Provinsi Banten 2021*: Dinkes Banten.
- Dinas Kesehatan Provinsi D.I.Yogyakarta. 2022. *Profil Kesehatan Provinsi D.I.Yogyakarta 2021*: Dinkes D.I.Yogyakarta.
- Dinas Kesehatan Provinsi DKI Jakarta. 2022. *Profil Kesehatan Provinsi DKI Jakarta 2021*: Dinkes DKI Jakarta.
- Dinas Kesehatan Provinsi Jawa Barat. 2022. *Profil Kesehatan Provinsi Jawa Barat 2021*: Dinkes Jabar.
- Dinas Kesehatan Provinsi Jawa Tengah. 2022. *Profil Kesehatan Provinsi Jawa Tengah 2021*: Dinkes Jateng.
- Dinas Kesehatan Provinsi Jawa Timur. 2022. *Profil Kesehatan Provinsi Jawa Timur 2021*: Dinkes Jatim
- Eubank, R.L. 1999. *Nonparametric Regression and Spline Smoothing Second Edition*, Marcel Dekker, New York.
- Friedman, J. H. 1991. *Multivariate Adaptive Regression Spline*. The Annals of Statistics. Vol. 19, No. 1, Hal 1-67.
- Kementerian Kesehatan Republik Indonesia. 2018. *Buletin Stunting*. Kementerian Kesehatan RI, 301(5), 1163–1178.
- Kementerian Kesehatan Republik Indonesia. 2021. *Prevalensi Stunting Tahun 2021 Sebagai Modal Menuju Generasi Emas Indonesia 2045*. Biro Komunikasi dan Pelayanan Masyarakat 2021, Jakarta.
- Larasati, N.N. 2018. Faktor-faktor yang berhubungan dengan Kejadian Stunting pada Balita usia 25-59 bulan di Posyandu Wilayah Puskesmas Wonosari II tahun 2017. *Skripsi*. Politeknik Kesehatan Kementrian Kesehatan: Yogyakarta.
- Nurhasanah, E. Afrika, R. Eka, dan E. Rahmawati. 2022. Hubungan ASI Eksklusif, Status Gizi dan Faktor Genetik Terhadap Kejadian *Stunting* pada Anak Usia 24-59 Bulan Di Wilayah Kerja Puskesmas SP Padang Kabupaten Ogan Komering Ilir Tahun 2021. *Jurnal JIKA*. Vol. 6, No. 2, Hal 19-26.
- TNP2K. 2017. *100 Kabupaten/Kota Prioritas untuk Intervensi Anak Kerdil (Stunting)*. Health Research and Development Agency, Jakarta.
- Wicaksono, W., Wilandari, Y., & Suparti. 2014. Pemodelan Multivariate Adaptive Regression Spline (MARS) pada Faktor-faktor Resiko Angka Kesakitan Diare (Studi Kasus : Angka Kesakitan Diare di Jawa Tengah, Jawa Timur dan Daerah Istimewa Yogyakarta Tahun 2011). *Jurnal Gaussian*, Vol 3, No.2, 253-262.
- Zhang. H and B.H. Singer. 2010. *Recursive partitioning and Applications 2th ed*.Springer, New York.