

Misclassification Analysis of Elementary School Accreditation Data in Ambon City Using Multivariate Adaptive Regression Spline

Analisis Misklasifikasi Data Akreditasi Sekolah Dasar Di Kota Ambon Menggunakan Metode Multivariate Adaptive Regression Spline

Sarah Risambessy¹, Salmon Notje Aulele², Ferry Kondo Lembang³

Abstract

Many classification methods have been developed, one of which is the Multivariate Adaptive Regression Spline (MARS) method. MARS is one of the classification methods in the form of a combination of Recursive Partitioning Regression (RPR) and the spline method that is able to process high-dimensional and large-sized data and process data with continuous or binary response variables. The purpose of this study was to measure the misclassification of elementary school accreditation in Ambon city using the MARS method. This study uses accreditation data with the results of eight components of accreditation in elementary schools that have accreditation A (group 1) and accreditation B (group 2) in Ambon city. To evaluate the classification method used the APER classification error measure. The best classification result from the MARS method is when using a combination of BF=32, MI=3, MO=1 because it produces a minimum Generalized Cross Validation (GCV) of 0.066 and information is obtained that the correct classification data is 181 and the misclassified data is 10. Based on the results of the analysis, the size of the APER classification error is 5.23%, which can be said that the MARS method is good or statistically significant for classifying elementary schools in Ambon City based on their accreditation rating.

Keywords: *Classification, Accreditation, MARS, GCV, APER*

Abstrak

Metode klasifikasi telah banyak dikembangkan dimana salah satu diantaranya adalah metode *Multivariate Adaptive Regression Spline* (MARS). MARS merupakan salah satu metode klasifikasi berupa kombinasi antara *Recursive Partitioning Regression* (RPR) dan metode spline yang mampu mengolah data berdimensi tinggi dan berukuran besar serta mengolah data dengan variabel respon berbentuk kontinu ataupun biner. Tujuan penelitian ini adalah mengukur kesalahan klasifikasi akreditasi Sekolah Dasar di kota Ambon menggunakan metode MARS. Penelitian ini menggunakan data akreditasi dengan hasil delapan komponen akreditasi di sekolah dasar yang memiliki akreditasi A (kelompok 1) dan akreditasi B (kelompok 2) di kota Ambon. Untuk mengevaluasi metode klasifikasi digunakan ukuran kesalahan klasifikasi APER. Hasil klasifikasi terbaik dari metode MARS adalah ketika menggunakan kombinasi BF=32, MI=3, MO=1 karena menghasilkan

*Program Studi Statistika, Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam, Universitas Pattimura

Email Address : sarahrisambessy@gmail.com¹, salmon.aulele@yahoo.com²,

ferrykondolembang@gmail.com³



Generalized Cross Validation (GCV) minimum sebesar 0,066 dan diperoleh informasi bahwa data klasifikasi yang benar adalah 181 dan data yang salah klasifikasi adalah 10. Berdasarkan hasil analisis, diperoleh ukuran kesalahan klasifikasi APER sebesar 5,23% dimana dapat dikatakan bahwa metode MARS sudah baik atau signifikan secara statistik untuk mengklasifikasikan Sekolah Dasar di Kota Ambon berdasarkan peringkat akreditasinya.

Kata kunci: Klasifikasi, Akreditasi, MARS, GCV, APER .

1. PENDAHULUAN

Pendidikan menjadi tumpuan harapan bagi peningkatan kualitas sumber daya manusia dan merupakan hak asasi bagi setiap manusia. Pendidikan menjadi bagian yang tidak terpisahkan dari hidup dan kehidupan bagi setiap jiwa yang tumbuh dan berkembang tiada hentinya. Oleh karena itu, pendidikan wajib diberikan kepada seluruh masyarakat tanpa terkecuali sehingga tujuan Negara yang tercantum dalam pembukaan Undang-Undang Dasar 1945 alinea ke-4 yakni *mencerdaskan kehidupan bangsa* dapat terwujud secara adil dan merata [8].

Seiring berjalannya waktu pemerintah menetapkan standar kualitas pendidikan melalui Undang-Undang RI Nomor 20 Tahun 2003 tentang Sistem Pendidikan Nasional [1]. Kualitas pendidikan di Indonesia dapat dilihat dari akreditasi, sertifikasi, dan penjamin kualitas pendidikan. Pemerintah melakukan akreditasi untuk menilai kelayakan program atau satuan pendidikan [13]. Berkaitan dengan hal tersebut, pemerintah juga menetapkan Badan Akreditasi Nasional Sekolah/Madrasah (BAN-S/M) dengan peraturan Menteri Pendidikan Nasional Nomor 19 Tahun 2005. Selanjutnya prosedur pelaksanaan akreditasi sekolah diatur dalam Peraturan Menteri Pendidikan Nasional Nomor 19 Tahun 2005 [9].

Akreditasi dapat dikatakan sebagai evaluasi diri sekolah, karena dalam penilaian akreditasi sekolah harus dapat memenuhi beberapa standar kriteria yang sudah ditentukan sesuai Undang-Undang [12]. Terdapat 8 standar yang dinilai dalam akreditasi sekolah yaitu : (1) standar isi; (2) standar proses; (3) standar kompetensi lulusan; (4) standar pendidik dan tenaga kependidikan; (5) standar sarana dan prasarana; (6) standar pengelolaan; (7) standar pembiayaan; (8) standar penilaian pendidikan.

Nilai dari masing-masing standar menentukan peringkat akreditasi sekolah yang dinyatakan dalam huruf A (sangat baik), B (baik), C (cukup), dan tidak terakreditasi. Telah dilakukan kajian tentang pengklasifikasian akreditasi Sekolah Dasar/Madrasah Ibtidayah di Kota Ambon menggunakan metode *K-Nearest Neighbour* berdasarkan standar penilaian akreditasi [10]. Hasil penelitian menunjukkan bahwa klasifikasi terbaik diperoleh saat menggunakan $K=3$ karena menghasilkan nilai laju *error* terkecil yaitu 3,33% dan akurasi sebesar 96,67%.

Merujuk informasi di atas, ketepatan dalam pengklasifikasian peringkat akreditasi sekolah menjadi objek yang sangat menarik untuk diteliti dengan menggunakan metode klasifikasi. Metode klasifikasi yang baik adalah metode yang menghasilkan kesalahan yang kecil [6]. Dalam perkembangan ilmu statistik, salah satu metode klasifikasi yang cukup dikenal adalah metode *Multivariate Adaptive Regression Spline* (MARS). MARS pada umumnya digunakan untuk menyelesaikan dua permasalahan utama dalam statistika yaitu variabel respon kontinu dan kategorik. Beberapa keunggulan metode MARS antara lain dapat mengestimasi permasalahan data berdimensi tinggi dan mempunyai tingkat keakuratan klasifikasi yang tinggi karena menghasilkan prediksi variabel respon yang akurat. MARS merupakan metode yang fleksibel dalam menentukan hubungan nonlinier antara variabel respon dan variabel prediktor tanpa asumsi model dari metode regresi [3]. Penelitian ini menggunakan metode MARS untuk mengetahui pengklasifikasian akreditasi Sekolah Dasar di Kota Ambon.

2. TINJAUAN PUSTAKA

2.1. Akreditasi

Menurut Kamus Besar Bahasa Indonesia (KBBI) akreditasi adalah pengakuan terhadap lembaga pendidikan yang diberikan oleh badan yang berwenang setelah dinilai bahwa lembaga itu memenuhi syarat kebakuan atau kriteria tertentu. Badan Akreditasi Nasional (BAN) di bawah naungan Kementerian Pendidikan Nasional melakukan penilaian-penilaian terhadap mutu sekolah dengan memberikan nilai yang merupakan hasil penilaian berbagai komponen akreditasi. Untuk dapat menyelenggarakan pendidikan yang bermutu, maka setiap lembaga pendidikan harus memenuhi standar yang dilakukan melalui kegiatan akreditasi terhadap kelayakan program pendidikan lingkup akreditasi karena kebijakan akreditasi sekolah di Indonesia adalah bahwa setiap warga negara berhak memperoleh pendidikan yang bermutu [14]. Badan Akreditasi Nasional sesuai dengan kewenangannya menerbitkan sertifikat akreditasi yang memuat nilai hasil akreditasi sebagai status akreditasi sekolah yang dinyatakan dalam huruf A (sangat baik), B (baik), C (cukup) dan tidak terakreditasi. Status akreditasi ini berlaku untuk kurun waktu 5 tahun sejak tanggal ditetapkan dan setelahnya sekolah wajib diakreditasi ulang.

2.2. *Multivariate Adaptive Regression Spline (MARS)*

MARS merupakan teknik regresi nonparametrik yang mampu mengidentifikasi hubungan non-linier dan interaksi antara variabel respon dan variabel prediktor [11]. Selain itu, metode *MARS* juga secara otomatis dapat memilih variabel yang penting dalam proses pemodelan [4]. Adapun estimator Model *MARS* dapat ditunjukkan pada persamaan dibawah ini :

$$\hat{f}(x) = a_0 + \sum_{m=1}^M a_m \prod_{k=1}^{K_m} [s_{km} \cdot (x_{v(k,m)} - t_{km})]_+ \quad (2.1)$$

Dengan :

a_0 = basis fungsi induk

a_m = koefisien dari basis fungsi ke- m

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

K_m = derajat interaksi

s_{km} = ± 1

$x_{v(k,m)}$ = variabel independen

t_{km} = nilai *knots* dari variabel independen $x_{v(k,m)}$

2.3. Pemilihan Model *MARS* Terbaik

Penentuan *knots* pada *MARS* tergantung (otomatis) dari data yakni dengan menggunakan algoritma *forward stepwise* dan *backward stepwise* serta didasarkan pada nilai *Generalized Cross Validation (GCV)* minimum [2]. Artinya, titik *knots* yang dipilih adalah titik *knots* yang mempunyai nilai *GCV* minimum. Rumus *GCV* modifikasi yang digunakan sebagai kriteria dalam algoritma penentuan *knots* adalah sebagai berikut [5].

$$GCV(M) = \frac{(1/N) \sum_{i=1}^N [y_i - \hat{f}_M(x_i)]^2}{\left[1 - \frac{C(M)}{N}\right]^2} \quad (2.2)$$

Dimana : $(B(B^T B)^{-1} B^T) + 1$

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

$C(M)$: jumlah parameter dalam model = $\text{trace}(\mathbf{B}(\mathbf{B}^T \mathbf{B})^{-1} \mathbf{B}^T) + 1$

\mathbf{B} : matriks basis fungsi (*nonconstant* basis fungsi)

Didalam melakukan pemodelan MARS, terdapat beberapa hal penting yang harus diperhatikan antara lain [7]:

1. Knots, Minimal jumlah pengamatan diantara knots atau minimum observasi dilakukan dengan *trial and error* sampai diperoleh model optimal dengan nilai GCV minimum.
2. Basis Fungsi, maksimum basis fungsi yang digunakan antara dua sampai empat kali ukuran variabel prediktor.
3. Interaksi, jumlah maksimum interaksi adalah 1,2 dan 3 karena jika lebih dari 3 maka nilai GCV semakin meningkat dan menimbulkan interpretasi model yang sangat kompleks.

2.4. Pengujian Signifikansi Parameter Model MARS

Pengujian signifikansi parameter model *MARS* dilakukan melalui dua tahap pengujian yaitu pengujian secara simultan (uji serentak) dan pengujian secara parsial.

a. Uji simultan

Pengujian secara serentak dilakukan untuk mengetahui apakah persamaan yang ditemukan itu secara keseluruhan bermakna dalam menjelaskan perubahan variabel dependen Y (opasitas). Statistik uji yang digunakan adalah uji F atau *Fisher test*, dengan rumus sebagai berikut.

$$F = \frac{SSE/k}{SSE/n - k - 1} \quad (2.3)$$

Hipotesis dalam pengujian simultan model adalah :

$H_0 : a_1 = a_2 = \dots = a_k = 0$

$H_1 : \text{minimal terdapat satu } a_j \neq 0 ; j=1, 2, 3, \dots, k$

dengan k adalah jumlah parameter yang terdapat dalam model *MARS*.

H_0 ditolak jika nilai (2.3) lebih besar daripada $F_{\alpha(k-1, n-k)}$. Apabila pada kesimpulan dihasilkan tolak H_0 , maka dapat dinyatakan bahwa terdapat minimal satu parameter $a_j \neq 0$. Hal tersebut mengindikasikan bahwa terdapat minimal satu variabel prediktor yang berpengaruh terhadap variabel respon.

b. Uji Individu

Apabila pada uji simultan/serentak disimpulkan bahwa minimal terdapat satu parameter a_j yang signifikan, maka perlu diketahui secara individu parameter yang signifikan dan parameter yang tidak signifikan pada model tersebut. Statistik uji yang digunakan pada pengujian parameter secara parsial adalah uji t , dengan rumus sebagai berikut.

$$t = \frac{\hat{a}_j - a_j}{s_{\hat{a}_j}} \quad (2.4)$$

Hipotesis dalam pengujian parsial terhadap model adalah :

$H_0: a_j=0$

$H_1: a_j \neq 0 ; j=1, 2, 3, \dots, k$

H_0 ditolak jika nilai mutlak pada (2.4) lebih besar daripada nilai $t_{(\alpha/2, n-k)}$. Apabila H_0 ditolak maka dapat diketahui bahwa variabel prediktor x_j berpengaruh signifikan terhadap variabel dependen. Sebaliknya, H_0 diterima maka variabel prediktor x_j tidak memiliki kontribusi/ tidak berpengaruh terhadap variabel dependen, sehingga variabel prediktor tersebut disarankan agar dikeluarkan dari model.

2.5. Evaluasi Prosedur Klasifikasi

Evaluasi prosedur klasifikasi adalah suatu evaluasi yang melihat peluang kesalahan klasifikasi yang dilakukan oleh suatu fungsi klasifikasi. Ukuran yang dipakai adalah *Apparent Error Rate* (APER). Nilai APER dihitung sebagai berikut :

$$APER = \frac{n_{12} + n_{21}}{n_{11} + n_{12} + n_{21} + n_{22}} \times 100\% \quad (2.5)$$

Nilai APER menyatakan nilai proporsi sampel yang salah diklasifikasikan oleh fungsi klasifikasi. Jika subjek hanya diklasifikasikan menjadi dua kelompok, yakni y_1 dan y_2 , maka penentuan kesalahan pengklasifikasian dapat diketahui melalui tabel klasifikasi sebagaimana Tabel 2.1 berikut.

Tabel 2 1.Tabel Klasifikasi

Hasil Observasi	Taksiran	
	y_1	y_2
y_1	n_{11}	n_{12}
y_2	n_{21}	n_{22}

Keterangan :

n_{11} : jumlah subjek dari y_1 tepat diklasifikasikan sebagai y_1

n_{12} : jumlah subjek dari y_1 salah diklasifikasikan sebagai y_2

n_{21} : jumlah subjek dari y_2 salah diklasifikasikan sebagai y_1

n_{22} : jumlah subjek dari y_2 tepat diklasifikasikan sebagai y_2

3. METODOLOGI PENELITIAN

3.1. Data Penelitian

Data yang digunakan dalam penelitian adalah data sekunder berupa data akreditasi beserta hasil penilaian kedelapan komponen akreditasi dari 191 Sekolah Dasar berakreditasi A dan B yang ada di Kota Ambon. Data ini diperoleh dari situs resmi Badan Akreditasi Nasional (BAN), <https://bansm.kemdikbud.go.id>.

3.2. Variabel Penelitian

Variabel yang digunakan dalam penelitian ini ada dua yaitu variabel respon (Y) dan variabel prediktor (X). Variabel respon (Y) pada penelitian ini terbagi menjadi dua kelas/kelompok, yaitu :

1. $Y= 0$, merupakan kelompok sekolah yang mendapatkan akreditasi B
2. $Y= 1$, merupakan kelompok sekolah yang mendapatkan akreditasi A

Variabel prediktor (X) pada penelitian ini adalah nilai kedelapan komponen penilaian akreditasi sekolah yang terdiri dari :

1. Komponen Standar Isi (X_1)
2. Komponen Standar Proses (X_2)
3. Komponen Standar Kompetensi Lulusan (X_3)
4. Komponen Standar Pendidik dan Tenaga Kependidikan (X_4)
5. Komponen Standar Sarana dan Prasarana (X_5)
6. Komponen Standar Pengelolaan (X_6)
7. Komponen Standar Pembiayaan (X_7)
8. Komponen Standar Penilaian (X_8)

3.3. Metode Analisis Data

Metode analisis data yang dilakukan dalam penelitian ini antara lain melalui tahapan sebagai berikut :

1. Deskriptif Data

Deskriptif data dilakukan dengan tujuan untuk mengetahui karakteristik variabel yang dilibatkan dalam penelitian ini yakni variabel respon (Y) yang bersifat kategorik berupa grafik *pie chart* dan variabel prediktor (X) yang bersifat kontinu dalam hal ini disajikan tabel statistika deskriptif (nilai mean, variansi, minimum, dan maksimum).

2. Membuat matriks plot antara variabel respon dengan variabel prediktor yang dijadikan sebagai deteksi awal mengenai pola hubungan antara variabel respon dan variabel prediktor.
3. Pembentukan model MARS

Tahapan pembentukan model MARS adalah sebagai berikut.

a. Mengkombinasikan besarnya Fungsi Basis (BF),Maksimum Interaksi (MI), dan Minimum Observasi (MO) dengan cara *trial and error* dengan langkah sebagai berikut :

- Menentukan maksimum fungsi basis (BF) yaitu sebanyak 2 sampai 4 kali jumlah prediktor yang akan digunakan. Basis fungsi yaitu suatu fungsi yang digunakan untuk menjelaskan hubungan antara variabel respon dan variabel prediktor. Fungsi basis ini merupakan fungsi parametrik yang didefinisikan pada tiap *region*. Pada umumnya fungsi basis yang dipilih berbentuk polinomial dengan turunan yang kontinu pada setiap titik knot.
- Menentukan jumlah maksimum interaksi (MI) yaitu 1, 2, dan 3 dengan asumsi bahwa jika maksimum interaksi lebih besar dari 3, maka akan menghasilkan model yang semakin kompleks akan tetapi sulit untuk diinterpretasikan.
- Menentukan minimal observasi (MO) atau minimal jumlah pengamatan setiap knots yaitu 0, 1, 2, dan 3

b. Menetapkan model terbaik dengan didasarkan pada nilai GCV minimal yang diperoleh dari pengkombinasian antara fungsi basis (BF), maksimum interaksi (MI), dan minimum observasi (MO).

c. Melakukan pendugaan koefisien model MARS terbaik.

d. Menguji signifikansi model (*Testing the Overall Model*) dengan menggunakan statistik uji F dan uji parameter model (uji individu) menggunakan statistik uji T.

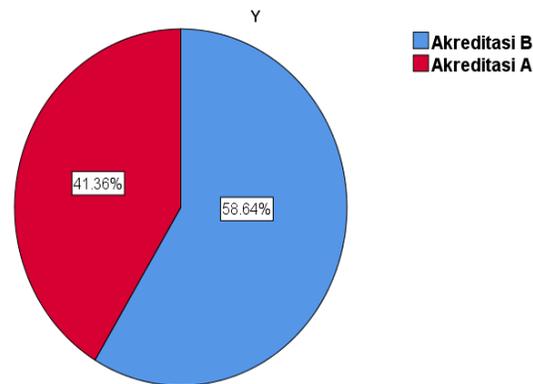
e. Evaluasi prosedur klasifikasi.

Untuk hasil pemodelan MARS peringkat Akreditasi Sekolah Dasar, dilakukan prediksi klasifikasi masing-masing kelompok berdasarkan model yang diperoleh sehingga dapat diketahui seberapa besar kesalahan klasifikasi yang dihasilkan dari model.

4. HASIL DAN PEMBAHASAN

4.1. Deskriptif Data

Berdasarkan data yang diperoleh dari Badan Akreditasi Nasional (BAN) tentang nilai status akreditasi SD di Kota Ambon mulai tahun penetapan akreditasi 2015-2019 sebanyak 191 sekolah dengan status akreditasi A dan B. Berikut ini adalah *pie chart* data akreditasi SD di Kota Ambon variabel respon Y. Variabel respon yang digunakan terbagi menjadi dua kelompok yaitu Y=0 untuk kelompok sekolah yang mendapatkan akreditasi B dan Y=1 untuk kelompok sekolah yang mendapatkan akreditasi A.



Gambar 4.1. Presentase Variabel Respon (Y)

Berdasarkan Gambar 4.1 diperoleh informasi bahwa banyaknya SD yang berakreditasi A sebanyak 79 dengan presentase sebesar 41.36% dan banyaknya SD yang berakreditasi B sebanyak 112 dengan presentase sebesar 58.64%. Artinya sebagian besar SD di Kota Ambon status terakreditasi B. Sedangkan deskriptif dari kedelapan variabel prediktor yang digunakan dalam penelitian ini disajikan dalam tabel 4.1 berikut.

Tabel 4.1. Statistika Deskriptif Variabel Prediktor (X)

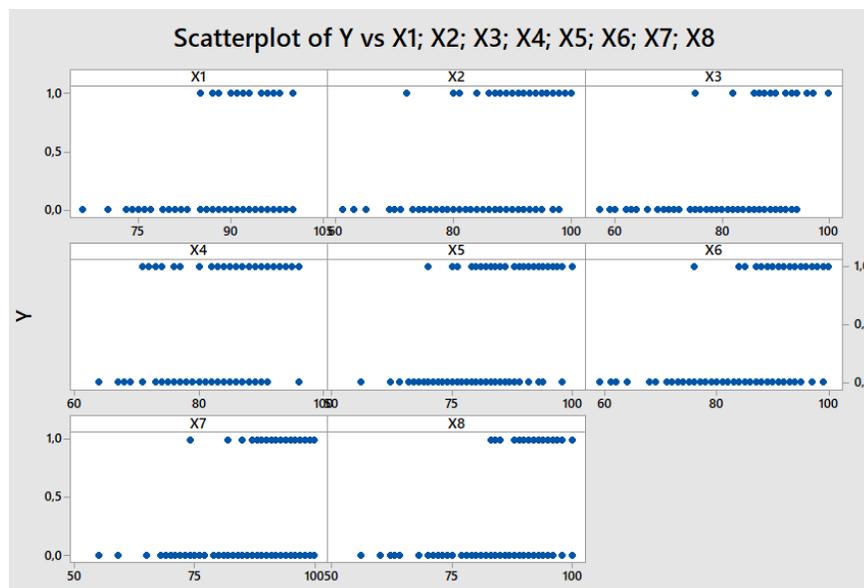
Variabel	N	Minimum	Maksimum	Mean	Variansi
Standar Isi (X ₁)	191	66,00	100,00	90,8010	42,708
Standar Proses (X ₂)	191	61,00	100,00	87,2513	58,315
Standar Kompetensi Lulusan (X ₃)	191	57,00	100,00	85,5602	91,227
Standar PTK (X ₄)	191	64,00	96,00	83,8691	48,251
Standar Sarpras (X ₅)	191	56,00	100,00	83,4398	67,785
Standar Pengelolaan (X ₆)	191	59,00	100,00	87,9476	61,071
Standar Pembiayaan (X ₇)	191	55,00	100,00	89,2356	72,855
Standar Penilaian (X ₈)	191	56,00	100,00	89,0785	75,736

Berdasarkan tabel 4.1 diketahui bahwa komponen yang memiliki nilai rata-rata terkecil yaitu komponen standar sarana dan prasarana (X₅) dengan nilai sebesar 83,44 yang artinya rata-rata SD di Kota Ambon masih memiliki kekurangan dalam hal sarana dan prasarana pendukung proses pembelajaran. Sedangkan komponen yang memiliki nilai rata-rata terbesar yaitu

komponen standar isi (X_1) dengan nilai sebesar 90,80 yang artinya rata-rata SD di Kota Ambon telah mengimplementasikan kurikulum pengajaran dengan tepat.

4.2. Matriks Plot

Gambaran awal bentuk hubungan antara variabel prediktor dengan variabel respon digambarkan pada *matriks plot* yang ditampilkan pada Gambar 4.2. Dari hasil mengindikasikan bahwa masing-masing variabel prediktor tidak menunjukkan kecenderungan membentuk pola tertentu. Dengan adanya keterbatasan informasi mengenai bentuk fungsi dan tidak jelasnya beberapa pola hubungan antara variabel respon dan prediktor menjadi pertimbangan digunakan regresi nonparametrik yakni metode MARS untuk memodelkan data tersebut.



Gambar 4.2. Plot antara Variabel Respon dan Variabel Prediktor

4.3. Pembentukan Model MARS

Dalam menentukan klasifikasi pada data akreditasi SD di Kota Ambon, perlu dilakukan pembentukan model MARS terlebih dahulu. Pemodelan MARS dilakukan dengan cara *trial and error* yakni mengkombinasikan antara Fungsi Basis (BF), Maksimum Interaksi (MI), serta Minimum Observasi (MO) sehingga mendapatkan model terbaik berdasarkan nilai GCV minimum. Hasil pemodelan MARS yang diperoleh sebagai dasar pengukuran ketepatan klasifikasi dapat dilihat dalam tabel dibawah ini.

Tabel 4.2. Hasil Pemodelan MARS

BF	MI	MO	GCV	Variabel yang masuk dalam model	Ketepatan Klasifikasi
16	1	1	0,090	X_2, X_3, X_4, X_5, X_7	91,6%
16	2	1	0,079	$X_2, X_3, X_5, X_6, X_7, X_8$	94,2%
16	3	1	0,075	$X_2, X_3, X_5, X_6, X_7, X_8$	92,6%
24	1	1	0,091	$X_2, X_3, X_4, X_5, X_7, X_8$	93,1%
24	2	1	0,073	$X_1, X_2, X_3, X_5, X_7, X_8$	95,8%

Sarah Risambessy, Salmon Notje Aulele, Ferry Kondo Lembang

24	3	1	0,071	$X_1, X_2, X_3, X_5, X_6, X_7, X_8$	93,7%
32	1	1	0,090	$X_1, X_2, X_3, X_4, X_5, X_7, X_8$	95,2%
32	2	1	0,073	$X_1, X_2, X_3, X_5, X_6, X_7, X_8$	96,3%
32	3	1	0,066	$X_1, X_2, X_3, X_4, X_5, X_6, X_7, X_8$	94,77%

Keterangan : *) model terbaik dengan kriteria minimum GCV

Dari hasil Tabel 4.2. diperoleh model dengan nilai GCV minimum yaitu pada saat maksimum $BF = 32$, $MI = 3$ dan $MO = 1$ yang akan digunakan sebagai model klasifikasi untuk pengelompokan akreditasi A dan B dari SD di Kota Ambon. Model MARS yang didapatkan adalah sebagai berikut :

$$\begin{aligned} \hat{f}(x) = & -0,189 + 0,058 * BF_1 + 0,052 * BF_3 - 0,004 * BF_5 - 0,006 * BF_6 - 0,004 * BF_7 - 0,001 \\ & * BF_{12} + 0,186 * BF_{13} - 0,009 * BF_{17} - 0,002 * BF_{18} + 0,502261E - 03 * BF_{21} \\ & + 0,15 * BF_{22} - 0,180034E - 03 * BF_{24} - 0,586860E - 03 * BF_{25} - 0,006 * BF_{28} \\ & + 0,009 * BF_{30} - 0,007 * BF_{31}; \end{aligned}$$

Dengan

$$\begin{aligned} BF_1 &= \max(0, X_3 - 84,000); \\ BF_3 &= \max(0, X_2 - 83,000); \\ BF_4 &= \max(0, 83,000 - X_2); \\ BF_5 &= \max(0, X_8 - 92,000) * BF_1; \\ BF_6 &= \max(0, 92,000 - X_8) * BF_1; \\ BF_7 &= \max(0, X_3 - 90,000) * BF_3; \\ BF_8 &= \max(0, 90,000 - X_3) * BF_3; \\ BF_9 &= \max(0, X_7 - 85,000) * BF_3; \\ BF_{12} &= \max(0, 76,000 - X_5) * BF_9; \\ BF_{13} &= \max(0, X_8 - 95,000); \\ BF_{16} &= \max(0, 96,000 - X_6) * BF_{13}; \\ BF_{17} &= \max(0, X_7 - 97,000) * BF_{16}; \\ BF_{18} &= \max(0, 97,000 - X_7) * BF_{16}; \\ BF_{19} &= \max(0, X_1 - 93,000) * BF_4; \\ BF_{21} &= \max(0, X_5 - 56,000) * BF_{19}; \\ BF_{22} &= \max(0, X_5 - 91,000) * BF_8; \\ BF_{24} &= \max(0, X_7 - 87,000) * BF_8; \\ BF_{25} &= \max(0, 87,000 - X_7) * BF_8; \\ BF_{28} &= \max(0, X_5 - 88,000) * BF_8; \\ BF_{30} &= \max(0, X_4 - 64,000); \\ BF_{31} &= \max(0, X_8 - 97,000) * BF_{30}; \end{aligned}$$

4.4. Pengujian Signifikansi Parameter Model MARS Terbaik

Pengujian signifikansi parameter model MARS dilakukan baik secara simultan dan individu. Pengujian signifikansi parameter model MARS secara simultan dilakukan dengan menguji secara bersamaan parameter-parameter yang terdapat dalam model MARS. Uji ini bertujuan untuk mengetahui apakah secara umum model MARS telah sesuai atau tidak. Adapun hipotesis yang diuji :

$$H_0: a_1 = a_3 = a_5 = a_6 = a_7 = a_{12} = a_{13} = a_{17} = a_{18} = a_{21} = a_{22} = a_{24} = a_{25} = a_{28} = a_{30} = a_{31} = 0$$

$$H_1: \text{minimal terdapat satu } a_j \neq 0, j = 0, 1, 3, 5, 6, 7, 12, 13, 17, 18, 21, 22, 24, 25, 28, 30, \text{ dan } 31$$

Statistik uji : $F_{hitung} = 56,666$

Dengan menggunakan $\alpha = 0,05$, maka didapatkan

$$F_{tabel} = F_{(0,05;16;174)} = 1,70$$

Sarah Risambessy, Salmon Notje Aulele, Ferry Kondo Lembang

Daerah kritis adalah jika $F_{hitung} > F_{tabel}$

Karena nilai $F_{hitung} > F_{tabel}$ maka tolak H_0 yang berarti bahwa minimal terdapat satu $a_j \neq 0$. Hal ini mengindikasikan terdapat minimal satu parameter a_j yang memuat variabel prediktor yang berpengaruh terhadap variabel respon atau bisa diartikan model sudah sesuai untuk mengklasifikasikan data akreditasi SD di Kota Ambon.

Pengujian signifikansi parameter model MARS secara individu merupakan pengujian signifikansi basis fungsi dimana untuk mengetahui apakah basis fungsi berpengaruh terhadap model yang dihasilkan. Adapun hipotesis yang diuji sebagai berikut :

$$H_0 : a_j = 0$$

$$H_1 : a_j \neq 0; j = 1,3,5,6,7,12,13,17,18,21,22,24,25,28,30, \text{ dan } 31$$

$$\text{Statistik uji: } t = \frac{\hat{a}_j - a_j}{s_{\hat{a}_j}}$$

Dengan menggunakan $\alpha = 0,05$ maka diperoleh $t_{tabel} = t_{\left(\frac{\alpha}{2}; n-k\right)} = t_{(0,025; 174)} = 1,973691$

Daerah kritis : H_0 ditolak jika $|t_{hitung}| > t_{tabel}$

Tabel 4.3 Uji Signifikansi Basis Fungsi

Basis Fungsi	\hat{a}_j	$s_{\hat{a}_j}$	t_{hitung}	Keputusan
Basis Fungsi 0	-0,189	0,053	-3,577	Tolak H_0
Basis Fungsi 1	0,058	0,008	7,779	Tolak H_0
Basis Fungsi 3	0,052	0,005	10,144	Tolak H_0
Basis Fungsi 5	-0,004	0,001	-3,310	Tolak H_0
Basis Fungsi 6	-0,006	0,001	-6,074	Tolak H_0
Basis Fungsi 7	-0,004	0,001	-3,905	Tolak H_0
Basis Fungsi 12	-0,001	0,240	-5,525	Tolak H_0
Basis Fungsi 13	0,186	0,031	6,054	Tolak H_0
Basis Fungsi 17	-0,009	0,002	-3,593	Tolak H_0
Basis Fungsi 18	-0,002	0,253	-6,832	Tolak H_0
Basis Fungsi 21	0,0005	0,957	5,246	Tolak H_0
Basis Fungsi 22	0,015	0,004	4,054	Tolak H_0
Basis Fungsi 24	-0,00018	0,484	-3,714	Tolak H_0
Basis Fungsi 25	-0,00058	0,948	-6,186	Tolak H_0
Basis Fungsi 28	-0,006	0,002	-3,330	Tolak H_0
Basis Fungsi 30	0,009	0,003	3,446	Tolak H_0
Basis Fungsi 31	-0,007	0,002	-3,557	Tolak H_0

Berdasarkan hasil uji signifikansi basis fungsi di atas, maka diperoleh faktor-faktor yang berpengaruh terhadap kriteria penilaian peringkat akreditasi SD di Kota Ambon yaitu komponen standar isi komponen standar isi (X_1), komponen standar proses (X_2), komponen standar kompetensi lulusan (X_3), komponen standar pendidik dan tenaga kependidikan (X_4), komponen

Sarah Risambessy, Salmon Notje Aulele, Ferry Kondo Lembang

standar sarana dan prasarana (X_5), komponen standar pengelolaan (X_6), komponen standar pembiayaan (X_7) dan komponen standar penilaian (X_8).

Dari hasil model MARS terbaik diperoleh hasil klasifikasi yang ditunjukkan pada Tabel 4.4 sebagai berikut :

Tabel 4.4. Hasil Klasifikasi dengan Metode MARS

Hasil Observasi	Hasil Prediksi		Total
	Kelompok Akreditasi B (0)	Kelompok Akreditasi A (1)	
Kelompok Akreditasi B (0)	106 (94,6%)	6 (5,4%)	112
Kelompok Akreditasi A (1)	4 (5,1%)	75 (94,9%)	79

Berdasarkan hasil klasifikasi model yang telah diperoleh pada tabel 4.4. Terlihat bahwa dari data dua kelompok yaitu kelompok SD akreditasi B dan kelompok SD akreditasi A dengan model MARS menghasilkan 94,6% kelompok SD akreditasi B terklasifikasi sesuai dengan data asli dan sisanya 5,4% terjadi kesalahan pengelompokan. Sedangkan pada kelompok SD/MI akreditasi A sebanyak 94,9% terklasifikasi sesuai data asli dan sebanyak 5,1% terjadi kesalahan pengelompokan. Dan secara keseluruhan didapatkan hasil bahwa model MARS yang telah diperoleh dapat mengklasifikasikan SD/MI dengan benar sebanyak 181 sekolah diantara 191 total sekolah atau 94,77%.

4.5. Evaluasi Prosedur Klasifikasi

Ukuran yang digunakan untuk mengevaluasi ketepatan hasil klasifikasi akreditasi Sekolah Dasar di Kota Ambon adalah Nilai APER (*Apparent Error Rate*). Berikut ditampilkan perhitungan nilai APER :

$$\text{APER} = \frac{6+4}{106+6+4+75} \times 100\% = 5,23\%$$

Nilai APER diatas dapat diartikan bahwa kesalahan klasifikasi dari model MARS terbaik hanya sebesar 5,23% yang menandakan bahwa model MARS yang dihasilkan sudah sangat baik dalam mengklasifikasikan SD di Kota Ambon berdasarkan peringkat akreditasi yang diperoleh.

6. KESIMPULAN

Berdasarkan hasil dan pembahasan yang telah dipaparkan sebelumnya dapat diambil kesimpulan bahwa pengklasifikasian SD di Kota Ambon berdasarkan peringkat akreditasi menggunakan model MARS sudah sangat baik dimana diperoleh nilai APER yang menyatakan nilai proporsi sampel yang salah diklasifikasikan oleh fungsi klasifikasi hanya sebesar 5,23% dimana faktor-faktor yang berpengaruh terhadap kriteria penilaian peringkat akreditasi SD di Kota Ambon yaitu komponen standar isi komponen standar isi (X_1), komponen standar proses (X_2), komponen standar kompetensi lulusan (X_3), komponen standar pendidik dan tenaga kependidikan (X_4), komponen standar sarana dan prasarana (X_5), komponen standar pengelolaan (X_6), komponen standar pembiayaan (X_7) dan komponen standar penilaian (X_8).

DAFTAR PUSTAKA

- [1] Celik S. & Yilmaz O., 2018. Prediction of Body Weight of Turkish Tazi Dogs using Data Mining Techniques: Classification and Regression Tree (CART) and Multivariate Adaptive Regression Splines (MARS). *Pakistan J. Zoology*, Vol. 50, 575-583.
- [2] Depdiknas., 2003. Undang-Undang RI No.20 Tahun 2003 Tentang Sistem Pendidikan Nasional.
- [3] Depren S.K., 2018. Prediction of Students' Science Achievement: An Application of Multivariate Adaptive Regression Splines and Regression Trees. *Journal of Baltic Science Education*, Vol. 17, No. 5, 887-903.
- [4] Ferreira L.G., Duarte A. B., da Cunha F.F. & Filho I. F., 2019. Multivariate Adaptive Regression Splines (MARS) Applied to Daily Reference Evapotranspiration Modeling With Limited Weather Data. *Acta Scientiarum Agronomy*, Vol. 41, No. 1, 1-11
- [5] Friedman J.H., 1991. Multivariate Adaptive Regression Spline (With Discussion). *The Annals of Statistics*, Vol. 19, No.1, 1-141.
- [6] Johnson R.A. & Wichern D.W., 1992. *Applied Multivariate Statistical Analysis*. Prentice Hall, New Jersey.
- [7] Lembang F.K., Patty H.W.M. & Maitimu F., 2019. Analisis Kemiskinan di Kabupaten Maluku Tenggara Barat Menggunakan Pendekatan Multivariate Adaptive Regression Spline (MARS). *Media Statistika*, Vol.12, No. 2, 188-199.
- [8] Misya M.V.S., 2017. Upaya Pemerintah Daerah Dalam Meningkatkan Pendidikan Di Komunitas Adat Terpencil Desa Sesap Kecamatan Tebing Tinggi Kabupaten Kepulauan Meranti Tahun 2011-2014. *Jurnal Online Mahasiswa*, Vol. 4, No. 1, 1-13.
- [9] Peraturan Pemerintah Nomor 19 Tahun 2005 Tentang Standar Nasional Pendidikan
- [10] Radjab R., 2020. Analisis Klasifikasi Menggunakan Metode *K-Nearest Neighbor* (K-NN) Pada Data Akreditasi SD/MI Di Kota Ambon. Skripsi. Jurusan Matematika. Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam, Universitas Pattimura, Ambon.
- [11] Rotigliano E., Martinello C., Agnesi V. & Conoscenti C., 2018. Evaluation of Debris Flow Susceptibility in El Salvador (CA): A Comparison Between Multivariate Adaptive Regression Splines (MARS) and Binary Logistic Regression (BLR). *Hungarian Geographical Bulletin*, Vol. 67, No. 4, 361-373.

- [12] Setyaningsih C. D., 2017. Status Akreditasi dan Kualitas Sekolah di Sekolah Dasar Negeri. *Jurnal Manajemen dan Supervisi Pendidikan*, Vol. 1, No. 2, 138-145.
- [13] Sukardjo M. & Komarudin U., 2009. *Landasan Pendidikan : Konsep dan Aplikasinya*. Rajawali Press., Jakarta
- [14] Zulkifli M., 2015. Kinerja Badan Akreditasi Provinsi Sekolah/Madrasah (BAP S/M) Dalam Meningkatkan Mutu Pendidikan di Provinsi Sulawesi Tenggara. *Jurnal Al-Ta'dib*, Vol. 8, No.2, 168-189.