

Analisis Model Aplikatif *Multivariate Adaptive Regression Spline* (MARS) Terhadap Klasifikasi Faktor yang Mempengaruhi Masa Studi Mahasiswa FKIP Universitas Darussalam Ambon

Darwin¹⁾, Safarin Zurimi²⁾

^{1,2)} Universitas Darussalam Ambon

¹⁾darwin@unidar.ac.id, ²⁾Zurimifarin06@gmail.com

ABSTRACT

This study aims to determine the applicative model that can be revealed through the Multivariate Adaptive Regression Spline (MARS) classification Model for the problems alumni study period of the FKIP Darussalam Ambon University. To find out the applicative model that can be revealed through the MARS classification model, parameter estimation is first performed to find the best MARS model. The best MARS model is chosen based on the minimum generalized cross validation (GCV) value. This study uses the parameter estimation of Ordinary Least Square (OLS). The results showed that the parameter estimation of the MARS model using the Ordinary Least Square (OLS) method which obtained convergent results where this is indicated by the value The smallest Mean Square Error (MSE). Thus the applicative model that can be revealed through the MARS classification model on the data of the FKIP Ambon Darussalam University FKIP study period is using the OLS method. The analysis result indicates that there is an influential base function, BF3 which contains two predictor variables, that is first semester achievement index and family economics conditions.

ABSTRAK

Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui Model Aplikatif yang dapat diungkap melalui model klasifikasi *Multivariate Adaptive Regression Spline* (MARS) untuk permasalahan masa studi alumni FKIP Universitas Darussalam Ambon. Untuk mengetahui model aplikatif yang dapat diungkap melalui model klasifikasi MARS terlebih dahulu dilakukan penaksiran parameter untuk mencari model MARS terbaik. Model MARS terbaik dipilih berdasarkan pada nilai *Generalized Cross Validation* (GCV) minimum. Penelitian ini menggunakan penaksiran parameter *Ordinary Least Square* (OLS). Penaksiran parameter model MARS menggunakan metode *Ordinary Least Square* (OLS) diperoleh hasil yang konvergen dimana hal ini ditunjukkan oleh nilai *Mean Square Error* (MSE) yang terkecil. Dengan demikian model aplikatif yang dapat diungkap melalui model klasifikasi MARS pada data masa studi alumni FKIP Universitas Darussalam Ambon yaitu menggunakan metode OLS. Hasil analisis menunjukkan bahwa ada 1 fungsi basis yang berpengaruh yaitu BF3 yang didalamnya memuat 2 variabel prediktor yaitu IP Semester Awal dan Kondisi ekonomi Keluarga.

Kata kunci: Masa Studi; *Multivariate Adaptive Regression Spline* (MARS); *Generalized Cross Validation* (GCV); *Mean Square Error* (MSE)

1. PENDAHULUAN

Salah satu ukuran kesuksesan pembelajaran pada tingkat pendidikan tinggi adalah tingkat ketepatan masa studi. Waktu standar yang dibutuhkan untuk menyelesaikan studi program S1 adalah selama 4 tahun atau setara dengan 8 semester. Akan tetapi, pada kenyataannya banyak mahasiswa yang mengalami kesulitan untuk menuntaskan studinya sesuai dengan standar waktu studi yang telah ditentukan. Hal ini didukung oleh data yang diambil pada *feeder* forlap dikti khususnya Fakultas Keguruan dan Ilmu Pendidikan (FKIP) Universitas Darussalam Ambon, rata-rata lama studi mahasiswa program S1 untuk waktu lulus Januari 2013 sampai dengan Agustus 2018 adalah sekitar 10 semester yang setara dengan 5 tahun.

Untuk mengantisipasi masalah lama studi mahasiswa tersebut, dapat dilakukan dengan analisis untuk mengetahui faktor yang mempengaruhi lama masa studi mahasiswa program studi S1 FKIP Universitas Darussalam Ambon. Penelitian sebelumnya yang dilakukan Mardiah.,dkk (2015) menyatakan bahwa variabel prediktor yang paling berpengaruh terhadap masa studi adalah jalur masuk perguruan tinggi, sementara faktor lainnya yaitu jenis kelamin, Indeks prestasi semester awal, dan program studi.

Hal menarik yang ingin diketahui dari permasalahan klasifikasi alumni S1 FKIP Universitas Darussalam Ambon ini berdasarkan masa studinya dipengaruhi oleh banyak variabel prediktor, melibatkan variabel respon biner, dan memiliki data sampel berukuran besar. Untuk menyelesaikan permasalahan tersebut dapat digunakan beberapa

model dalam analisis regresi. Analisis regresi memiliki beberapa pendekatan dalam menduga sebuah hubungan antara variabel, yaitu metode parametrik dan metode nonparametrik. Menurut Friedman (1991), MARS merupakan salah satu kelompok model statistik modern dengan pendekatan regresi nonparametrik yang menghasilkan pemodelan regresi yang fleksibel untuk data dengan variabel prediktor $3 \leq k \leq 20$ dan ukuran sampel $50 \leq n \leq 1000$. Dengan demikian karakteristik permasalahan ini sesuai dengan kemampuan dari suatu model, yaitu *Multivariate Adaptive Regression Spline* (MARS). Diharapkan melalui penelitian ini dapat membantu penulis untuk memverifikasi suatu model aplikatif melalui analisis Model MARS dalam mengklasifikasikan faktor-faktor yang mempengaruhi masa studi mahasiswa.

Tujuan yang ingin dicapai dalam penelitian ini adalah untuk mengetahui model aplikatif yang dapat diungkap melalui model klasifikasi *Multivariate Adaptive Regression Spline* (MARS) untuk permasalahan masa studi alumni FKIP Universitas Darussalam Ambon

2. TINJAUAN PUSTAKA

2.1. Regresi Nonparametrik

Menurut Budiantara., dkk (2009), regresi nonparametrik digunakan apabila bentuk pola hubungan antara variabel respon dengan variabel prediktor tidak diketahui bentuk kurva regresinya. Dalam regresi nonparametrik kurva regresi hanya diasumsikan mulus (*smooth*) dalam arti termuat dalam suatu ruang fungsi tertentu sehingga mempunyai sifat fleksibilitas yang tinggi.

Secara umum model regresi nonparametrik dapat dituliskan sebagai berikut :

$$y_i = f(x_i) + \varepsilon_i \dots\dots\dots (1)$$

dimana :

- y_i : variabel respon ke- i
- $f(x_i)$: adalah fungsi *smooth* yang tidak diketahui ke- i
- ε_i : *error* ke- i yang saling menyebar $N \sim (0, \sigma^2)$

2.2. Model Multivariate Adaptive Regression Spline (MARS).

MARS merupakan salah satu model regresi nonparametrik yang pertama kali diperkenalkan oleh Jerome Friedman pada tahun 1991. Model MARS merupakan kombinasi yang kompleks dari spline dan *Recursive Partition Regression* (RPR). Bentuk model MARS merupakan perluasan hasil kali fungsi-fungsi basis spline, dimana jumlah fungsi basis beserta parameter-parameternya ditentukan secara otomatis oleh data dengan menggunakan RPR, yang merupakan salah satu metode pemodelan regresi yang biasa digunakan untuk data berdimensi tinggi karena penentuan knot tergantung (otomatis) dari data. RPR merupakan pendekatan dari fungsi $f(t)$ yang tidak diketahui dengan

$$\hat{f}(t) = \sum_{j=1}^s c_j(t)B_j(t) \dots\dots\dots (2)$$

dimana $B_j(t) = I[t \in R_j], I[.]$ menunjukkan fungsi indikator yang mempunyai nilai 1 (satu) jika pernyataan benar $[t \in R_j]$ dan 0 (nol) jika salah, $c_j(t)$ merupakan koefisien (konstanta) yang ditentukan oleh dalam subregion. Namun demikian metode ini masih terdapat kelemahan yaitu model yang dihasilkan tidak kontinu pada knot dan tidak cukup mampu dalam menduga fungsi linier atau aditif, dan untuk mengatasinya digunakan model MARS.

Manfaat khusus dari MARS terdapat pada kemampuannya untuk memperkirakan kontribusi fungsi basis sehingga efek aditif dan interaktif prediktor dapat menentukan variabel respon (Purnomo, 2008).

Beberapa hal yang perlu diperhatikan dalam membangun model MARS yaitu:

- a. Knot, merupakan nilai variabel prediktor ketika slope suatu garis regresi mengalami perubahan. Minimum observasi (MO) antara knot adalah 0, 1, 2, dan 3.
- b. Fungsi basis (BF) yaitu selang antar knot yang berurutan. Pada umumnya fungsi basis yang dipilih berbentuk polinomial dengan turunan yang kontinu pada setiap titik knot. Friedman (1991), menyarankan maksimum fungsi basis yang digunakan adalah antara 2 – 4 kali jumlah prediktor yang akan digunakan.
- c. *Interaction* (interaksi) yaitu hasil perkalian silang antar variabel yang saling berkorelasi. Jumlah maksimum interaksi (MI) yang diperbolehkan adalah 1, 2, atau 3. Jika $MI > 3$ akan dihasilkan model yang semakin kompleks dan model akan sulit untuk diinterpretasi (Otok, 2009).

Friedman (1991) menyatakan model MARS sebagai berikut :

$$Y = a_0 + \sum_{m=1}^M a_m \prod_{k=1}^{K_m} [S_{km} \cdot (x_{v(k,m)} - t_{km})] \dots (3)$$

dimana,

- a_0 : konstanta regresi dari fungsi basis
- a_m : koefisien dari fungsi basis ke- $m, m = 1, \dots, M$
- M : maksimum fungsi basis
- K_m : derajat interaksi
- $S_{km} : \begin{cases} +1, & \text{jika knot terletak dikanan subregion} \\ -1, & \text{jika knot terletak dikiri subregion} \end{cases}$
- $x_{v(k,m)}$: variabel prediktor
- t_{km} : nilai knot dari variabel prediktor $x_{v(k,m)}$

atau dapat ditulis sebagai berikut :

$$Y = a_0 + \sum_{m=1}^M a_m B_m(X) = a_0 + a_1 B_1(X) + a_2 B_2(X) + \dots + a_M B_M(X) \dots (4)$$

dimana :

- $B_m(X) = \prod_{k=1}^{K_m} [S_{km} \cdot (x_{v(k,m)} - t_{km})]$
- $\{a_m\}_{m=1}^M$ ditentukan dengan metode kuadrat terkecil
- Y : Variabel respon

- α_0 : Konstanta regresi dari fungsi basis
- a_1, a_2, \dots, a_M : Koefisien fungsi basis spline 1,2, ..., M
- X : Variabel Prediktor
- $B_1(X), B_2(X), \dots, B_M(X)$: Fungsi basis 1,2, ..., M

Fungsi basis merupakan sekumpulan fungsi yang digunakan untuk merepresentasikan informasi yang terdiri atas satu atau lebih variabel. Pada umumnya fungsi basis yang dipilih adalah berbentuk polinomial dengan turunan yang kontinu pada setiap titik knot. Pemilihan knots pada model MARS dilakukan dalam dua tahap yaitu :

1. Tahap *forward*, yakni dilakukan untuk mendapatkan fungsi dengan jumlah basis maksimum dan nantinya akan dipilih fungsi basis dengan metode kuadrat terkecil.
2. Tahap *backward*, dalam hal ini akan dipilih satu fungsi basis dan mengeluarkan basis tersebut jika kontribusi terhadap model kecil. Ukuran kontribusi pada tahap *backward* didasarkan pada nilai GCV minimum. Kriteria *Generalized Cross Validation* (GCV) diperkenalkan oleh Wahba pada tahun 1979. Nilai GCV didefinisikan sebagai berikut :

$$GCV(M) = \frac{\frac{1}{n} \sum_{i=1}^n [y_i - \hat{f}_M(x_i)]^2}{[1 - \frac{C(M)}{n}]^2} \dots\dots\dots (5)$$

dimana,

- M : jumlah fungsi basis
- x_i : variabel prediktor
- y_i : variabel respon
- n : banyaknya pengamatan
- $C(M)$: trace $[B(B^T B)^{-1} B^T] + 1$

(Friedman, 1991).

Pada Model MARS dilakukan uji signifikansi fungsi basis yang meliputi uji bersamaan dan uji individu. Uji signifikansi yang dilakukan secara bersamaan/ serentak terhadap fungsi basis - fungsi basis yang terdapat dalam model MARS, ini bertujuan untuk mengetahui apakah secara umum model MARS terpilih merupakan model yang sesuai dan menunjukkan hubungan yang tepat antara variabel prediktor dengan variabel respon. Hipotesis yang digunakan adalah :

- H_0 : $\alpha_1 = \alpha_2 = \dots = \alpha_m = 0$
- H_1 : *ada* $\alpha_j \neq 0, j = 1, 2, \dots, m$

Hipotesis nol H_0 akan ditolak jika $F_{hitung} > F_{\alpha(v_1, v_2)}$ artinya tidak terdapat pengaruh signifikansi α serta $v_1 = k$ dan $v_2 = N - k - 1$ dengan N adalah banyaknya sampel dan k adalah banyaknya fungsi basis yang berkontribusi terhadap model. Nilai F_{hitung} diperoleh dari perhitungan berikut :

$$F_{hitung} = \frac{\sum_{i=1}^n (\hat{y}_i - \bar{y})^2 / k}{\sum_{i=1}^n (y_i - \hat{y}_i)^2 / N - k - 1} \dots\dots\dots (6)$$

Kemudian akan dilanjutkan pengujian untuk masing – masing fungsi basis yang bertujuan untuk mengetahui apakah fungsi basis yang terbentuk mempunyai pengaruh signifikansi terhadap model, selain itu ingin diketahui pula apakah model yang memuat parameter

tersebut telah mampu menggambarkan keadaan data yang sebenarnya. Hipotesisnya adalah sebagai berikut :

- H_0 : $\alpha_j = 0$
- H_1 : $\alpha_j \neq 0, j = 1, 2, \dots, m$

Hipotesis nol H_0 akan ditolak jika $t_{hitung} > t_{(\frac{\alpha}{2}, v_2)}$ artinya tidak terdapat pengaruh variabel prediktor terhadap variabel respon pada fungsi basis ke- j di dalam model. Nilai $t_{(\frac{\alpha}{2}, v_2)}$ diperoleh dengan derajat bebas $v_2 = k$ dan tingkat signifikansi dan nilai t_{hitung} diperoleh dari :

$$t_{hitung} = \frac{\alpha_j}{S_{\alpha_j}} \dots\dots\dots (7)$$

dengan S_{α_j} merupakan standar error α_j yang diperoleh dari :

$$S_{\alpha_j} = \sqrt{\left(\frac{\sum_{i=1}^n (y_i - \hat{y}_i)^2}{N - k - 1} \right) C_{jj}} \dots\dots\dots (8)$$

C_{jj} adalah elemen – elemen pada diagonal utama matriks $(B^T B)^{-1}$ (Aziz, 2005).

2.3. Masa Studi

Menurut Peraturan Akademik (Unidar, 2016), Masa studi adalah masa yang terjadwal yang harus ditempuh oleh mahasiswa sesuai dengan rentang waktu yang dipersyaratkan sedangkan Batas waktu studi adalah batas waktu maksimal yang diperkenankan untuk mahasiswa dalam menyelesaikan studi. Program sarjana (S1) di Universitas Darussalam Ambon adalah program pendidikan menengah, yang memiliki beban minimal 144 sks dan maksimum 160 sks yang dijadwalkan untuk 8 semester dan dapat ditempuh dalam waktu kurang dari 8 semester dan paling lama 14 semester.

3. METODOLOGI

3.1. Jenis Penelitian

Jenis Penelitian yang digunakan adalah penelitian “ *ex post facto*”, yang bersifat kaulitas. Penelitian ini hanya meneliti suatu kejadian tanpa ada perlakuan sebelumnya terhadap obyek yang diteliti.

3.2. Populasi dan Sampel

Populasi dalam peneltian ini adalah data alumni FKIP Universitas Darussalam Ambon yang terdiri dari empat program Studi yaitu Pendidikan Matematika, Pendidikan Fisika, Pendidikan Kimia dan Pendidikan Biologi. Teknik pengambilan sampel yang digunakan adalah teknik *purposive sampling*. Sampel yang diambil adalah data alumni FKIP Universitas Darussalam Ambon yang lulus pada agustus 2017 sampai Agustus 2018, hal ini dengan pertimbangan karena rata-rata lama studi mahasiswa program S1 pada tahun 2017 dan 2018 khususnya di FKIP Universitas Darussalam Ambon adalah sekitar 10 semester yang setara dengan 5 tahun, yang dapat dilihat pada tabel berikut ini :

Tabel 1. Data alumni S1 FKIP Universitas Darussalam Ambon

Program Studi	Mahasiswa yang lulus pada agustus tahun 2017 (rata-rata lama studi 10 semester)	Mahasiswa yang lulus pada agustus tahun 2018 (rata-rata lama studi 10 semester)	Total
Pendidikan Matematika	71	69	140
Pendidikan Fisika	40	26	66
Pendidikan Kimia	53	77	130
Pendidikan Biologi	67	67	134
Total Keseluruhan			470

Sumber : Data forlap Dikti FKIP Unidar, 2019

Dengan demikian Sampel yang terpilih adalah 470 mahasiswa.

3.3. Variabel Penelitian

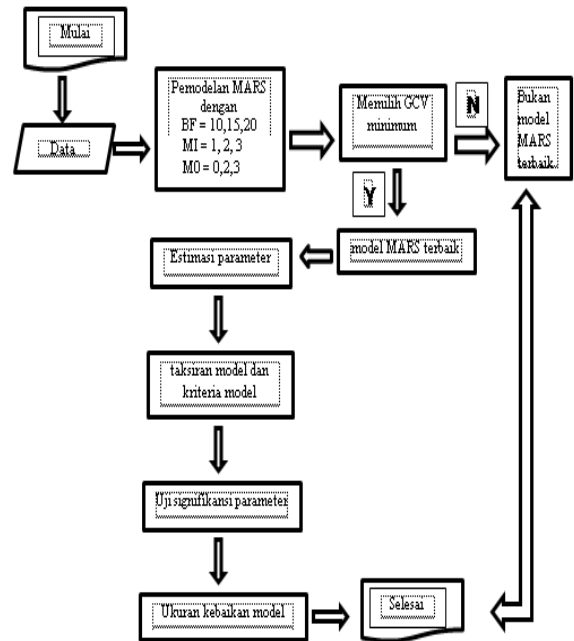
Variabel penelitian terdiri atas variabel respon (Y) dan variabel prediktor (X). Variabel respon (Y) pada penelitian ini adalah Lama Masa studi, dimana pada penelitian ini dikelompokkan ke dalam dua kategori dengan skala nominal, yaitu :

- Y = 1 : Alumni yang lulus tepat waktu ≤ 8 semester (lulus tepat waktu)
- Y = 0 : tidak lulus tepat waktu > 8 semester (lulus terlambat)

Sedangkan Variabel prediktor (X) dalam penelitian ini ada lima variable terdiri dari (X₁) yaitu Jalur masuk perguruan Tinggi, (1 = Undangan, 0 = Mandiri) (X₂) yaitu Jenis kelamin ,(1 = Laki - laki , 0 = perempuan) (X₃) yaitu IP semester awal, (Indeks Prestasi semester pertama adalah IP yang diperoleh mahasiswa setelah menyelesaikan semester pertama (1 = IP semester awal ≥ 3,0 , 0 = IP semester awal < 3,0)) (X₄) yaitu Daerah asal, (1 = alumni berasal dari kota ambon, 0 = alumni berasal dari luar kota ambon) (X₅) yaitu Kondisi ekonomi Keluarga, {1 = (Penghasilan orang tua alumni > 1 jt), 0 = (Penghasilan orang tua alumni ≤ 1 jt)}

3.4. Teknik Analisis Data

Adapun langkah-langkah dalam penelitian melalui analisis model MARS adalah sebagai berikut :



Sumber: Peneliti, 2019

Gambar 1. Langkah-langkah dalam penelitian

4. HASIL DAN PEMBAHASAN

4.1 Penaksiran parameter pada Model MARS dengan Respon Biner menggunakan Metode OLS (Ordinary Least Square).

Model MARS didefinisikan sebagai berikut :

$$Y = \ln \left(\frac{\pi(x)}{1-\pi(x)} \right) = a_0 + a_1 B_1(x) + a_2 B_2(x) + \dots + a_M B_M(x) + e \dots \dots \dots (9)$$

Persamaan tersebut merupakan bentuk linier dalam parameter α.

Metode yang digunakan dalam menaksir parameter yang belum diketahui dalam model MARS pada persamaan di atas adalah OLS.

Misalkan

$$Y = a_0 + a_1 B_1(x) + a_2 B_2(x) + \dots + a_M B_M(x) + e ,$$

maka Persamaan 9 dapat dituliskan sebagai

$$Y = B \alpha + e \dots \dots \dots (10)$$

dimana :

$$Y = (y_1, y_2, \dots, y_N)^t$$

$$B = \begin{bmatrix} 1 & \prod_{k=1}^{K_1} [S_{1m} \cdot (x_{1(1,m)} - t_{1m})] & \dots & \prod_{k=1}^{K_M} [S_{K_M m} \cdot (x_{1(K_M,m)} - t_{K_M m})] \\ 1 & \prod_{k=1}^{K_1} [S_{1m} \cdot (x_{2(2,m)} - t_{1m})] & \dots & \prod_{k=1}^{K_M} [S_{K_M m} \cdot (x_{2(K_M,m)} - t_{K_M m})] \\ \vdots & \vdots & \ddots & \vdots \\ 1 & \prod_{k=1}^{K_1} [S_{1m} \cdot (x_{N(1,m)} - t_{1m})] & \dots & \prod_{k=1}^{K_M} [S_{K_M m} \cdot (x_{N(K_M,m)} - t_{K_M m})] \end{bmatrix}$$

$$\alpha = (\alpha_0, \alpha_1, \alpha_2 \dots, \alpha_M)^t$$

$$\varepsilon = (\varepsilon_1, \varepsilon_2 \dots, \varepsilon_N)^t$$

Misalkan diberikan sejumlah sampel maka untuk mendapatkan nilai taksiran dari parameter α dilakukan dengan meminimumkan nilai dari $\varepsilon = Y - B\alpha$ atau dapat dituliskan dalam bentuk fungsi sebagai berikut:

$$\psi = \varepsilon^t \varepsilon = (Y - B\alpha)^t (Y - B\alpha) \dots\dots\dots (11)$$

Fungsi ψ diatas dapat dijabarkan sebagai berikut :

$$\psi = (Y - B\alpha)^t (Y - B\alpha) \\ = (Y^t - B^t \alpha^t)(Y - B\alpha) \quad \text{Sehingga} \quad \psi = Y^t Y - Y^t B \alpha - B^t \alpha^t Y + B^t \alpha^t B \alpha$$

yang dapat diminimumkan dengan mencari turunan parsial pertama dari fungsi S terhadap α dan menyamakan dengan nol

$$\frac{\partial \psi}{\partial \alpha} = \frac{\partial (Y^t Y - Y^t B \alpha - B^t \alpha^t Y + B^t \alpha^t B \alpha)}{\partial \alpha}$$

$$= -2Y^t B + 2B^t \alpha^t B = 0$$

diperoleh,

$$B^t B \alpha = B^t Y \dots\dots\dots (12)$$

Persamaan 12 di atas merupakan persamaan normal. Dengan mengalikan kedua ruas dengan $(B^t B)^{-1}$ diperoleh estimator OLS untuk parameter α sebagai berikut :

$$\hat{\alpha}_{OLS} = (B^t B)^{-1} B^t Y \dots\dots\dots (13)$$

Persamaan (13) adalah taksiran *Ordinary Least Square* untuk α .

4.2. Aplikasi Model MARS menggunakan metode OLS (Ordinary Least Square) pada Data Masa Studi Alumni FKIP Universitas Darussalam Ambon

Pada bagian ini diberikan studi kasus tentang aplikasi model MARS menggunakan metode OLS. Data yang digunakan pada penelitian ini adalah data masa studi alumni FKIP Universitas Darussalam Ambon yang lulus pada Agustus 2017 sampai Agustus 2018 yakni meliputi data alumni PS Pendidikan Matematika, PS Pendidikan Fisika, PS Pendidikan Kimia dan PS Pendidikan Biologi, dengan total sampel yang terpilih adalah 470 sampel. Dalam penelitian ini akan dicari parameter-parameter yang tidak diketahui dari model MARS melalui metode OLS. Parameter-parameter yang akan dicari dalam penelitian ini dengan tujuan untuk mengetahui variabel-variabel prediktor yang berpengaruh terhadap masa studi alumni FKIP Universitas Darussalam Ambon. Variabel penelitian terdiri atas variabel respon (Y) dan variabel prediktor (X). Variabel respon (Y) pada penelitian ini adalah Lama Masa studi, sedangkan variabel prediktor (X) dalam penelitian ini

adalah lima variabel meliputi Jalur Masuk perguruan tinggi, Jenis Kelamin, IP semester awal, Daerah Asal, Kondisi ekonomi Keluarga.

Analisis yang dilakukan pada model MARS menggunakan metode OLS pada penelitian ini digunakan program software MARS versi 2.0. Dari keseluruhan model yang telah diperoleh dengan berdasarkan pada nilai GCV paling minimum maka model MARS terbaik yang dipilih yaitu model dengan nilai BF = 15, MI = 2, dan MO = 2 dan 3 atau BF = 20, MI = 2, dan MO = 2 dan 3 atau BF = 20, MI = 3, dan MO = 0, 2 dan 3 dengan nilai GCV sebesar 1,181. Model MARS dengan respon biner melalui metode OLS yang dihasilkan sebagai berikut :

$$Y = 0,189 + 0,645 * BF3 \dots\dots\dots (14)$$

dengan :

$$BF2 = (\text{Kondisi ekonomi Keluarga} = 0) \\ BF3 = (\text{IP Semester Awal} = 0) * BF2$$

Setelah dilakukan taksiran parameter untuk menduga koefisien model $(a_0, a_1, a_2, \dots, a_M)$, selanjutnya pada model MARS dilakukan uji signifikansi fungsi basis yang meliputi uji serentak dan uji Individu. Uji signifikansi yang dilakukan secara bersamaan/serentak terhadap fungsi basis-fungsi basis yang terdapat dalam model MARS ini menggunakan Hipotesis sebagai berikut :

$$H_0 : a_1 = 0 \\ H_1 : \text{Paling tidak ada satu } a_j \neq 0, \text{ dengan } j = 1$$

Berdasarkan hasil pengolahan MARS dapat diketahui bahwa nilai F_{hitung} sebesar 14,271, dengan menggunakan $\alpha = 0,05$ maka diperoleh $F_{0,05(1,468)} = 4,02$ sehingga daerah kritis yaitu $F_{hitung} > F_{0,05(1,468)}$, maka keputusan yang diambil yaitu menolak H_0 , artinya paling sedikit ada satu a_j yang tidak sama dengan nol yang dapat dinyatakan pula bahwa minimal terdapat satu fungsi basis a yang memuat variabel prediktor yang berpengaruh terhadap variabel respon.

Uji yang dilakukan secara parsila/ individu menggunakan hipotesis sebagai berikut :

$$H_0 : a_j = 0 \\ H_1 : a_j \neq 0, j = 1$$

Dengan menggunakan $\alpha = 0,05$ maka didapatkan : $t_{tabel} = t_{(0,025:468)} = 0,4901$. Daerah kritis adalah $|t_{hitung}| > t_{(0,025:105)}$ maka menolak H_0 .

Tabel 2. Uji Signifikansi Fungsi Basis Pada Model MARS dengan Respon Biner Menggunakan Metode OLS

Parameter Fungsi Basis	t_{hitung}	Keputusan
constant	3,467	Tolak H_0
BF3	3,778	Tolak H_0

Sumber: Peneliti, 2019

Berdasarkan tabel 2 dapat dilihat bahwa semua parameter fungsi basis mempunyai nilai signifikansi

sehingga keputusan yang diambil adalah menolak H_0 yang berarti semua parameter fungsi basis dalam model mempunyai pengaruh yang signifikan terhadap model.

Untuk lebih jelas lagi dapat dilihat pada Hasil OUTPUT Software MARS 2.0 sebagai berikut :

```

UNTUK BF = 15, MI = 2 DAN MO = 2 DAN 3; BF = 20, MI = 2 DAN MO = 2 DAN 3;
BF = 20, MI = 3 DAN MO = 0,2 DAN 3

MARS VERSION 2.0.0.19

ORDINARY LEAST SQUARES RESULTS
=====

N: 470.000                                R-SQUARED: 0.200
MEAN DEP VAR: 0.254                       ADJ R-SQUARED: 0.186
UNCENTERED R-SQUARED = R-0 SQUARED: 0.404

PARAMETER          ESTIMATE      S.E.      T-RATIO      P-VALUE
-----
Constant           | 0.189      0.054      3.467      0.001
Basis Function 3   | 0.645      0.171      3.778      .380281E-03
-----
F-STATISTIC = 14.271                      S.E. OF REGRESSION = 0.396
P-VALUE = .380281E-03                     RESIDUAL SUM OF SQUARES = 8.947
[MDF,MDF] = [ 1, 468 ]                   REGRESSION SUM OF SQUARES = 2.240
-----

Basis Functions
=====

BF2 = (kondisi eknomi keluarga = 0);
BF3 = (IP smstr awal = 0) * BF2;

Y = 0.189 + 0.645 * BF3;

model NILATAKH = BF3;
    
```

Sumber: Peneliti, 2019

Gambar 2. Output Software MARS

Dengan demikian, model pada persamaan di atas menunjukkan bahwa ada 1 fungsi basis yang berpengaruh untuk model MARS melalui metode OLS yaitu BF3 yang didalamnya memuat 2 variabel prediktor yaitu Kondisi ekonomi Keluarga dan IP Semester Awal untuk masa studi alumni FKIP Universitas Darussalam Ambon.

5. PENUTUP

5.1. Kesimpulan

Berdasarkan hasil penelitian diatas dapat disimpulkan bahwa model aplikatif yang dapat diungkap melalui model klasifikasi MARS pada data masa studi alumni FKIP Universitas Darussalam Ambon menggunakan metode OLS yaitu hasil analisis menunjukkan bahwa ada 1 fungsi basis yang berpengaruh yaitu BF3 yang didalamnya memuat 2 variabel prediktor yaitu IP Semester Awal dan Kondisi ekonomi Keluarga.

5.2. Saran

Dari hasil penelitian dan kesimpulan, adapun saran dalam penelitian ini adalah :

1. Perlu dikaji lebih lanjut tentang estimasi parameter model MARS dengan respon biner dengan memperhatikan jumlah pengamatan dan jumlah fungsi basis yang memadai sebagai variabel prediktor, karena ini merupakan faktor penentu untuk mendapat estimasi yang baik.

2. Mengkaji lebih lanjut tentang estimasi parameter model MARS dengan respon biner menggunakan metode selain *Ordinary Least Square* dengan memperhatikan data yang akan digunakan. Untuk itu terlebih dahulu perlu dilakukan pengujian data meliputi uji kenormalan dan uji kesamaan matriks variansi kovariansi dengan harapan agar metode estimasi yang digunakan memenuhi asumsi dalam model regresi.

DAFTAR PUSTAKA

Annur, Mardiah., dkk, 2015, Penerapan Metode Multivariate Adaptive Regression Spline (MARS) untuk menentukan faktor yang mempengaruhi masa studi mahasiswa FMIPA UPI, *Eurekamatika*, 3(1), pp.1-19.

Aziz, Azwirda., 2005, *Penggunaan regresi spline adaptiv berganda untuk data respon biner*, Tesis, Bogor ; Sekolah Pascasarjana Institut Pertanian Bogor.

Budiantara, I.N., dkk., 2009, Pemilihan knot optimal dalam estimator spline Terbobot pada regresi nonparametrik Heteroskedastik data longitudinal, *Prosiding seminar Nasional Statistika XI*, Institut Teknologi Sepuluh November, Surabaya.

Friedman., J.H., 1991, Multivariate Adaptive Regression Splines, *The Annals of Statistics*, 19(1), pp. 1-14.

Otok, B.W., 2009, Konsistensi dan Asimtotik Normalitas Model Multivariate Adaptive Regression Spline (MARS) Respon Biner, *Jurnal Ilmu Dasar*, 10(2), pp.133-140.

Purnomo., 2008, Estimation penalized least square Multivariate Adaptive Regression Splines, *Proceedings of the First International Conference on Mathematics and Statistics (IcoMS-1)*, Bandung, west Java, Indonesia.

UNIDAR., 2016, Peraturan Akademik,

UNIDAR., 2019, Forlap DIKTI.