

# Analisis Model *Multivariate Adaptive Regression Spline* (MARS) Dalam Mengklasifikasikan Faktor Yang Mempengaruhi Masa Studi Mahasiswa FKIP Universitas Darussalam Ambon

Darwin, Safarin Zurimi  
Program Studi Pendidikan Matematika, FKIP Universitas Darussalam Ambon  
[darwin@unidar.ac.id](mailto:darwin@unidar.ac.id), [zurimifarin06@gmail.com](mailto:zurimifarin06@gmail.com)

---

## Info Artikel

### Riwayat Artikel:

Diterima: 21 Oktober 2019  
Direvisi: 18 November 2019  
Diterbitkan: 15 Januari 2020

### Kata Kunci:

Masa Studi  
Multivariate Adaptive  
Regression Spline (MARS)  
Generalized Cross Validation  
(GCV)  
Mean Square Error (MSE)

## 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. Hasil penelitian menunjukkan bahwa penaksiran parameter model MARS menggunakan metode *Ordinary Least Square* (OLS) diperoleh hasil yang konvergen. Hal ini ditunjukkan oleh nilai *Mean Square Error* (MSE) yang terkecil. Selain itu, Aplikasi model MARS menggunakan metode OLS pada data masa studi alumni FKIP Universitas Darussalam Ambon menunjukkan bahwa ada 1 fungsi basis yang berpengaruh yaitu  $BF_3$  yang didalamnya memuat 2 variabel prediktor yaitu IP Semester Awal dan Kondisi ekonomi Keluarga.

Copyright © 2019 SIMANIS.  
All rights reserved.

---

## Korespondensi:

Darwin dan Safarin Zurimi  
FKIP, Program Studi Pendidikan Matematika  
Universitas Darussalam Ambon,  
Jl. Wayhakila Puncak Wara Ambon Kec. Sirimau Kabupaten Ambon  
Kode Pos 97128  
Email : [darwin@unidar.ac.id](mailto:darwin@unidar.ac.id), [Zurimifarin06@gmail.com](mailto:Zurimifarin06@gmail.com)

---

## I. 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 [1] 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.

Dengan demikian hal menarik yang ingin diketahui dari permasalahan Klasifikasi alumni ini berdasarkan masa studinya dipengaruhi oleh banyak variabel prediktor, melibatkan variabel respon biner, dan memiliki data sampel berukuran besar. 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. Untuk mencapai tujuan 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. 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  $50 \leq n \leq 1000$ . [4].

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.

## II METODE PENELITIAN

### 2.1 Jenis Penelitian

Jenis Penelitian yang digunakan adalah penelitian “*ex post facto*”

### 2.2 Populasi dan Sampel

Populasi dalam penelitian 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. Dengan demikian Sampel yang terpilih adalah 470 mahasiswa.

### 2.3 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  $\leq 8$  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

( $X_1$ ) yaitu Jalur masuk perguruan Tinggi, (1 = Undangan, 0 = Mandiri)

( $X_2$ ) yaitu Jenis kelamin, (1 = Laki-laki, 0 = perempuan)

( $X_3$ ) yaitu IP semester awal, (Indeks Prestasi semester pertama adalah IP yang diperoleh mahasiswa setelah menyelesaikan semester pertama)

(1 =  $IP \text{ semester awal} \geq 3,0$ , 0 =  $IP \text{ semester awal} < 3,0$ )

( $X_4$ ) yaitu Daerah asal,

(1 = alumni berasal dari kota ambon, 0 = alumni berasal dari luar kota ambon)

( $X_5$ ) yaitu Kondisi ekonomi Keluarga, {1 = ( $Penghasilan \text{ orang tua alumni} > 1 \text{ jt}$ ), 0 = ( $Penghasilan \text{ orang tua alumni} \leq 1 \text{ jt}$ )}

Untuk Jalur Masuk perguruan tinggi, Jenis Kelamin,, Daerah Asal, Kondisi ekonomi Keluarga, dikelompokkan ke dalam dua kategori dengan skala nominal sedangkan IP semester awal dikelompokkan ke dalam skala interval.

### 2.4 Teknik Analisis Data

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

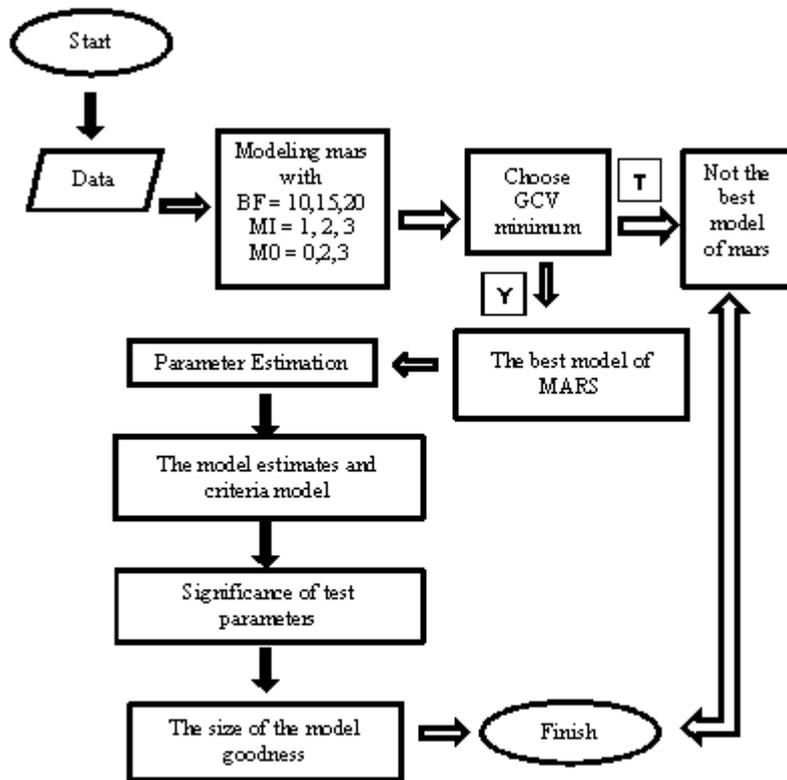


Figure 1. Flow Chart Of The Procedure The Research Work

Penjelasan :

1. Membuat basis fungsi dengan menggunakan metode *forward stepwise* untuk mendapatkan jumlah basis fungsi maksimum dengan kriteria pemilihan basis fungsi adalah meminimumkan *Average Sum of Square Residual (ASR)*. Proses ini menggunakan Program MARS Versi 2.0
2. Menentukan model MARS dengan memilih basis fungsi yang menggunakan metode *Backward Stepwise* atau metode *Penalized Residual Sum of Square (PRSS)*.
3. Memilih model MARS terbaik dengan menggunakan kriteria yang berdasarkan pada nilai GCV (*Generalized Cross Validation*), nilai minimum *Mean Square Error (MSE)*.

### III HASIL DAN PEMBAHASAN

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

Model MARS didefinisikan sebagai berikut [2] :

$$Y = \ln \left( \frac{\pi(x)}{1-\pi(x)} \right) = a_0 + a_1 B_1(x) + a_2 B_2(x) + \dots + a_M B_M(x) + e \quad (3.1)$$

Persamaan tersebut merupakan bentuk linier dalam parameter  $\alpha$ .

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 (4.1) dapat dituliskan sebagai

$$Y = B \alpha + e \quad (3.2)$$

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

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

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

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

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

$$\psi = \varepsilon^t \varepsilon = (Y - B\alpha)^t (Y - B\alpha) \quad (3.3)$$

Fungsi  $\psi$  diatas dapat dijabarkan sebagai berikut :

$$\begin{aligned} \psi &= (Y - B\alpha)^t (Y - B\alpha) \\ &= (Y^t - B^t \alpha^t) (Y - B\alpha) \\ \psi &= Y^t Y - Y^t B \alpha - B^t \alpha^t Y + B^t \alpha^t B \alpha \end{aligned}$$

yang dapat diminimumkan dengan mencari turunan parsial pertama dari fungsi  $S$  terhadap  $\alpha$  dan menyamakan dengan nol

$$\begin{aligned} \frac{\partial \psi}{\partial \alpha} &= \frac{\partial (Y^t Y - Y^t B \alpha - B^t \alpha^t Y + B^t \alpha^t B \alpha)}{\partial \alpha} \\ \frac{\partial \psi}{\partial \alpha} &= -2Y^t B + 2B^t \alpha^t B = 0 \end{aligned}$$

diperoleh,

$$B^t B \alpha = B^t Y \quad (3.4)$$

Persamaan (3.4) di atas merupakan persamaan normal. Dengan mengalikan kedua ruas dengan  $(B^t B)^{-1}$  diperoleh estimator OLS untuk parameter  $\alpha$  sebagai berikut

$$\begin{aligned} (B^t B)^{-1} B^t B \alpha &= (B^t B)^{-1} B^t Y \\ \hat{\alpha}_{OLS} &= (B^t B)^{-1} B^t Y \quad \blacksquare \quad (3.5) \end{aligned}$$

Persamaan (3.5) adalah taksiran *Ordinary Least Square* untuk  $\alpha$

## B. 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. Pada model MARS, penentuan model terbaik didasarkan pada nilai GCV paling minimum yang diperoleh dengan cara mengkombinasikan nilai BF, MI, dan MO sampai mendapatkan model terbaik. Hal ini dapat dilihat pada tabel 1 berikut ini :

**Tabel 1. Kombinasi Besarnya Basis Function (BF), Maximum Interaction (MI) dan Minimum Object under knot (MO)**

BF	MI	MO			GCV
		1	2	3	
10	1	0			0,196
10	1	2			0,196
10	1	3			0,196
15	1	0			0,196
15	1	2			0,196
15	1	3			0,196
20	1	0			0,196
20	1	2			0,196
20	1	3			0,196
10	2	0	2		0,196
10	2	0	3		0,196
10	2	2	3		0,196
15	2	0	2		0,196
15	2	0	3		0,196
15*)	2	2	3		0,181
20	2	0	2		0,196
20	2	0	3		0,196
20*)	2	2	3		0,181
10	3	0	2	3	0,196
15	3	0	2	3	0,196
20*)	3	0	2	3	0,181

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 :

$$Y = 0,189 + 0,645 * BF3 \quad \blacksquare \quad (3.6)$$

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 :

$$H_0 \quad : a_1 = 0$$

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

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 :

$$H_0 \quad : a_j = 0$$

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

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 $H_0$

Berdasarkan Tabel 1. 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,NDF] = [ 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 NILAIAKH = BF3;

```

Gambar 3. Hasil OUTPUT SOFTWARE MARS 2.0

Dengan demikian, Model pada persamaan (3.6) 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.

#### **IV KESIMPULAN DAN SARAN**

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  $BF_3$  yang didalamnya memuat 2 variabel prediktor yaitu IP Semester Awal dan Kondisi ekonomi Keluarga. 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 *Generalized Least Square* dan *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.

#### **REFERENSI**

- [1] Annur, Mardiah.,dkk. Penerapan Metode Multivariate Adaptive Regression Spline (MARS) [1] Annur, Mardiah.,dkk. Penerapan Metode Multivariate Adaptive Regression Spline (MARS) untuk menentukan faktor yang mempengaruhi masa studi mahasiswa FMIPA UPI. *Eurekamatika*.2015; 3(1).Hal.1-19.
- [2] Aziz, Azwirda.. *Penggunaan regresi spline adaptiv berganda untuk data respon biner*. Tesis. Bogor : Sekolah Pascasarjana Institut Pertanian Bogor.2005
- [3] Budiantara, I.N., Lestari, B., Islamiyati,A., Wibowo, W. Pemilihan knot optimal dalam estimator spline Terbobot pada regresi nonparametrik Heteroskedastik data longitudinal. *Prosiding seminar Nasional Statistika XI*, Institut Teknologi Sepuluh November, Surabaya. 2009.
- [4] Friedman, J.H.,Multivariate Adaptive Regression Splines, *The Annals of Statistics*. 1991;19(1). Hal. 1-14
- [5] Otok, B.W. Konsistensi dan Asimtotik Normalitas Model Multivariate Adaptive Regression Spline (MARS) Respon Biner. *Jurnal Ilmu Dasar*.2009; 10(2).Hal.133-140
- [6] Purnomo. Estimation penalized least square Multivariate Adaptive Regression Splines, *Proceedings of the First International Conference on Mathematics and Statistics (IcoMS-1)*, Bandung, west Java, Indonesia.2008
- [7] UNIDAR. Peraturan Akademik. 2017