

# Modeling Human Development Index in Papua and West Sumatera with Multivariate Adaptive Regression Spline

Yulia Pertiwi, Dony Permana\*, Nonong Amalita, Admi Salma

Departemen Statistika, Universitas Negeri Padang, Padang, Indonesia

\*Corresponding author: [donypermana@fmipa.unp.ac.id](mailto:donypermana@fmipa.unp.ac.id)

Submitted : 13 April 2023

Revised : 25 Mei 2023

Accepted : 26 Mei 2023

## ABSTRACT

The Human Development Index (HDI), is an indicator of the successful development of the quality of human life. The high value of HDI, shows the better development of a region. The purpose of this study is to model and determine the factors affect HDI in Papua Province and West Sumatera Province, using Multivariate Adaptive Regression Spline (MARS). MARS is one of the modeling methods that can handle high-dimensional data. The result of this study showed that the best MARS model for Papua Province is a combination of (BF=24, MI=2, and MO=0) with a minimum GCV value of 0.55953. while the best MARS model for West Sumatera Province is a combination of (BF=24, MI=2, and MO=0) with a minimum GCV value of 0.02697. Based on the model, the factors that significantly affect HDI in Papua Province and West Sumatera Province are average years of schooling ( $X_2$ ), adjusted per-capita income ( $X_6$ ), life expectancy ( $X_1$ ), percentage of poor people ( $X_4$ ), and gross regional domestic product ( $X_3$ ). The percentage level of importance of each variable for Papua Province is 100%, 45.26%, 29.24%, 6.55%, and 6.27%. Meanwhile, for West Sumatera Province it is 100%, 96.73%, 57.54%, 34.13%, and 29.6%, respectively. So in this case, based on the results of the study, the average years of schooling ( $X_2$ ) is the variable that most influences HDI in the two regions, with an importance level of 100%.

**Keywords:** GCV, HDI, MARS, Nonparametric Regression.



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

Pembangunan merupakan langkah merancang suatu perubahan dimana diharapkan menjadi lebih baik. *United Nation Development Programme* (UNDP) mengatakan, pembangunan manusia ialah usaha pemberdayaan yang mengutamakan peningkatan kemampuan dasar manusia. UNDP menerbitkan suatu indikator yang disebut dengan Indeks Pembangunan Manusia (IPM), dimana digunakan sebagai tolak ukur keberhasilan pencapaian pembangunan kualitas hidup dan kesejahteraan manusia, yang berfokus pada tiga dimensi dasar perkembangan manusia yakni: kesehatan, pendidikan, dan pendapatan (UNDP, 2015). Kepala bidang Kementerian Koperasi dan Usaha Kecil dan Menengah (Kemenkop UKM), Hanung Harimba menyatakan bahwa "IPM Indonesia berada pada peringkat 107 dari 183 negara tahun 2021 dengan skor 71,94 persen" (Sulaeman, 2021). Semakin tinggi nilai IPM suatu wilayah, mengindikasikan bahwa pembangunan manusianya semakin baik. Meskipun skor IPM termasuk tinggi masih banyak wilayah di Indonesia memiliki IPM yang belum baik, terutama daerah Provinsi Papua yang berada pada urutan 34 dari 34 provinsi yang ada. Dalam hal ini akan di analisis faktor-faktor yang mempengaruhi IPM di Provinsi Papua dan Provinsi Sumatera Barat (Sumbar). Kedua wilayah ini sama-sama memiliki kekayaan alam yang sangat berlimpah, terutama pada sektor pertambangan. Namun IPM di Provinsi Papua menunjukkan kemajuan pembangunan manusia di provinsi tersebut masih jauh tertinggal dibanding Provinsi Sumbar.

Oleh karena itu, digunakan salah satu bagian dari analisis regresi yaitu regresi nonparametrik, dalam Eubank (1999), regresi nonparametrik mempunyai fleksibilitas yang tinggi, dimana datanya dapat mencari pola estimasi kurva sendiri tanpa dipengaruhi oleh subjektivitas peneliti. Salah satu metode dari regresi nonparametrik yakni *Multivariate Adaptive Regression Spline* (MARS). MARS merupakan metode yang dikembangkan oleh Friedman (1991), yang merupakan kombinasi antara metode *Spline* dan *Recursive Partition Regression* (RPR), metode ini menangani kelemahan dari metode RPR. Metode MARS difokuskan pada persoalan data yang memiliki dimensi tinggi (*curse of dimensionality*). Beberapa penelitian terdahulu tentang IPM, diantaranya penelitian oleh Insany, dkk. (2019), yang

meneliti tentang “Pemodelan IPM di Kawasan Timur Indonesia menggunakan Metode *Multivariate Adaptive Regression Spline*”, yang menghasilkan rata-rata lama sekolah ( $X_2$ ), pengeluaran perkapita ( $X_4$ ), angka harapan hidup ( $X_3$ ), dan persentase perempuan berstatus miskin usia 15-49 ( $X_5$ ) merupakan faktor-faktor yang mempengaruhi IPM di Kawasan Timur Indonesia. Kemudian penelitian yang dilakukan oleh Fransiska & Yusmet (2020), meneliti tentang “Faktor-Faktor yang Mempengaruhi IPM Provinsi Sumbar dengan Menggunakan Analisis Regresi Data Panel”, yang menghasilkan angka harapan hidup, rata-rata lama sekolah, harapan lama sekolah, dan pengeluaran perkapita merupakan faktor yang berpengaruh terhadap IPM di Wilayah Sumbar. Penelitian ini digunakan untuk memperoleh model terbaik, faktor-faktor yang berpengaruh, serta berapa tingkat kepentingan dari masing-masing faktor tersebut mempengaruhi IPM di Provinsi Papua dan Provinsi Sumbar, yang dimana nantinya dapat digunakan untuk pedoman standar dalam pengambilan keputusan untuk meningkatkan IPM di masa mendatang.

## II. METODE PENELITIAN

Penelitian ini merupakan jenis penelitian terapan (*Applied Research*), yaitu proses dimana pengumpulan data, analisis teoritis dan penerapan pada data secara sistematis, serta memudahkan mencari solusi terhadap suatu masalah secara praktis. Dalam hal ini dilakukan penelitian mengenai “pemodelan indeks pembangunan manusia di Provinsi Papua dan Provinsi Sumatera Barat menggunakan *Multivariate Adaptive Regression Spline* (MARS)” dalam penelitian ini digunakan data sekunder, yang didapat dari website Badan Pusat Statistik (BPS) Provinsi Papua dan Provinsi Sumbar, yaitu data Indeks Pembangunan Manusia (IPM) di kedua provinsi. Dimana variabel prediktor dalam penelitian ini terdiri dari; Angka Harapan Hidup (AHH), Rata-rata Lama Sekolah (RLS), Produk Domestik Regional Bruto (PDRB), Persentase Penduduk Miskin (PPM), Tingkat Partisipasi Angkatan Kerja (TPAK), dan Pendapatan Perkapita Disesuaikan (PPD) dimana data yang diambil dari tahun 2017-2021.

Dalam penelitian ini digunakan *software* SPM 8.3 (*Salford Predictive Modeler*) dan *software* R. Tahapan analisis yang dilakukan sebelum menganalisis dengan metode MARS yaitu, melakukan analisis deskriptif untuk mengetahui gambaran dari tiap-tiap variabel yang digunakan. Kemudian buat plot antara variabel respon dan variabel prediktor guna mengetahui pola hubungan antar variabel, selanjutnya dilakukan pemodelan data IPM menggunakan metode MARS dengan tahapan yaitu:

1. Menentukan jumlah Basis Fungsi (BF) maksimum, dimana BF 2-4 kali dari jumlah variabel prediktor yang digunakan. Karena jumlah variabel prediktor dalam penelitian ini sebanyak 6 variabel, maka BF yang digunakan adalah 12, 18, dan 24. Menentukan Maksimum Interaksi (MI), MI yang digunakan yaitu 1, 2, dan 3. Dan menentukan Minimum Observasi (MO), dimana MO yaitu 0, 1, 2, dan 3. Kemudian di kombinasikan nilai BF, MI, dan MO untuk mendapatkan model terbaik MARS.
2. Setelah didapat 36 kombinasi model, model terbaik dilihat dari nilai *Generalized Cross Validation* (GCV) minimum. Dimana Estimasi model MARS hasil pengembangan oleh Friedman (1991), terdapat pada Persamaan (1),

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

Dan menurut Craven dan Wahba (dalam Eta & B. W. Otok, 2014), kriteria GCV terdapat pada Persamaan (2),

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

Dengan,

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

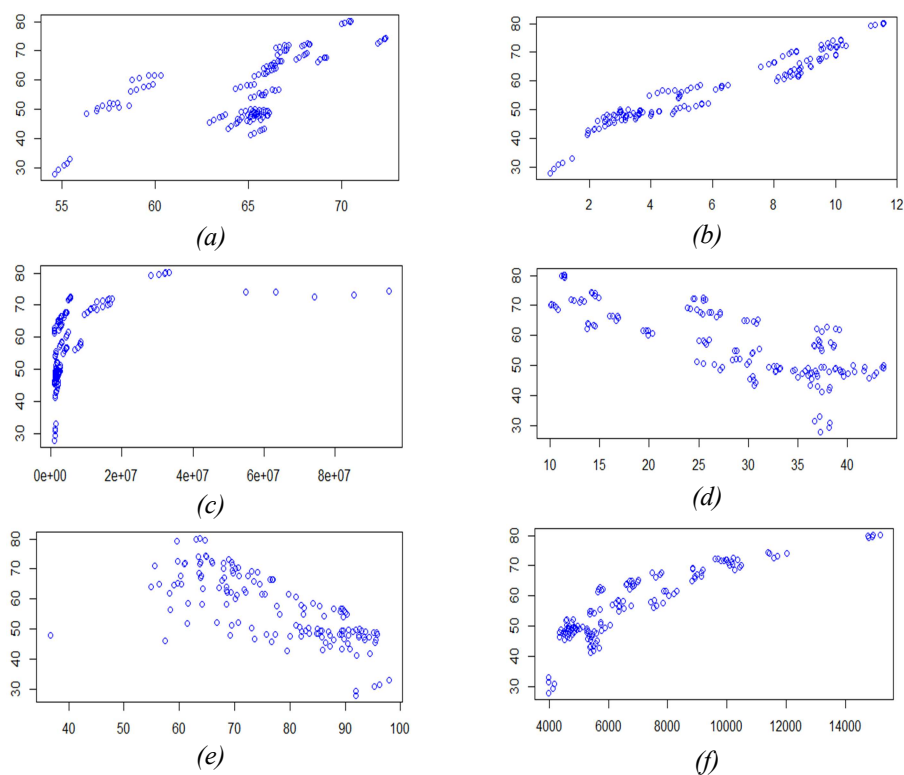
$\tilde{C}(M)$  :  $C(M) + dM$

3. Melakukan uji signifikan model MARS dengan uji serentak dan uji parsial. Uji parameter model dilakukan untuk mengetahui variabel prediktor mana yang memberikan pengaruh pada variabel respon. Uji parameter model dibagi dua tahap yaitu (Wicaksono, 2014),
  - a) Uji Serentak (Uji-F)  
Tolak  $H_0$  jika nilai  $F_{hitung} > F_{\alpha(N-M-1)}$  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. Menginterpretasi hasil model MARS terbaik dan tingkat kepentingan dari tiap-tiap variabel prediktor yang berpengaruh pada variabel respon.

### III. HASIL DAN PEMBAHASAN

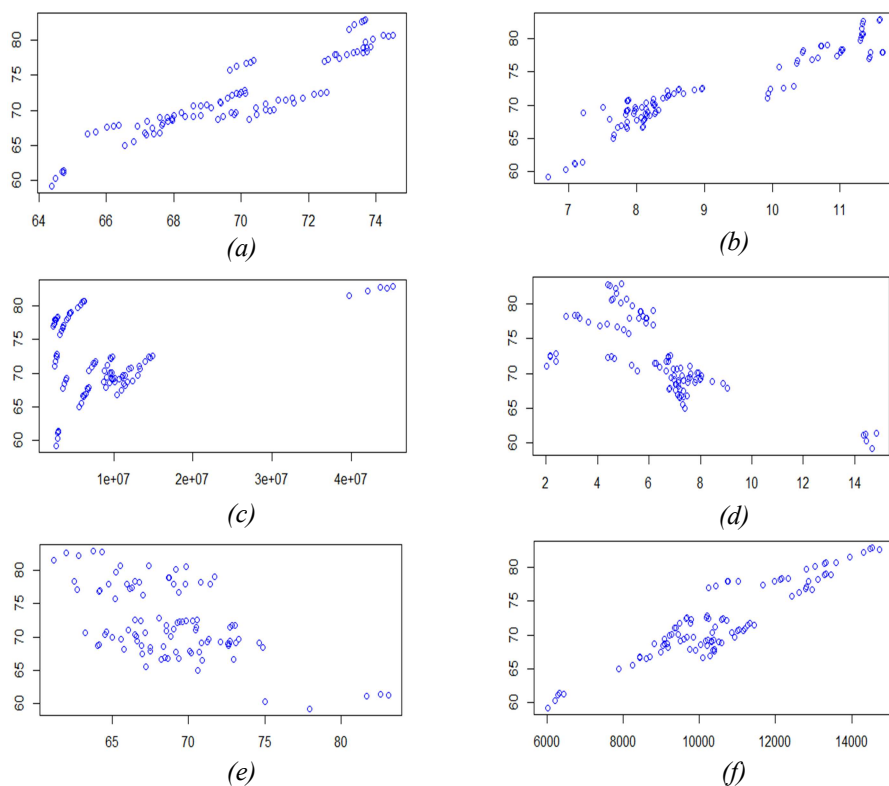
#### A. Eksplorasi Data

Sebelum dilakukannya pemodelan dengan metode MARS, Perlu dilihat pola hubungan variabel respon (IPM) dan masing-masing variabel prediktor (AHH, RLS, PDRB, PPM, TPAK dan PPD) di Provinsi Papua dan Provinsi Sumbar. Dengan analisis deskriptif yaitu melakukan eksplorasi data yang bertujuan untuk mendapatkan gambaran dan karakteristik dari data yang digunakan. Bentuk pola hubungan kedua variabel dapat dilihat secara visual menggunakan scatterplot. Scatterplot antara variabel IPM terhadap masing-masing faktor yang diduga mempengaruhinya di Provinsi Papua dan Provinsi Sumbar ditunjukkan oleh Gambar 1 dan Gambar 2.



**Gambar 1.** (a) *Scatterplot* “Y vs  $X_1$ ”, (b) *Scatterplot* “Y vs  $X_2$ ”, (c) *Scatterplot* “Y vs  $X_3$ ”, (d) *Scatterplot* “Y vs  $X_4$ ”, (e) *Scatterplot* “Y vs  $X_5$ ”, (f) *Scatterplot* “Y vs  $X_6$ ” Provinsi Papua.

Berdasarkan Gambar 1, terlihat bahwa pola data antara variabel respon (IPM) di Provinsi Papua terhadap variabel prediktornya mengindikasikan bahwa terdapat beberapa *scatterplot* yang tidak memperlihatkan kecenderungan membentuk pola tertentu. Karena keterbatasan informasi tentang bentuk fungsional dan pola hubungan yang tidak jelas antara variabel respon dan variabel prediktor, penggunaan regresi nonparametrik untuk memodelkan data tersebut menjadi pertimbangan dalam memodelkannya.



**Gambar 2.** (a) Scatterplot “Y vs X<sub>1</sub>”, (b) Scatterplot “Y vs X<sub>2</sub>”, (c) Scatterplot “Y vs X<sub>3</sub>”, (d) Scatterplot “Y vs X<sub>4</sub>”, (e) Scatterplot “Y vs X<sub>5</sub>”, (f) Scatterplot “Y vs X<sub>6</sub>” Provinsi Sumbar

Berdasarkan Gambar 2, terlihat bahwa pola data antara variabel respon (IPM) di Provinsi Sumbar terhadap variabel prediktornya mengindikasikan bahwa tidak membentuk pola tertentu yang menyebabkan fungsi regresinya tidak jelas. Karena informasi tentang bentuk fungsi terbatas dan polanya tidak jelas, maka regresi nonparametrik dapat digunakan untuk memodelkan data.

**B. Pembentukan Model IPM dengan Metode MARS**

Berdasarkan hasil *scatterplot* maka digunakan regresi nonparametrik yaitu metode MARS untuk pemodelan IPM di Provinsi Papua dan Provinsi Sumbar. Model MARS dibentuk dengan menggabungkan antara BF, MI dan MO. Model MARS dari hasil kombinasi BF, MI, dan MO dimana menghasilkan 36 kombinasi model tiap provinsi. Berikut pemilihan model terbaik MARS hasil semua kombinasi BF, MI, MO dimana dilihat nilai GCV minimumnya, terlihat di Tabel 1 dan Tabel 2.

**Tabel 1.** Perbandingan Model Terbaik dari Kombinasi BF, MI, dan MO untuk Provinsi Papua

| No         | BF        | MI       | MO       | GCV            | Variabel yang Signifikan   |
|------------|-----------|----------|----------|----------------|--|
| 1          | 12        | 2        | 2        | 1.06729        | X <sub>2</sub> ,X <sub>6</sub> ,X <sub>1</sub>                               |
| 2          | 12        | 3        | 2        | 1.06729        | X <sub>2</sub> ,X <sub>6</sub> ,X <sub>1</sub>                               |
| 3          | 18        | 2        | 1        | 0.72240        | X <sub>2</sub> ,X <sub>6</sub> ,X <sub>1</sub> ,X <sub>4</sub>               |
| 4          | 18        | 3        | 1        | 0.72240        | X <sub>2</sub> ,X <sub>6</sub> ,X <sub>1</sub> ,X <sub>4</sub>               |
| <b>**5</b> | <b>24</b> | <b>2</b> | <b>0</b> | <b>0.55953</b> | <b>X<sub>2</sub>,X<sub>6</sub>,X<sub>1</sub>,X<sub>4</sub>,X<sub>3</sub></b> |

Keterangan: \*\* adalah model terbaik

Dari Tabel 1, mengindikasikan bahwa model MARS terbaik untuk Provinsi Papua yang diperoleh dari hasil kombinasi BF=24, MI=2, MI=0 dengan nilai GCV sebesar 0.55953, dimana memiliki nilai GCV paling minimum dan

ada 5 variabel prediktor yang berpengaruh, yang menunjukkan bahwa IPM dapat dijelaskan oleh variabel  $X_2, X_6, X_1, X_4, X_3$ . Persamaan model MARS IPM di Provinsi Papua tahun 2017-2021 adalah sebagai berikut:

$$Y = 47.3273 + 6.50003 * BF1 - 9.03383 * BF2 + 0.000966331 * BF3 - 0.00185624 * BF4 - 0.136224 * BF6 - 4.86855 * BF7 - 0.00158087 * BF11 + 0.311249 * BF13 + 0.214971 * BF15 + 0.0583563 * BF16 + 0.00494852 * BF17 + 0.000416856 * BF19 + 0.000344726 * BF22 + 8.93739e-007 * BF24;$$

Dengan basis fungsi (BF) :

$BF1 = \max(0, X_2 - 2.49)$ ;  $BF2 = \max(0, 2.49 - X_2)$ ;  $BF3 = \max(0, X_6 - 11400)$ ;  $BF4 = \max(0, 11400 - X_6)$ ;  $BF6 = \max(0, 65.11 - X_1) * BF1$ ;  $BF7 = \max(0, X_2 - 5.46)$ ;  $BF8 = \max(0, 5.46 - X_2)$ ;  $BF11 = \max(0, X_6 - 4664) * BF8$ ;  $BF13 = \max(0, X_1 - 58.05) * BF8$ ;  $BF15 = \max(0, X_4 - 39.25) * BF8$ ;  $BF16 = \max(0, 39.25 - X_4) * BF8$ ;  $BF17 = \max(0, X_6 - 5522) * BF8$ ;  $BF19 = \max(0, X_1 - 68) * BF4$ ;  $BF22 = \max(0, 4.38 - X_2) * BF4$ ;  $BF24 = \max(0, 2.42217e+006 - X_3)$ ;

Dari persamaan model yang telah didapat variabel prediktor yang memberikan pengaruh pada variabel respon yakni AHH ( $X_1$ ), RLS ( $X_2$ ), PDRB ( $X_3$ ), PPM ( $X_4$ ) dan PPD ( $X_6$ ). Sedangkan TPAK ( $X_5$ ) tidak mempengaruhi variabel respon.

**Tabel 2.** Perbandingan Model Terbaik dari Kombinasi BF, MI, dan MO untuk Provinsi Sumbar

| No         | BF        | MI       | MO       | GCV            | Variabel yang Signifikan                    |
|------------|-----------|----------|----------|----------------|---|
| 1          | 12        | 1        | 0        | 0.08565        | $X_2, X_6, X_1, X_3, X_4$                   |
| 2          | 18        | 3        | 1        | 0.04419        | $X_2, X_6, X_1, X_3, X_4$                   |
| <b>**3</b> | <b>24</b> | <b>2</b> | <b>0</b> | <b>0.02697</b> | <b><math>X_2, X_6, X_1, X_4, X_3</math></b> |

Keterangan: \*\* adalah model terbaik

Berdasarkan Tabel 2, terlihat bahwa model MARS terbaik untuk Provinsi Sumbar yang diperoleh dari hasil kombinasi pada  $BF=24$ ,  $MI=2$ ,  $MO=0$  dengan nilai GCV sebesar 0.02697, dimana memiliki nilai GCV paling minimum dan terdapat 5 variabel prediktor yang berpengaruh, yang menunjukkan bahwa IPM dapat dijelaskan oleh variabel  $X_2, X_6, X_1, X_4, X_3$ . Persamaan model MARS IPM di Provinsi Sumbar tahun 2017-2021 adalah sebagai berikut:

$$Y = 68.1281 + 1.85825 * BF1 + 0.000576144 * BF3 - 0.00112858 * BF4 + 0.504374 * BF5 - 0.646536 * BF6 - 1.21665e-007 * BF8 - 0.419262 * BF10 + 0.366516 * BF14 + 3.14613e-011 * BF15 + 7.07282e-011 * BF16 + 9.4049e-005 * BF17 + 0.000865181 * BF18 - 3.21798e-008 * BF19 - 1.62506e-008 * BF20 - 2.98565 * BF21 - 1.14087 * BF22 + 8.99094e-008 * BF24;$$

Dimana basis fungsi (BF) :

$BF1 = \max(0, X_2 - 7.87)$ ;  $BF2 = \max(0, 7.87 - X_2)$ ;  $BF3 = \max(0, X_6 - 9089)$ ;  $BF4 = \max(0, 9089 - X_6)$ ;  $BF5 = \max(0, X_1 - 67.81)$ ;  $BF6 = \max(0, 67.81 - X_1)$ ;  $BF8 = \max(0, 1.32492e+007 - X_3)$ ;  $BF9 = \max(0, X_4 - 3.66)$ ;  $BF10 = \max(0, 3.66 - X_4)$ ;  $BF12 = \max(0, 6.68 - X_4)$ ;  $BF14 = \max(0, 10.17 - X_2) * BF12$ ;  $BF15 = \max(0, X_3 - 7.7097e+006) * BF3$ ;  $BF16 = \max(0, 7.7097e+006 - X_3) * BF3$ ;  $BF17 = \max(0, X_2 - 8.26) * BF3$ ;  $BF18 = \max(0, 8.26 - X_2) * BF3$ ;  $BF19 = \max(0, X_3 - 1.16822e+007) * BF5$ ;  $BF20 = \max(0, 1.16822e+007 - X_3) * BF5$ ;  $BF21 = \max(0, X_1 - 67.15) * BF2$ ;  $BF22 = \max(0, 67.15 - X_1) * BF2$ ;  $BF24 = \max(0, 4.57193e+006 - X_3) * BF9$ ;

Dari persamaan model yang telah didapat variabel prediktor yang berpengaruh terhadap variabel respon yakni AHH ( $X_1$ ), RLS ( $X_2$ ), PDRB ( $X_3$ ), PPM ( $X_4$ ) dan PPD ( $X_6$ ). Sedangkan TPAK ( $X_5$ ) tidak mempengaruhi variabel respon.

### C. Uji Signifikansi Model

Signifikansi model MARS diuji untuk melihat signifikansi parameter dan menilai kesesuaian pada model. Sebagai berikut:

#### 1). Uji Signifikan Model untuk Provinsi Papua

**Tabel 3.** Uji Serentak pada Model untuk Provinsi Papua

|                          |   |
|--------------------------|---|
| F-STATISTIC = 3828.13500 | S.E. OF REGRESSION = 0.58346            |
| P-VALUE = 0.00000        | RESIDUAL SUM OF SQUARES = 44.25531      |
| [MDF,NDF] = [ 14, 130 ]  | REGRESSION SUM OF SQUARES = 18244.72547 |

Keputusan:

Dari hasil pengolahan data, terlihat pada Tabel 3 dengan uji serentak didapat nilai  $F_{hit}$  sebesar 3828.13500 sedangkan  $F_{tabel} (F_{0,05(14;130)}) = 1,77$ . Karna  $F_{hitu} > F_{0,05(14;130)}$  maka  $H_0$  ditolak. Jadi, disimpulkan bahwa variabel bebas secara bersama-sama signifikan memberikan pengaruh kepada variabel respon sehingga layak digunakan untuk pemodelan IPM di Provinsi Papua.

**Tabel 4.** Uji Parsial pada Model untuk Provinsi Papua

| Parameter         | Estimate | S.E.    | T-Ratio   | P-Value |
|-------------------|----------|---------|-----------|---------|
| Constant          | 47.32622 | 1.04080 | 45.47114  | 0.00000 |
| Basis Function 1  | 6.50044  | 0.35704 | 18.20656  | 0.00000 |
| Basis Function 2  | -9.03412 | 0.71493 | -12.63633 | 0.00000 |
| Basis Function 3  | 0.00097  | 0.00009 | 10.68906  | 0.00000 |
| Basis Function 4  | -0.00186 | 0.00006 | -31.74176 | 0.00000 |
| Basis Function 6  | -0.13623 | 0.00721 | -18.90008 | 0.00000 |
| Basis Function 7  | -4.86899 | 0.38753 | -12.56431 | 0.00000 |
| Basis Function 11 | -0.00158 | 0.00012 | -13.16038 | 0.00000 |
| Basis Function 13 | 0.31127  | 0.02607 | 11.93772  | 0.00000 |
| Basis Function 15 | 0.21498  | 0.03368 | 6.38298   | 0.00000 |
| Basis Function 16 | 0.05836  | 0.01603 | 3.64117   | 0.00039 |
| Basis Function 17 | 0.00495  | 0.00031 | 15.72113  | 0.00000 |
| Basis Function 19 | 0.00042  | 0.00008 | 5.41912   | 0.00000 |
| Basis Function 22 | 0.00034  | 0.00007 | 5.28835   | 0.00000 |
| Basis Function 24 | 0.00000  | 0.00000 | 5.57327   | 0.00000 |

Daerah kritis:

Dari hasil olah data, untuk pengujian parsial parameter model terlihat pada Tabel 4 nilai p-value untuk masing-masing BF yang masuk pada model. Dari hasil menunjukkan bahwa nilai  $p - value < \alpha (0,05)$ , maka terjadi penolakan  $H_0$ . Dapat disimpulkan bahwa terdapat 14 BF yang secara parsial mempengaruhi variabel respon secara signifikan.

**2). Uji Signifikan Model untuk Provinsi Sumbar**

**Tabel 5.** Uji Serentak pada Model untuk Provinsi Sumbar

|                           |   |
|---------------------------|---|
| F-STATISTIC = 17539.49345 | S.E. OF REGRESSION = 0.09677            |
| P-VALUE = 0.00000         | RESIDUAL SUM OF SQUARES = 0.72101       |
| [MDF,NDF] = [ 17, 77 ]    | [REGRESSION SUM OF SQUARES = 2792.02217 |

Daerah kritis:

Dari perolehan hasil olah data, terlihat pada Tabel 5 dengan uji serentak didapat nilai  $F_{hitu}$  sebesar 17539.49345 sedangkan  $F_{tabel} (F_{0,05(17;77)}) = 1,76$ . Karna  $F_{hitu} > F_{0,05(17;77)}$  maka  $H_0$  ditolak. Dapat disimpulkan bahwa variabel bebas secara serentak signifikan berpengaruh terhadap variabel respon sehingga layak untuk pemodelan IPM di Provinsi Sumbar.

**Tabel 6.** Uji Parsial pada Model untuk Provinsi Sumbar

| Parameter         | Estimate | S.E.    | T-Ratio    | P-Value |
|-------------------|----------|---------|------------|---------|
| Constant          | 68.12805 | 0.05445 | 1251.09860 | 0.00000 |
| Basis Function 1  | 1.85826  | 0.04051 | 45.86805   | 0.00000 |
| Basis Function 3  | 0.00058  | 0.00003 | 20.36873   | 0.00000 |
| Basis Function 4  | -0.00113 | 0.00006 | -18.52465  | 0.00000 |
| Basis Function 5  | 0.50438  | 0.02003 | 25.17968   | 0.00000 |
| Basis Function 6  | -0.64653 | 0.03314 | -19.51099  | 0.00000 |
| Basis Function 8  | -0.00000 | 0.00000 | -13.42310  | 0.00000 |
| Basis Function 10 | -0.41927 | 0.04676 | -8.96541   | 0.00000 |
| Basis Function 14 | 0.36651  | 0.01902 | 19.26812   | 0.00000 |
| Basis Function 15 | 0.00000  | 0.00000 | 5.06454    | 0.00000 |
| Basis Function 16 | 0.00000  | 0.00000 | 12.90772   | 0.00000 |
| Basis Function 17 | 0.00009  | 0.00001 | 7.49685    | 0.00000 |
| Basis Function 18 | 0.00087  | 0.00011 | 8.02328    | 0.00000 |
| Basis Function 19 | -0.00000 | 0.00000 | -4.81195   | 0.00001 |
| Basis Function 20 | -0.00000 | 0.00000 | -5.36785   | 0.00000 |



|                   |          |         |           |         |
|-------------------|----------|---------|-----------|---------|
| Basis Function 21 | -2.98561 | 0.27400 | -10.89621 | 0.00000 |
| Basis Function 22 | -1.14087 | 0.08688 | -13.13147 | 0.00000 |
| Basis Function 24 | 0.00000  | 0.00000 | 7.94307   | 0.00000 |

Daerah kritis:

Dari hasil olah data, untuk pengujian parsial parameter model terlihat pada Tabel 6 nilai  $p - value$  untuk masing-masing BF yang masuk pada model. Dari hasil menunjukkan bahwa nilai  $p - value < \alpha(0,05)$ , maka terjadi penolakan  $H_0$ . Dapat disimpulkan bahwa terdapat 17 BF secara parsial mempengaruhi variabel respon secara signifikan.

## D. Tingkat Kepentingan Faktor-Faktor yang Mempengaruhi IPM

### 1. Tingkat Kepentingan Variabel Prediktor Provinsi Papua

**Tabel 7.** Tingkat Kepentingan Variabel untuk Provinsi Papua

| Variable | Importance | -gcv     |
|----------|------------|----------|
| X2       | 100.00000  | 26.11528 |
| X6       | 45.26288   | 5.79526  |
| X1       | 29.24019   | 2.74457  |
| X4       | 6.55014    | 0.66924  |
| X3       | 6.27981    | 0.66037  |
| X5       | 0.00000    | 0.55959  |

Dari hasil pengolahan data, pada Tabel 7 mengindikasikan bahwa variabel yang berpengaruh terhadap IPM ialah RLS ( $X_2$ ), PPD ( $X_6$ ), AHH ( $X_1$ ), PPM ( $X_4$ ), dan PDRB ( $X_3$ ). RLS merupakan variabel paling berpengaruh terhadap IPM dengan tingkat kepentingan 100%, artinya pendidikan merupakan hal yang paling mempengaruhi IPM. Sedangkan TPAK ( $X_5$ ) adalah variabel yang tidak mempengaruhi IPM di Provinsi Papua.

### 2. Tingkat Kepentingan Variabel Prediktor Provinsi Sumbar

**Tabel 8.** Tingkat Kepentingan Variabel untuk Provinsi Sumbar

| Variable | Importance | -gcv    |
|----------|------------|---------|
| X2       | 100.00000  | 1.36622 |
| X6       | 96.73973   | 1.28032 |
| X1       | 57.54315   | 0.47043 |
| X4       | 34.13592   | 0.18303 |
| X3       | 29.60690   | 0.14437 |
| X5       | 0.00000    | 0.02698 |

Dari hasil pengolahan data, pada Tabel 8 memperlihatkan bahwa RLS ( $X_2$ ), PPD ( $X_6$ ), AHH ( $X_1$ ), PPM ( $X_4$ ), dan PDRB ( $X_3$ ) merupakan variabel yang berpengaruh terhadap IPM. Dan RLS ialah variabel yang paling mempengaruhi IPM dengan tingkat kepentingan 100%, artinya pendidikan merupakan hal yang paling mempengaruhi IPM. Sedangkan TPAK ( $X_5$ ) tidak memberikan pengaruh pada IPM.

## IV. KESIMPULAN

MARS merupakan metode yang digunakan untuk memodelkan IPM di Provinsi Papua dan Provinsi Sumbar. Berdasarkan hasil penelitian diperoleh 36 model MARS yang dibentuk hasil gabungan BF = 12, 18 dan 24, MI= 1,2 dan 3, serta MO= 0,1,2,dan 3. Model MARS terbaik dipilih berdasarkan nilai GCV terkecil, model MARS terbaik untuk Provinsi Papua yang diperoleh dari gabungan BF=24, MI=2, MO=0 dengan nilai GCV sebesar 0.55953, sedangkan gabungan BF=24, MI=2, MO=0 dengan nilai GCV sebesar 0.02697 model MARS terbaik dari Provinsi Sumbar. Variabel-variabel prediktor secara signifikan yang mempengaruhi IPM di Provinsi Papua dan Provinsi Sumbar adalah RLS ( $X_2$ ), PPD ( $X_6$ ), AHH ( $X_1$ ), PPM ( $X_4$ ), dan PDRB ( $X_3$ ). Dimana tingkat kepentingan masing-masing variabel untuk Provinsi Papua berturut-turut sebesar 100%, 45.26%, 29.24%, 6.55%, dan 6.27%. sedangkan untuk Provinsi Sumbar berturut-turut adalah sebesar 100%, 96.73%, 57.54%, 34.13%, dan 29.6%. RLS ( $X_2$ ) ialah variabel yang sangat mempengaruhi IPM di kedua provinsi dimana memiliki tingkat kepentingan 100%. Berdasarkan pengolahan data yang telah dilakukan, diharapkan pemerintah bisa lebih memperhatikan persoalan faktor mana yang dapat meningkatkan IPM, sehingga pemerintah dapat menyusun dan menetapkan program sebagai solusi untuk

memperbaiki IPM di daerah tersebut. Dan mengevaluasi program yang ada demi kepentingan perbaikan program pada masa yang akan datang, di kedua provinsi tersebut terutama untuk Provinsi Papua. Studi literatur dan referensi yang lebih luas dan mendalam diharapkan bagi penelitian selanjutnya. Dengan demikian, kajian dan penerapan model MARS menjadi lebih detail dan terperinci.

## DAFTAR PUSTAKA

- Eta, Dian A. A., & B. W. Otok. 2014. "Pendekatan Multivariate Adaptive Regression Spline (MARS) pada Pemodelan Penduduk Miskin di Indonesia Tahun 2008-2012". *Prosiding Seminar Nasional Matematika*, Universitas Jember, 175-191.
- Eubank, R. 1999. *Nonparametric Regression and Spline Smoothing*. New York: Marcel Dekker Inc.
- Fransiska, S., & Yusmet R. 2020. "Faktor-Faktor yang Mempengaruhi Indeks Pembangunan Manusia (IPM) Provinsi Sumatera Barat dengan Menggunakan Analisis Data Panel". *Journal of Mathematics UNP*, Vol. 3, NO. 3, 128-131, ISSN: 977 235516589.
- Friedman, J. H. 1991. "Multivariate Adaptive Regression Spline". *The Annals of Statistics*, Vol. 19, hal. 1-141.
- Insany, A. N., Nur'eni, & Mohammad Fajri. 2019. "Pemodelan IPM di Kawasan Timur Indonesia Menggunakan Multivariate Adaptive Regression Spline (MARS)". *Journal of Science and Technology*, Vol. 8, No. 2, 94-98.
- Sulaeman. 2021. "Indeks Pembangunan Manusia Indonesia Duduki Peringkat 107 dari 189 Negara", <https://www.merdeka.com/uang/indeks-pembangunan-manusia-indonesia-duduki-peringkat-107-dari-189-negara.html>, diakses pada 27 September 2022 pukul 15.00.
- United Nation Development Programme (UNDP). 2015. *Human Development Report 2015*. New York: Oxford University Press.
- Wicaksono, W., Wilandari Y., & Suparti. 2014. "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.