

PEMODELAN PRODUK DOMESTIK REGIONAL BRUTO (PDRB) DI PROVINSI JAWA TENGAH MENGGUNAKAN *BOOTSTRAP* *AGGREGATING MULTIVARIATE ADAPTIVE REGRESSION SPLINES* (*BAGGING MARS*)

Maryam Jamilah An Hasibuan¹, Agus Rusgiyono², Diah Safitri³

^{1,2,3} Departemen Statistika FSM Universitas Diponegoro

Email: agus.rusgi@gmail.com

ABSTRACT

Increased economic improvement is one way to improve people's welfare in certain areas. Gross Regional Domestic Product (GRDP) is one of the macroeconomic indicators used to measure economic growth in a region. Related to the economy in Central Java Province increased from year to year. Increasing economic growth is inseparable from the contribution of factors that sufficiently contribute to the GRDP. Factors that are the cause of GRDP are Regional Original Income, Foreign Investment, and Domestic Investment. The method used to model the factors that influence Gross Regional Domestic Product is the Multivariate Adaptive Regression Spline (MARS) method and combine it with Bagging. MARS method is one method that uses nonparametric regression and high dimension data. The best model used is a model with a combination of $BF = 6$, $MI = 1$, $MO = 0$ with GCV of 5.667,6680. Then bagging is done on the initial data set with 10, 25, 35, 40, 55, 75, 85, 90 and 100 bootstrap replications. GCV produced in bagging MARS 2.258,6192. GCV values obtained from MARS bagging are smaller compared to the MARS method. This shows that bagging can reduce the value of GCV and increase accuracy, making this method can be used in this study.

Keywords: GRDP, GCV, MARS, Bagging

1. PENDAHULUAN

Indonesia merupakan negara yang luas dengan 33 provinsi di dalamnya. Setiap daerah provinsi di Indonesia akan berusaha untuk meningkatkan pertumbuhan ekonominya, termasuk Provinsi Jawa Tengah. Pertumbuhan ekonomi yang meningkat di masing-masing provinsi mengindikasikan bahwa pemerintah mampu meningkatkan kesejahteraan masyarakatnya. Pertumbuhan ekonomi yang tinggi merupakan salah satu indikator untuk menilai keberhasilan pembangunan suatu negara dan menjadi sasaran utama pembangunan bagi negara berkembang.

Pembangunan ekonomi daerah adalah suatu proses dimana pemerintah daerah dan masyarakatnya mengelola sumber daya yang ada dan membentuk suatu pola kemitraan antara pemerintah daerah dan sektor swasta untuk menciptakan suatu lapangan pekerjaan dan merangsang perkembangan kegiatan ekonomi di dalam wilayah tersebut (Arsyad, 1999).

Produk Domestik Bruto (PDB) merupakan salah satu indikator makro ekonomi yang pada umumnya digunakan untuk mengukur kinerja ekonomi di suatu negara. Pada dasarnya, PDB adalah jumlah nilai akhir dari seluruh sektor manufaktur dan jasa, baik atas dasar harga berlaku (PDB nominal) dan atas dasar harga konstan (PDB riil). PDB suatu negara dihitung berdasarkan oleh nilai-nilai Produk Domestik Regional Bruto (PDRB) dari seluruh wilayah di negara tersebut.

PDRB adalah jumlah nilai tambah yang dihasilkan oleh seluruh aktivitas produksi di dalam perekonomian daerah (BPS, 2013). PDRB atas dasar harga konstan dipakai untuk

dapat mengetahui pertumbuhan ekonomi dari tahun ke tahun atau dengan kata lain pertumbuhan ekonomi setiap tahunnya.

Beberapa faktor yang diduga menyebabkan meningkatnya PDRB yaitu Pendapatan Asli Daerah (PAD), Penanaman Modal Asing (PMA), dan Penanaman Modal Dalam Negeri (PMDN). Dalam peningkatan pertumbuhan penduduk daerah terlihat dari perkembangan pendapatan asli daerah yang positif disisi penerimaannya dan perannya dari tahun ke tahun. PAD merupakan salah satu sumber penerimaan daerah yang memiliki keterkaitan dengan pertumbuhan ekonomi. Menurut Saragih (2003), daerah yang memiliki pertumbuhan ekonomi positif memiliki kemungkinan kenaikan PAD atau kata lain adanya peningkatan PAD merupakan akses dari pertumbuhan ekonomi dan diantara pertumbuhan ekonomi dan PAD diyakini terdapat korelasi.

Salah satu metode dalam statistik yang dapat digunakan untuk memodelkan faktor-faktor yang mempengaruhi Produk Domestik Regional Bruto adalah dengan menggunakan metode *Multivariate Adaptive Regression Spline (MARS)*. Menurut Friedman (1991), metode *Multivariate Adaptive Regression Splines (MARS)* merupakan pendekatan untuk regresi nonparametrik. Karena MARS merupakan metode regresi nonparametrik sehingga model MARS tidak bergantung pada asumsi tertentu. Metode MARS berguna untuk mengatasi permasalahan data yang berdimensi tinggi. Dalam metode MARS, *Generalized Cross Validation (GCV)* adalah kriteria yang paling baik untuk seleksi model terbaik.

Data yang digunakan pada penelitian ini adalah data Produk Domestik Regional Bruto Jawa Tengah selama 11 tahun. Jumlah pengamatan yang digunakan dalam penelitian ini relatif kecil. Oleh karena itu dalam penelitian ini, metode MARS akan dikombinasikan dengan metode resampling dalam penyusunannya. Metode resampling yang digunakan adalah *Bootstrap Aggregating (Bagging)*. Dengan menggunakan metode *Bootstrap Aggregating Multivariate Adaptive Regression Splines* diharapkan dapat memperbaiki stabilitas, meningkatkan akurasi dan kekuatan prediktif.

2. TINJAUAN PUSTAKA

2.1. Produk Domestik Regional Bruto (PDRB)

PDRB adalah jumlah nilai tambah yang dihasilkan oleh seluruh aktivitas produksi di dalam perekonomian daerah (BPS, 2013). Hal ini berarti peningkatan PDRB mencerminkan pula peningkatan balas jasa kepada faktor produksi yang digunakan dalam aktivitas produksi tersebut.

Berdasarkan Buku Profil Produk Domestik Regional Bruto Menurut Lapangan Usaha 2013-2017, PDRB dibedakan menjadi dua, yakni PDRB atas dasar harga berlaku dan PDRB atas dasar harga konstan. PDRB harga berlaku (nominal) menunjukkan kemampuan sumber daya ekonomi yang dihasilkan suatu wilayah. Nilai PDRB yang besar menunjukkan kemampuan sumber daya ekonomi yang besar, begitu juga sebaliknya. PDRB konstan (riil) dapat digunakan untuk menunjukkan pertumbuhan ekonomi secara keseluruhan atau setiap kategori dari tahun ke tahun. Penyajian PDRB ini dinilai seluruhnya dengan harga tahun dasar (tahun 2010). Karena setiap tahun dinilai atas dasar harga tetap yang terjadi pada tahun dasar, maka perkembangan PDRB dari tahun ke tahun merupakan perkembangan riil dan bukan disebabkan oleh kenaikan harga. PDRB yang digunakan adalah nilai PDRB atas dasar harga konstan.

2.2. Pendapatan Asli Daerah

Menurut Pasal 1 Undang-Undang No. 33 Tahun 2004 tentang Perimbangan Keuangan antara Pemerintah Pusat dan Pemerintahan Daerah, Pendapatan Asli Daerah

(PAD) adalah penerimaan yang diperoleh daerah dari sumber-sumber di dalam daerahnya sendiri yang dipungut berdasarkan peraturan daerah sesuai dengan peraturan perundang-undangan yang berlaku. Pendapatan Asli Daerah merupakan sumber penerimaan daerah yang asli digali di daerah yang digunakan untuk modal dasar pemerintah daerah dalam membiayai pembangunan dan usaha-usaha daerah untuk memperkecil ketergantungan dana dari pemerintah pusat (Kuncoro, 2004).

Berdasarkan Pasal 157 Undang-Undang No. 32 Tahun 2004, sumber pendapatan daerah adalah Pendapatan Asli Daerah (PAD) yang terdiri dari hasil pajak daerah, hasil retribusi daerah, hasil pengelolaan kekayaan daerah yang dipisahkan dan lain-lain PAD yang sah.

2.3. Investasi

Investasi merupakan suatu cara yang dapat dilakukan oleh pemerintah untuk meningkatkan pertumbuhan ekonomi dan untuk jangka panjang dapat menaikkan standar hidup masyarakatnya (Mankiw, 2003). Teori ekonomi mendefinisikan investasi sebagai pengeluaran-pengeluaran untuk membeli barang-barang modal dan peralatan produksi dengan tujuan untuk mengganti dan terutama menambah barang-barang modal dalam perekonomian yang akan digunakan untuk memproduksi barang dan jasa (Sukirno, 2000).

2.3.1. Penanaman Modal Asing (PMA)

Menurut UU No. 1 Tahun 1967 tentang PMA, yang dimaksud dengan Penanaman Modal Asing (PMA) adalah penanaman modal asing secara langsung yang dilakukan menurut atau berdasarkan ketentuan-ketentuan Undang-undang ini dan yang digunakan untuk menjalankan Perusahaan di Indonesia, dalam arti bahwa pemilik modal secara langsung menanggung resiko dari penanaman modal tersebut.

2.3.2. Penanaman Modal Dalam Negeri (PMDN)

Dalam Undang-Undang No. 6 Tahun 1968 tentang Penanaman Modal Dalam Negeri (PMDN), disebutkan terlebih dulu definisi modal dalam negeri pada pasal 1, Undang-undang ini menjelaskan bahwa “modal dalam negeri” adalah bagian dari kekayaan masyarakat Indonesia termasuk hak-hak dan benda-benda, baik yang dimiliki Negara maupun swasta asing yang berdomosili di Indonesia yang disisihkan atau disediakan guna menjalankan suatu usaha sepanjang.

2.4. Statistik deskriptif

Statistik deskriptif merupakan tahapan analisis yang berkaitan dengan pengumpulan dan penyajian data sehingga menghasilkan informasi yang bermanfaat. Bentuk penyajian statistik deskriptif dapat berupa tabel, grafik, diagram, histogram, dan lainnya (Walpole, 1993).

2.5. Analisis regresi

Analisis regresi merupakan salah satu analisis dalam statistika yang sangat banyak digunakan untuk melihat hubungan dan pengaruh variabel-variabel prediktor terhadap responnya. Analisis regresi adalah suatu analisis statistik yang memanfaatkan hubungan antara dua variabel atau lebih (Montgomery and Peck, 1992).

2.6. Regresi nonparametrik

Menurut Eubank (1999) Regresi nonparametrik merupakan metode pendekatan regresi yang sesuai untuk pola data dan tidak diketahui kurva regresi atau tidak terdapat

informasi lengkap masa lalu tentang pola data. Secara umum model regresi nonparametrik dapat dituliskan sebagai berikut:

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

2.7. *Multivariate Adaptive Regression Splines (MARS)*

Multivariate Adaptive Regression Splines (MARS) merupakan metode dengan pendekatan regresi nonparametrik yang pertama kali diperkenalkan oleh Friedman pada tahun 1991. Menurut Friedman (1991) Model MARS berguna untuk mengatasi permasalahan data berdimensi tinggi. Data berdimensi tinggi yang dimaksud adalah data dengan ukuran $3 \leq p \leq 20$, dimana p adalah banyak variabel prediktor dan sampel data yang berukuran $50 \leq n \leq 1000$, dimana n untuk ukuran sampel.

Model umum persamaan MARS dapat ditulis sebagai berikut:

$$f(x) = \alpha_0 + \sum_{m=1}^M \alpha_m \prod_{k=1}^{K_m} [s_{km}(x_{v(k,m)} - t_{km})]_+ \quad (2)$$

dengan,

α_0 = konstanta regresi dari fungsi basis

α_m = koefisien dari fungsi basis ke- m

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

K_m = derajat interaksi

S_{km} = bernilai +1 jika *knot* terletak di kanan titik *knot*, dan bernilai -1 jika *knot* terletak di kiri titik *knot*

$x_{v(k,m)}$ = variabel prediktor ke- v , pilahan ke- k dan subregion ke- m

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

Menurut Nash dan Bradford (2001) ada dua hal yang perlu diperhatikan dalam menggunakan model MARS yaitu *knot* dan basis fungsi.

1. *Knot*, Ketika satu garis regresi tidak fit untuk suatu data yang bersifat *piecewise*, maka beberapa garis regresi dapat digunakan untuk menyatakan pola suatu data. Nilai variabel prediktor ketika slope suatu garis regresi mengalami perubahan disebut dengan *knot*. Setiap garis regresi mendefinisikan satu region sehingga *knot* dapat didefinisikan sebagai akhir dari satu region dan awal dari region yang lain. Minimum jarak antara *knot* atau minimum observasi antara *knot* (MO) ditentukan dengan cara trial and error sampai diperoleh GCV minimum.
2. *Basis Function* / (Fungsi Basis) yaitu kumpulan dari fungsi yang digunakan untuk mewakili informasi. Basis fungsi terdiri dari satu atau lebih variabel. Basis fungsi merupakan suatu fungsi yang digunakan untuk menjelaskan hubungan antara variabel respon dan variabel prediktor. Basis fungsi ini merupakan fungsi parametrik yang didefinisikan pada tiap region.

2.8. *Bootstrap Aggregating (Bagging)*

Bagging merupakan suatu metode yang pertama kali dikenalkan oleh Breiman (1994). Metode ini digunakan sebagai alat untuk memperbaiki stabilitas dan kekuatan prediksi dengan cara mereduksi variansi dari suatu prediktor. Banyak versi yang dibentuk dengan replikasi *bootstrap* berasal dari sebuah himpunan data. Pada beberapa kasus *bagging* pada himpunan data asli atau simulasi dapat meningkatkan akurasi. Jika perubahan dalam himpunan data menyebabkan perubahan yang signifikan maka *bagging* dapat meningkatkan akurasi. Ide dasar *bagging* adalah menggunakan resampling *bootstrap* untuk membangkitkan prediktor dengan banyak versi, dimana ketika dikombinasikan

seharusnya hasilnya lebih baik dibandingkan dengan prediktor tunggal yang dibangun untuk menyelesaikan masalah yang sama.

Berikut ini merupakan algoritma *bagging* menurut Buhlmann dan Yu (2002):

1. Sebuah himpunan data yang terdiri dari $\{(y_i, x_i), i = 1, \dots, n\}$. Melakukan replikasi *bootstrap* pada data tersebut sehingga didapatkan $L_{i^*} = (y_i^*, x_i^*), i=1,2, \dots, n$
2. Replikasi *bootstrap* dilakukan sebanyak B kali, sehingga didapatkan, sehingga didapatkan $L^{(B)}$ dari L. $L^{(B)}$ adalah resampling dengan pengembalian.

3. METODE PENELITIAN

3.1. Sumber Data dan Variabel Penelitian

Data yang digunakan dalam penelitian ini merupakan data sekunder yang diambil dari publikasi BPS Jawa Tengah dalam bukunya Jawa Tengah dalam Angka. Objek dari penelitian ini adalah nilai dari Produk Domestik Regional Bruto (PDRB) atas dasar harga konstan di Jawa Tengah dalam kurun waktu 11 tahun. Sedangkan variabel prediktornya adalah Pendapatan Asli Daerah (X_1), Penanaman Modal Asing (X_2) dan Penanaman Modal Dalam Negeri (X_3).

3.2. Tahapan Analisis Data

1. Mengumpulkan data variabel respon dan prediktor.
2. Analisis deskriptif variabel respon dan variabel prediktor.
3. Melakukan analisis MARS dengan bantuan software *Salford Predictive Modeler (SPM) 7.0*. Langkah – langkah analisisnya adalah
 - a. Pembentukan model MARS terbaik untuk data Produk Domestik Regional Bruto (PDRB) dengan mengkombinasikan besarnya *Basis Function (BF)*, *Maximum Interaction (MI)*, dan *Minimum Observation (MO)*. Dilakukan dengan cara *trial and error* dengan menentukan nilai maksimum BF, yaitu 2 sampai 4 kali banyaknya variabel prediktor yang digunakan, menentukan nilai MI yaitu 1, 2 dan 3 dengan pertimbangan jika $MI > 3$ akan menghasilkan model yang semakin kompleks, dan menentukan minimal banyaknya pengamatan setiap *knot (MO)* yaitu 0,1,2 dan 3.
 - b. Menentukan model MARS terbaik berdasarkan nilai GCV terkecil yang diperoleh dari kombinasi BF, MI dan MO.
 - c. Melakukan interpretasi model MARS terbaik dan interpretasi variabel – variabel yang berpengaruh dalam model tersebut.
4. Melakukan *bagging* pada himpunan data awal dengan 10, 25, 35, 40, 55, 75, 85, 90 dan 100 replikasi *bootstrap*.
5. Melakukan pemodelan MARS pada setiap pengambilan sampel B replikasi *bootstrap*.
6. Mendapatkan nilai GCV pada setiap pengambilan sampel sampai B replikasi.
7. Mendapatkan nilai GCV *bagging* dari rata-rata GCV pada setiap pengambilan sampel sampai B replikasi.
8. Melakukan interpretasi GCV *bagging* MARS yang diperoleh.

4. HASIL DAN PEMBAHASAN

4.1. Statistika Deskriptif

4.1.1. Produk Domestik Regional Bruto (PDRB)

Statistik deskriptif variabel Produk Domestik Regional Bruto (PDRB) dapat dilihat pada Tabel 1. Berdasarkan Tabel 1, nilai maximum, minimum dan mean dari variabel

Produk Domestik Regional Bruto (PDRB) dengan banyaknya data sebesar 11 buah yaitu 806,765 dan 476,772 dengan rata-rata sebesar 629,760

Tabel 1. Statistik Deskriptif Produk Domestik Regional Bruto (PDRB)

	N	MAX	MIN	Mean
PDRB	11	806,7651	476,7721	629,7598

4.1.2. Pendapatan Asli Daerah (PAD)

Pendapatan Asli Daerah merupakan salah satu faktor Produk Domestik Regional Bruto (PDRB).

Tabel 2. Pendapatan Asli Daerah (PAD)

	N	MAX	MIN	Mean
PAD	11	10,90488	0,0025	3,0482

Pendapatan Asli Daerah merupakan salah satu faktor Produk Domestik Regional Bruto (PDRB). Berdasarkan Tabel 2, nilai maximum, minimum dan mean dari variabel Pendapatan Asli Daerah (PAD) dengan banyaknya data sebesar 11 buah yaitu 10,905 dan 0,0025 dengan rata-rata sebesar 3,048.

4.1.3. Penanaman Modal Asing (PMA)

Penanaman Modal Asing (PMA) merupakan salah satu faktor Produk Domestik Regional Bruto (PDRB).

Tabel 3. Penanaman Modal Asing

	N	MAX	MIN	Mean
PMA	11	0,7938	0,0002	0,0741

Berdasarkan Tabel 3, nilai maximum, minimum dan mean dari variabel Penanaman Modal Dalam Negeri dengan banyaknya data sebesar 11 buah yaitu 0,7938 dan 0,0002 dengan rata-rata sebesar 0,0741.

4.1.4. Penanaman Modal Dalam Negeri (PMDN)

Penanaman Modal Dalam Negeri (PMDN) merupakan salah satu faktor Produk Domestik Regional Bruto (PDRB). Berdasarkan Tabel 4, nilai maximum, minimum dan mean dari variabel Penanaman Modal Dalam Negeri dengan banyaknya data sebesar 11 buah yaitu 7,370 dan 0,776 dengan rata-rata sebesar 2,957.

Tabel 4. Penanaman Modal Dalam Negeri

	N	MAX	MIN	Mean
PMDN	11	7,3697	0,7758	2,9572

4.2. Pemodelan *Multivariate Adaptive Regression Splines*

Dalam melakukan pemodelan Produk Domestik Regional Bruto di Jawa Tengah berdasarkan *trial and error* dalam mengkombinasikan jumlah fungsi basis (BF), maksimum interaksi (MI), dan minimum observasi (MO). Nilai dari BF sebesar 6, 9, dan 12. Nilai dari MI sebesar 1, 2, dan 3. Sedangkan nilai dari MO sebesar 0, 1, 2, dan 3.

Banyaknya model yang mungkin berdasarkan kombinasi tersebut adalah sebanyak 36 model. Dari masing-masing percobaan ini akan dihasilkan nilai GCV dan diperoleh variabel prediktor yang masuk dalam model. Penentuan model MARS terbaik berdasarkan nilai GCV minimum.

Berdasarkan Tabel 5, model terbaik yang diperoleh dari hasil kombinasi terkecil yaitu BF=6, MI=1 dan MO=0 yaitu dengan GCV minimum sebesar 5.667,6680. Sehingga di dapatkan model terbaik dalam MARS untuk memodelkan faktor-faktor yang mempengaruhi Produk Domestik Regional Bruto di Provinsi Jawa Tengah yang dapat dituliskan dengan persamaan sebagai berikut:

$$Y = 562,093 + 22,2174 * BF_1 \quad (3)$$

dengan:

$$BF_1 = \max (0, PAD - 0,002491)$$

Tabel 5. Penentuan Model Terbaik

NO	BF	MI	MO	GCV	R ²
1*	6	1	0	5.667,6680	0,7890
2*	6	1	1	5.667,6680	0,7890
3*	6	1	2	5.667,6680	0,7890
4*	6	1	3	5.667,6680	0,7890
5	6	2	0	7.714,3238	0,7890
6	6	2	1	7.714,3238	0,7890
7	6	2	2	7.714,3238	0,7890
8	6	2	3	7.714,3238	0,7890
9	6	3	0	7.714,3238	0,7890
10	6	3	1	7.714,3238	0,7890
11	6	3	2	7.714,3238	0,7890
12	6	3	3	7.714,3238	0,7890
13*	9	1	0	5.667,6680	0,7890
14*	9	1	1	5.667,6680	0,7890
15*	9	1	2	5.667,6680	0,7890
16*	9	1	3	5.667,6680	0,7890
17	9	2	0	7.714,3238	0,7890
18	9	2	1	7.714,3238	0,7890
19	9	2	2	7.714,3238	0,7890
20	9	2	3	7.714,3238	0,7890
21	9	3	0	7.714,3238	0,7890
22	9	3	1	7.714,3238	0,7890
23	9	3	2	7.714,3238	0,7890
24	9	3	3	7.714,3238	0,7890
25*	12	1	0	5.667,6680	0,7890
26*	12	1	1	5.667,6680	0,7890

27*	12	1	2	5.667,6680	0,7890
28*	12	1	3	5.667,6680	0,7890
29	12	2	0	7.714,3238	0,7890
30	12	2	1	7.714,3238	0,7890
31	12	2	2	7.714,3238	0,7890
32	12	2	3	7.714,3238	0,7890
33	12	3	0	7.714,3238	0,7890
34	12	3	1	7.714,3238	0,7890
35	12	3	2	7.714,3238	0,7890
36	12	3	3	7.714,3238	0,7890

* = Nilai GCV terendah

4.3. Interpretasi Model MARS

Model MARS pada persamaan (3) selain menggambarkan hubungan antara variabel prediktor dan variabel respon juga kontribusi setiap fungsi basis (BF) terhadap model MARS pada persamaan (3) yang dapat dijelaskan sebagai berikut :

1. BF_1

$$BF_1 = \max (0, PAD - 0,002491) \begin{cases} (PAD-0,002491) & \text{jika } PAD > 0,002491 \\ 0, & \text{lainnya} \end{cases}$$

dengan koefisien sebesar 22,2174

Artinya setiap kenaikan BF_1 sebesar satu triliun akan menambah nilai Produk Domestik Regional Bruto di Jawa Tengah sebesar 22,2174 dengan Pendapatan Asli Daerah lebih besar dari 0,002491.

4.4. Tingkat Kepentingan Variabel

Berdasarkan Tabel 6, diperoleh informasi bahwa variabel Pendapatan Asli Daerah yang mempunyai pengaruh dominan terhadap Produk Domestik Bruto Regional sebesar 100%. Selain itu, variabel Penanaman Modal Asing dan Penanaman Modal Dalam Negeri tidak memiliki pengaruh terhadap Produk Domestik Bruto Regional.

Tabel 6. Tingkat Kepentingan Variabel

Variabel	Importance
PAD	100
PMDN	0
PMA	0

4.5. *Bootstrap Aggregating Multivariate Adaptive Regression Splines (Bagging MARS)*

Berdasarkan dari Tabel 7, pada replikasi 55 diperoleh nilai minimum GCV di antara replikasi lainnya yaitu sebesar 2.258,6192. Nilai GCV pada *Bagging* MARS tersebut lebih kecil dibandingkan nilai GCV pada model MARS. Dengan diperolehnya nilai GCV pada *Bagging* MARS yang lebih kecil dibandingkan dengan GCV model

MARS, menunjukkan bahwa *bagging* dapat menurunkan nilai GCV dan meningkatkan akurasi, sehingga metode ini dapat digunakan dalam penelitian ini.

Tabel 7. Hasil *Bagging* MARS

Replikasi	GCV	R ²
10	2.371,8466	0,7363
25	2.491,4109	0,6409
35	2.431,3089	0,6362
40	2.309,9994	0,6378
55*	2.258,6192	0,6290
75	2.303,2798	0,6372
85	2.296,5937	0,6174
90	2.353,3055	0,6265
100	2.380,4869	0,6309

Estimasi parameter model *bagging* merupakan nilai rata-rata estimasi parameter B kali replikasi *bootstrap*. Namun, karena nilai knots yang berubah-ubah dalam pembentukan model *Bagging* MARS di setiap replikasi *bootstrap* sehingga untuk menduga estimasi parameternya tidak dapat dihitung. Dari 55 model *Bagging* MARS terdapat model terbaik pada replikasi ke-3 dengan nilai GCV minimum sebesar 0,736703 dengan model:

$$Y = 588,87966 - 35,07091 * BF_1 - 40,45791 * BF_2 + 61687,32338 * BF_3$$

5. KESIMPULAN

Kesimpulan yang dapat diambil dari hasil dan pembahasan adalah sebagai berikut:

1. Model *Multivariate Adaptive Regression Splines* (MARS) terbaik untuk Produk Regional Bruto Provinsi Jawa Tengah adalah kombinasi BF = 6, MI = 1, MO = 0 dan GCV sebesar 5.667,6680. Dengan persamaan model sebagai berikut :

$$Y = 562,093 + 22,2174 * BF_1$$

dimana :

$$BF_1 = \max (0, PAD - 0,002491)$$

2. Besar tingkat pentingnya variabel-variabel prediktor terhadap model terbaik yang diperoleh mempengaruhi Produk Domestik Regional Bruto adalah Pendapatan Asli Daerah dengan tingkat pentingnya sebesar 100%
3. Hasil pemodelan dari *Bagging* MARS menunjukkan bawah nilai GCV yang di peroleh sebesar 2.258,6192 lebih kecil dari GCV model MARS terbaik sebesar 5.667,6680. Dengan menggunakan *bagging* memberikan hasil yang lebih baik dibandingkan dengan metode MARS. Hal ini menunjukkan bahwa *bagging* MARS dalam penelitian ini dapat meminimumkan nilai GCV dan meningkatkan akurasi.
4. Metode *Bagging* MARS dengan 55 replikasi lebih tepat digunakan untuk Produk Domestik Regional Bruto di Jawa Tengah.

DAFTAR PUSTAKA

- Arsyad, L. 1999. *Pengantar Perencanaan dan Pembangunan Ekonomi Daerah*. BPFE, Yogyakarta.
- Badan Pusat Statistik [BPS]. 2013. *Produk Domestik Regional Bruto Jawa Tengah 2013*. Semarang: Badan Pusat Statistik Jawa Tengah

- Breiman, L. 1994. *Bagging Predictor*. Technical report No. 421. Departement of Statistics University of California.
- Buhlmann, P. and Yu, B. 2002. Analyzing Bagging, *The Annals of Statistic*. New York . Vol. 30 No. 4, hal 927-961.
- Eubank, R.L. 1999. *Nonparametric Regression and Spline Smoothing*. New York: Marcel Dekker.
- Friedman, J. H. 1991. *Multivariate Adaptive Regression Splines*. The Annals of Statistics, Vol. 19 No. 1.
- Kuncoro, M. 2004. *Otonomi dan Pembangunan Daerah*. Yogyakarta: Unit Percetakan dan percetakan STIM YKPN Yogyakarta.
- Mankiw, N. G. 2003. *Teori Makroekonomi Edisi Kelima*. Terjemahan. Jakarta: Penerbit Erlangga.
- Montgomery, D.C. and Peck, E.A. 1992. *Introduction to Linear Regression Analysis, 2nd Edition*. John Wiley & Sons, New York.
- Nash, M. S. and Bradford, D. F. 2001. *Parametric and Non Parametric Logistic Regression for Prediction of Precense/ Absence of an Amphibian*. [online]. Tersedia: <http://www.epa.gov/esd/land-sci/pdf/0081eb02.pdf>.
- Republik Indonesia. 1967. Undang-Undang No. 1 Tahun 1967 tentang Penanaman Modal Asing. Jakarta.
- Republik Indonesia. 1968. Undang-Undang No. 6 Tahun 1968 tentang Penanaman Modal Dalam Negeri. Jakarta.
- Republik Indonesia. 2004. Undang-Undang No. 33 Tahun 2004 tentang Perimbangan Keuangan Antara Pemerintah Pusat dan Pemerintahan Daerah. Jakarta.
- Republik Indonesia. 2004. Undang-Undang No. 32 Tahun 2004 tentang Pemerintahan Daerah. Jakarta.
- Saragih, J. P. 2003. *“Desentralisasi Fiskal Keuangan Daerah Dalam Otonomi”*. Jakarta: Ghalia Indonesia.
- Sukirno, S. 2000. *Makroekonomi Modern*. Jakarta: PT Raja Drafindo Persada.
- Walpole, R.E. 1993. *Pengantar Statistika Edisi ke-3*. Jakarta: PT. Gramedia Pustaka Utama.