

Pemodelan Kejadian Balita Stunting di Kabupaten Bojonegoro dengan Metode *Geographically Weighted Regression* dan *Multivariate Adaptive Regression Splines*

Alif Yuanita Kartini⁽¹⁾, Laelatul Nur Ummah⁽²⁾

Universitas Nahdlatul Ulama Sunan Giri

Jl. A. Yani No. 10 Bojonegoro, 62115, Telp. (0353) 887341

e-mail: yuanitaalif5@gmail.com dan laelatul.nurummah9@gmail.com

ABSTRAK

Balita stunting adalah masalah kronik yang berkaitan dengan gizi yang disebabkan salah satunya karena asupan kandungan gizi yang kurang pada balita. Kabupaten Bojonegoro adalah satu dari beberapa kabupaten yang ada di provinsi Jawa Timur dengan kejadian balita stunting yang masih banyak dijumpai. Pada penelitian ini akan melakukan perbandingan pemodelan kejadian balita stunting di kabupaten Bojonegoro menggunakan metode GWR dan MARS. GWR mampu memodelkan kasus setiap wilayah secara spasial, sedangkan MARS mampu memodelkan kasus tanpa mempertimbangkan pola hubungan antara variabel prediktor dengan variabel respon. Model GWR terbaik dipilih dari nilai CV dan MSE yang paling kecil serta nilai *R-Square* yang paling besar. Diperoleh model terbaik dari GWR yaitu dengan pembobot fungsi kernel *Adaptive Bi-Square* dengan *bandwidth* 28, nilai CV=2,4635, MSE=0,8620, dan R-Square=0,8734. Model MARS terbaik dipilih berdasarkan nilai GCV terkecil dan *R-Square* terbesar. yaitu pada BF=24, MI=1 dan MO=1 dengan nilai GCV=1,29144 dan *R-Square*=0,841. Perbandingan kedua model didapatkan model MARS lebih baik karena nilai *R-Square* model GWR lebih besar dari MARS meskipun nilai angkanya tidak jauh berbeda, sedangkan nilai MSE model MARS lebih kecil dari nilai MSE model GWR dengan selisih jauh beda.

Kata kunci : *Balita Stunting, Bojonegoro, GWR, MARS*

ABSTRACT

Toddler stunting is a chronic problem related to nutrition, one of which is due to inadequate intake of nutritional content in toddlers. Bojonegoro Regency is one of several regencies in East Java province where the incidence of stunting under five is still common. In this study, we will compare the incidence of stunting under five in Bojonegoro district using the GWR and MARS methods. GWR is able to model cases for each region spatially, while MARS is able to model cases without considering the pattern of relationships between predictor variables and response variables. The best GWR model is selected from the smallest CV and MSE values and the largest R-Square value. The best model obtained from GWR is by weighting the Adaptive Bi-Square kernel function with a bandwidth of 28, CV = 2.4635, MSE = 0.8620, and R-Square = 0.8734. The best MARS model was chosen based on the smallest GCV value and the largest R-Square. namely at BF=24, MI=1 and MO=1 with GCV=1,29144 and R-Square=0,841 values. Comparing the two models, the MARS model is better because the R-Square value of the GWR model is greater than the MARS although the numerical value is not much different, while the MSE value of the MARS model is smaller than the MSE value of the GWR model with a much different difference.

Keywords : *Stunting Toddler, Bojonegoro, GWR, MARS*

1. PENDAHULUAN

Balita atau biasa disebut dengan bawah lima tahun merupakan seorang anak yang mempunyai usia di bawah lima tahun. Balita ini adalah sebutan untuk anak yang mempunyai usia antara 1 sampai 3 tahun atau dengan istilah batita dan anak usia prasekolah yaitu antara 3 sampai 5 tahun (Ningsih, 2017). Berdasarkan standard *World Health*

Organization (WHO), balita dikatakan mengalami stunting apabila tinggi badannya kurang dari minus dua standard deviasi median dari pertumbuhan anak. Balita stunting adalah masalah kronik yang menyangkut gizi yang disebabkan oleh beberapa faktor diantaranya status gizi ibu ketika hamil, kondisi sosial dan ekonomi dari keluarga, kondisi kesehatan pada bayi serta minimnya asupan gizi

pada bayi. Dalam kondisi seperti itu, balita stunting akan merasa sulit untuk mencapai perkembangan fisik dan kognitif yang maksimal (Kemenkes RI, 2018).

Bojonegoro adalah satu diantara beberapa kabupaten di provinsi Jawa Timur dengan kejadian balita stunting yang masih ada. Di kabupaten Bojonegoro terdapat 15 desa yang tersebar di sejumlah kecamatan yang menjadi lokasi kasus stunting tertinggi selama tiga tahun terakhir yaitu kecamatan Balen, Kapas, Kalitidu, Ngasem, Temayang, Gayam dan Bojonegoro (Kesehatan, 2020). Hal ini mengindikasikan bahwa kejadian stunting ini memiliki faktor penyebab yang berbeda di masing-masing kecamatan yang dipengaruhi oleh faktor geografis. Akan tetapi pola hubungan antara banyaknya kejadian stunting dengan faktor-faktor yang diduga mempengaruhinya juga tidak jelas. Untuk itu perlu dilakukan penelitian untuk mengetahui faktor penyebab kejadian balita stunting di kabupaten Bojonegoro.

Banyak penelitian yang sudah dilakukan tentang kejadian balita stunting diantaranya menggunakan metode *Geographically Weighted Regression* (GWR) yang dilakukan oleh (Al Azies et al., 2019), (Pramoedyo et al., 2020), (Fadliana & Darajat, 2021), dan (Ardianti et al., 2021). GWR disini digunakan untuk memodelkan kejadian stunting dengan memperhatikan efek spasial atau wilayah. Sementara itu pada penelitian yang lain untuk memodelkan kejadian balita stunting menggunakan metode *Multivariate Adaptive Regression Splines* (MARS) diantaranya yang dilakukan oleh (Azizah & Permatasari, 2020), (Kasse, 2017), dan (Ningrum, 2021). MARS digunakan karena tidak adanya pola yang jelas antara variabel respon dengan variabel prediktor yang digunakan dalam penelitian-penelitian tersebut. Oleh karena itu pada penelitian ini akan melakukan perbandingan pada metode *Geographically Weighted Regression* dan *Multivariate Adaptive Regression Splines* untuk memodelkan kejadian balita stunting di kabupaten Bojonegoro pada data Profil Kesehatan Kabupaten Bojonegoro Tahun 2019 (Dinas Kesehatan Kabupaten Bojonegoro, 2019) yang didapatkan dari website resmi Dinas Kesehatan kabupaten Bojonegoro. Dari beberapa penelitian terdahulu tersebut variabel yang digunakan sedikit oleh karena itu penelitian ini dibuat dengan variabel yang lebih banyak dan beda dari penelitian terdahulu tersebut.

Alasan penelitian ini menggunakan metode *Geographically Weighted Regression* (GWR) dan *Multivariate Adaptive Regression Splines* (MARS)

adalah ingin mengetahui model terbaik antara metode GWR yang mampu memodelkan kasus setiap wilayah secara spasial dengan metode MARS yang memodelkan kasus tanpa mempertimbangkan pola hubungan antara variabel prediktor dengan variabel respon untuk menanggulangi permasalahan pada data yang mempunyai dimensi tinggi dan menggunakan variabel prediktor lebih dari 3. Model terbaik yang didapatkan digunakan sebagai acuan dalam pemodelan kejadian balita stunting di kabupaten Bojonegoro. variabel prediktor yang mempengaruhi kejadian balita stunting di kabupaten Bojonegoro perlu diidentifikasi dan diselidiki pengaruhnya secara signifikan. Hasil penelitian ini akan memberikan masukan *knowledge* berupa model regresi untuk dinas kesehatan kabupaten Bojonegoro dalam memprediksi prediktor yang berpengaruh terhadap kejadian balita stunting di kabupaten Bojonegoro.

Dalam penelitian ini masalah yang muncul yaitu bagaimana karakteristik kejadian balita stunting di kabupaten Bojonegoro beserta faktor-faktor yang diduga mempengaruhinya, bagaimana memodelkan kejadian balita stunting di kabupaten Bojonegoro dengan metode *Geographically Weighted Regression* dan *Multivariate Adaptive Regression Splines*, serta bagaimana perbandingan model kejadian balita stunting dengan menggunakan *Geographically Weighted Regression* dan *Multivariate Adaptive Regression Splines*.

2. METODE PENELITIAN

Sumber data yang digunakan dalam penelitian ini merupakan data sekunder yang didapatkan dari data Pemantauan Status Gizi (PSG) tahun 2019 yang dilakukan oleh dinas kesehatan kabupaten Bojonegoro dan data hasil Survei Sosial Ekonomi Nasional (SUSENAS) tahun 2019 yang dilakukan oleh Badan Pusat Statistik (BPS). Unit pengamatan dalam penelitian adalah 28 kecamatan di kabupaten Bojonegoro yaitu kecamatan Margomulyo, Ngraho, Tambakrejo, Ngambon, Sekar, Bubulan, Gondang, Temayang, Sugihwaras, Kedungadem, Kepohbaru, Baureno, Kanor, Sumberejo, Balen, Sukosewu, Kapas, Bojonegoro, Trucuk, Dander, Ngasem, Gayam, Kalitidu, Malo, Purwosari, Padangan, Kasiman dan Kedewan (BPS, 2020).

Variabel yang digunakan dalam penelitian ini terdiri dari satu variabel respon dan delapan variabel prediktor dengan skala pengukuran rasio sebagaimana ditunjukkan pada Tabel 1 berikut.

Tabel 1. Variabel dan Indikator Penelitian

Atribut	Variabel Indikator	Skala Pengukuran
---------	--------------------	------------------

Y	Persentase Kejadian Balita Stunting Per Kecamatan	Rasio
X1	Persentase Bayi Baru Lahir Memperoleh Inisiasi Menyusui Dini (IMD)	Rasio
X2	Persentase Bayi Memperoleh Asi Eksklusif	Rasio
X3	Persentase Balita Memperoleh Vitamin A	Rasio
X4	Persentase Balita Memiliki KMS atau Buku KIA	Rasio
X5	Persentase Balita Ditimbang Empat Kali atau Lebih dalam Enam Bulan Terakhir	Rasio
X6	Persentase Balita Kurus Mendapatkan Makanan Tambahan	Rasio
X7	Persentase Rumah Tangga yang Menggunakan Air Bersih	Rasio
X8	Persentase Tenaga Kesehatan	Rasio

Adapun langkah-langkah analisis dalam penelitian ini yaitu sebagai berikut:

- a. Mendeskripsikan kejadian balita stunting di kabupaten Bojonegoro beserta faktor-faktor yang diduga mempengaruhinya
- b. Memodelkan kejadian balita stunting di kabupaten Bojonegoro menggunakan metode *Geographically Weighted Regression* (GWR) dengan langkah-langkah sebagai berikut (Lu et al., 2017)
 - 1) Melakukan perhitungan jarak *euclidean* antar wilayah pengamatan
 - 2) Melakukan penentuan bandwidth yang optimum dengan memperhatikan angka minimum pada *Cross Validation* (CV)
 - 3) Melakukan pemilihan fungsi pembobot kernel terbaik dengan memperhatikan angka *Akaike Information Criterion* (AIC)
 - 4) Melakukan perhitungan nilai estimasi parameter model GWR dengan fungsi kernel terbaik
 - 5) Melakukan uji kesesuaian model untuk mengetahui perbandingan antara model OLS dan metode GWR
 - 6) Melakukan pengujian signifikansi secara parsial terhadap parameter model GWR dengan fungsi pembobot terbaik

- 7) Memberikan interpretasi dari hasil model GWR
- c. Memodelkan kejadian balita stunting di kabupaten Bojonegoro menggunakan metode *Multivariate Adaptive Regression Splines* (MARS) dengan langkah-langkah sebagai berikut (Otok, 2014).
 - 1) Melakukan penentuan maksimum jumlah fungsi basis (BF), dimana basis fungsi yang disarankan untuk digunakan yaitu antara dua sampai empat kali jumlah variabel prediktor (Friedman, 1991), sehingga maksimum jumlah BF yang digunakan adalah 16, 24 dan 32.
 - 2) Melakukan penentuan jumlah maksimum (MI), dimana jumlah MI yang disarankan adalah 1, 2 dan 3. Apabila jumlah MI lebih dari 3, maka model yang dihasilkan akan sangat kompleks (Friedman & Roosen, 1995)
 - 3) Melakukan *trial and error* untuk penentuan minimum observasi diantara knot.
 - 4) Memilih model MARS terbaik dengan nilai GCV minimum
 - 5) Melakukan penaksiran parameter model MARS.
 - 6) Melakukan pengujian signifikansi parameter model MARS secara simultan (Uji F)
 - 7) Melakukan pengujian signifikansi parameter secara parsial (Uji t).
 - 8) Memberikan interpretasi dari model MARS yang didapatkan
- d. Membandingkan model MARS dan GWR dengan melihat nilai R-Square (R^2) dan nilai MSE pada masing-masing model.

3. HASIL DAN PEMBAHASAN

3.1 Karakteristik Kejadian Balita Stunting di kabupaten Bojonegoro

Karakteristik kejadian balita stunting di kabupaten Bojonegoro beserta faktor yang diduga mempengaruhinya dapat disajikan dalam bentuk statistik deskriptif sebagaimana ditunjukkan pada Tabel 2 berikut.

Tabel 2. Karakteristik Kejadian Balita Stunting di Kabupaten Bojonegoro beserta Faktor yang Diduga Mempengaruhinya

Variabel	N	Min	Max	Mean
Y	28	1.03	7.22	3.5721
X1	28	1.00	7.02	3.5714
X2	28	1.32	6.18	3.5704

X3	28	3.13	4.08	3.5711
X4	28	2.18	6.50	3.5707
X5	28	2.82	4.09	3.5711
X6	28	0.80	7.86	3.5718
X7	28	2.39	5.75	3.5718
X8	28	1.08	8.60	3.5729

Berdasarkan Tabel 2 jumlah data pada setiap variabel sebesar 28, berasal dari data Pemantauan Status Gizi (PSG) tahun 2019 yang dilakukan oleh Dinas Kesehatan Kabupaten Bojonegoro dan data hasil Survei Sosial Ekonomi Nasional (SUSENAS) tahun 2019 yang dilakukan oleh BPS.

Persentase kejadian balita stunting per kecamatan terendah sebesar 1.03% yaitu di kecamatan Padangan dan tertinggi sebesar 7.22% yaitu di kecamatan Kedungadem. Rata-rata persentase kejadian balita stunting per kecamatan sebesar 3.5721% maka dapat disimpulkan bahwa secara statistik persentase kejadian balita stunting per kecamatan berada di bawah standar *World Health Organization* (WHO) yaitu 20% pada tahun 2018 (Muktamar Umakaapa, 2020), itu artinya bahwa persentase kejadian balita stunting per kecamatan dikatakan baik.

Persentase bayi baru lahir yang memperoleh Inisiasi Menyusui Dini (IMD) terendah sebesar 1.00% yaitu di kecamatan Padangan dan tertinggi sebesar 7.02% yaitu di kecamatan Kapas. Rata-rata persentase bayi yang baru lahir memperoleh Inisiasi Menyusui Dini (IMD) sebesar 3.5714%. Maka dapat disimpulkan bahwa secara statistik persentase bayi yang baru lahir memperoleh Inisiasi Menyusui Dini (IMD) di bawah target renstra tahun 2019 yaitu sebesar 50.0% (K. Kesehatan & Indonesia, 2019), itu artinya persentase bayi baru lahir mendapat Inisiasi Menyusui Dini (IMD) dikatakan masih buruk, maka perlu dilakukan penyuluhan oleh bidan dan tenaga kesehatan lainnya.

Persentase bayi mendapat ASI eksklusif terendah sebesar 1.32% yaitu di kecamatan Sekar dan tertinggi sebesar 6.18% yaitu di kecamatan Kedungadem. Rata-rata persentase bayi mendapat ASI eksklusif sebesar 3.5704% maka dapat disimpulkan bahwa secara statistik persentase bayi mendapat ASI eksklusif berada di bawah target renstra tahun 2019 yaitu 50% (K. Kesehatan & Indonesia, 2019), itu artinya persentase bayi mendapat ASI eksklusif dikatakan masih buruk, maka perlu dilakukan penyuluhan tentang pemberian ASI eksklusif.

Persentase balita memperoleh vitamin A terendah sebesar 3.13% yaitu di kecamatan Kedungadem dan yang paling tinggi sebesar 4.08%

yaitu di kecamatan Baureno. Rata-rata persentase balita memperoleh vitamin A sebesar 3.5711% maka dapat disimpulkan bahwa secara statistik persentase balita memperoleh vitamin A berada di bawah standar nasional tahun 2019 yaitu 78.68% (K. Kesehatan & Indonesia, 2019), itu artinya bahwa persentase balita mendapat kapsul vitamin A dikatakan masih buruk dan perlu ditingkatkan lagi untuk memberikan vitamin A pada balita.

Persentase balita mempunyai KMS atau buku KIA terendah sebesar 2.18% yaitu di kecamatan Sugihwaras dan tertinggi sebesar 6.50% yaitu di kecamatan Baureno. Rata-rata persentase balita yang mempunyai KMS atau buku KIA sebesar 3.5707% artinya balita yang mempunyai KMS atau buku KIA di kabupaten Bojonegoro sebesar setengahnya dari angka maksimum.

Persentase balita yang ditimbang empat kali atau lebih dalam enam bulan terakhir terendah sebesar 2.82% yaitu di kecamatan Kedungadem dan tertinggi sebesar 4.09% yaitu di kecamatan Kasiman. Rata-rata persentase balita yang ditimbang empat kali atau lebih dalam enam bulan terakhir sebesar 3.5711% maka dapat disimpulkan bahwa secara statistik persentase balita yang ditimbang empat kali atau lebih dalam enam bulan terakhir berada di bawah standar nasional tahun 2019 yaitu 73.86% (K. Kesehatan & Indonesia, 2019), artinya balita yang ditimbang empat kali atau lebih dalam enam bulan terakhir dikatakan masih buruk, maka harus ditingkatkan lagi penimbangan bayi sebanyak empat kali atau lebih dalam enam bulan terakhir.

Persentase balita kurus mendapatkan makanan tambahan terendah sebesar 0.80% yaitu di kecamatan Ngambon dan tertinggi sebesar 7.86% yaitu di kecamatan Baureno. Rata-rata persentase balita kurus mendapatkan makanan tambahan sebesar 3.5718% maka dapat disimpulkan bahwa secara statistik persentase balita kurus mendapatkan makanan tambahan berada di bawah target renstra tahun 2019 yaitu 90% (K. Kesehatan & Indonesia, 2019), itu artinya bahwa persentase balita kurus mendapatkan makanan tambahan dikatakan masih buruk.

Persentase rumah tangga yang menggunakan air bersih terendah sebesar 2.39% yaitu di kecamatan Temayang dan tertinggi sebesar 5.75% yaitu di kecamatan Sumberejo. Rata-rata persentase rumah tangga yang menggunakan air bersih sebesar 3.5718% maka dapat disimpulkan bahwa secara statistik persentase rumah tangga yang menggunakan air bersih berada di bawah standar nasional tahun 2019 yaitu 87.81% (K. Kesehatan &

Indonesia, 2019), itu artinya bahwa persentase rumah tangga yang menggunakan air bersih dikatakan buruk, maka perlu ditingkatkan lagi rumah tangga yang menggunakan air bersih.

Persentase jumlah tenaga kesehatan paling rendah sebesar 1.08% yaitu di kecamatan Padangan dan paling tinggi sebesar 8.60% yaitu di kecamatan Kedungadem. Rata-rata persentase jumlah tenaga kesehatan sebesar 3.5729%. Kecamatan yang memiliki jumlah tenaga kesehatan di bawah rata-rata yaitu kecamatan Margomulyo, kecamatan Ngraho, kecamatan Ngambon, kecamatan Bubulan, kecamatan Gondang, kecamatan Sugihwaras, kecamatan Kanor, kecamatan Sumberejo, kecamatan Balen, kecamatan Sukosewu, kecamatan Trucuk, kecamatan Ngasem, kecamatan Gayam, kecamatan Malo, kecamatan Purwosari, kecamatan Padangan, kecamatan Kasiman dan kecamatan Kedewan. Sedangkan kecamatan yang mempunyai jumlah tenaga kesehatan di atas rata-rata yaitu di kecamatan Tambakrejo, Sekar, Temayang, Kedungadem, Kepohbaru, Baureno, Kapas, Bojonegoro, Dander dan Kalitidu.

3.2 Analisis Regresi Linier

Analisis menggunakan metode regresi linier atau regresi global digunakan untuk mengetahui variabel-variabel mana yang signifikan mempengaruhi persentase kejadian balita stunting per kecamatan di kabupaten Bojonegoro. Analisis menggunakan metode regresi linear pada penelitian ini tidak memperhitungkan efek spasial dan didapatkan hasil sebagaimana ditunjukkan pada Tabel 3.

Tabel 3. Hasil Estimasi Parameter dan Signifikansi Parameter

Variabel	Parameter	SE	Statistik t
$\hat{\beta}_0$	4.8836	3.3477	1.4588
$\hat{\beta}_1$	0.2747	0.2468	1.1132
$\hat{\beta}_2$	0.1698	0.4064	0.4180
$\hat{\beta}_3$	0.6413	1.2459	0.5147
$\hat{\beta}_4$	0.4596	0.9636	0.4770
$\hat{\beta}_5$	-1.8894	1.0556	-1.7898
$\hat{\beta}_6$	0.4650	0.1349	3.4464*
$\hat{\beta}_7$	-0.5860	1.0927	-0.5363

* Signifikan untuk α sebesar 5%. ($|t| \geq t\text{-tabel} = 2,093$)

Berdasarkan tabel 3, variabel prediktor yang signifikan mempengaruhi persentase kejadian balita stunting per kecamatan adalah persentase balita kurus mendapatkan makanan tambahan karena nilai

$|t| \geq t\text{-tabel}$ dimana $t\text{-tabel} = t_{(\alpha/2, df)} = t_{(0,025, 19)} = 2,093$ (lihat tabel t). Hasil pengujian ini disimpulkan bahwa ada pengaruh parsial/individu persentase balita kurus mendapatkan makanan tambahan terhadap persentase kejadian balita stunting per kecamatan. Untuk mengukur kebaikan model, diperoleh dari hasil output yaitu CV sebesar 1,836276, R-Square sebesar 0,757402, dan MSE = $SSE/(n-p) = 18,370346/(28-9) = 0,9667$.

3.3 Model Geographically Weighted Regression (GWR)

Dalam metode GWR, untuk menentukan fungsi kernel terbaik yang akan digunakan yaitu dengan melihat nilai CV, MSE dan nilai R-Square. Fungsi kernel yang dipilih yaitu yang mempunyai nilai CV dan MSE yang paling kecil serta nilai R-Square yang paling besar. Hasil dari pemilihan fungsi kernel yang akan digunakan sebagaimana ditunjukkan pada Tabel 4.

Tabel 4. Selection Criteria

Model	Fungsi Pembobot Kernel	Nilai CV	R-Square	MSE
OLS	-	1.8363	0.7574	0.9669
GWR	Fixed Gaussian	1.9766	0.8298	0.8920
GWR	Fixed Bi-Square	-	-	-
GWR	Adaptive Bi-Square	2.4635	0.8734	0.8620
GWR	Adaptive Gaussian	1.8504	0.7905	0.9320

Berdasarkan Tabel 4 didapatkan model GWR yang paling baik yaitu model GWR yang menggunakan fungsi pembobot kernel *Adaptive Bi-Square*. Selanjutnya untuk kesesuaian model dilakukan pengujian variabilitas spasial. Pada pengujian ini diwakili oleh *Geographical variability tests of local coefficients* yang dilakukan pada variabel independen untuk mengetahui apakah termasuk variabel global atau variabel lokal. Dikatakan sebagai variabel global atau dengan kata lain tidak ada variabilitas spasial apabila mempunyai nilai *DIFF of Criterion* yang positif, sedangkan dikatakan sebagai variabel lokal atau ada variabilitas spasial apabila nilai *DIFF of Criterion*nya adalah negatif. Hasil untuk pengujian variabilitas spasial ditunjukkan pada Tabel 5 berikut.

Tabel 5. Hasil Pengujian Variabilitas Spasial untuk Model GWR dengan kernel *Adaptive Bi-Square*

Variabel	DIFF of Criterion	Bernilai	Kesimpulan
Intercept	-7.074987	Negatif	Variabel Lokal
X1	0.069134	Positif	Variabel Global
X2	0.264507	Positif	Variabel Global
X3	0.158468	Positif	Variabel Global
X4	-0.475254	Negatif	Variabel Lokal
X5	-8586.732	Negatif	Variabel Lokal
X6	-0.688070	Negatif	Variabel Lokal
X7	0.221114	Positif	Variabel Global
X8	-0.240847	Negatif	Variabel Lokal

Berdasarkan Tabel 5, variabel penelitian dinilai sebagai variabel lokal dalam model regresi ini, karena sebagian besar ukuran *DIFF of Criterion* bernilai negatif. Hal ini menunjukkan bahwa model GWR sudah sesuai penerapannya. Berdasarkan model GWR dengan Kernel *Adaptive Bi-Square* dilakukan pengujian signifikansi parameter model secara serentak untuk menguji kesesuaian (*goodness of fit*) dari model GWR dengan tabel ANOVA (Uji-F). Pengujian ini digunakan untuk menguji hipotesis nol (H_0) bahwa model serupa dengan model Global (OLS) dengan hasil ditunjukkan pada Tabel 6.

Tabel 6. Hasil Output Tabel ANOVA untuk Model GWR

Sumber	Jumlah Kuadrat	Derajat Bebas	Mean Kuadrat	Statistik F
Residual Global	18.370	19.000		
Dugaan GWR	2.503	1.979	1.265	
Residual GWR	15.867	17.021	0.932	1.35654

Kesesuaian model GWR ditunjukkan ketika H_0 ditolak (Jika $F_{hitung} > F_{tabel}$) dan disimpulkan bahwa GWR tidak serupa dengan model Global (OLS). Dari hasil output tabel ANOVA, diperoleh statistik uji F (F_{hitung}) sebesar 1,356542. Disamping itu, dihasilkan juga derajat bebas df_1 dan df_2 masing-masing sebesar 19,000 (≈ 19) dan 1,979 (≈ 2), sehingga F-tabel untuk $\alpha = 5\%$ diperoleh $F_{\alpha(df_1, df_2)} = F_{0,05(19, 2)} = 19,4431$ (lihat tabel F). Dengan demikian diperoleh hasil pengujian $F_{hitung} < F_{tabel}$ sehingga didapatkan keputusan H_0 diterima dan disimpulkan bahwa model GWR serupa dengan model Global.

Selanjutnya untuk estimasi parameter model digunakan matriks pembobot spasial untuk melakukan pendugaan nilai parameter pada model GWR. Nilai parameter untuk model GWR tidak sama untuk setiap wilayah. Dengan demikian, model yang terbentuk dalam penelitian ini ada 28

persamaan yang berbeda untuk setiap kecamatan. Model persamaannya ditunjukkan pada Tabel 7.

Tabel 7. Model GWR di Setiap Kecamatan

Kecamatan	Model
Margomulyo	$\hat{y}_1 = 5,1863 + 0,3544X_1 + 0,2944X_2 + 1,2654X_3 + 0,6664X_4 - 2,6021X_5 + 0,3781X_6^* - 0,8712X_7 + 0,0529X_8 + e_1$
Ngraho	$\hat{y}_1 = 2,8126 - 0,0451X_1 + 0,0931X_2 - 0,1833X_3 + 0,4377X_4 - 0,7132X_5 + 0,8179X_6^* - 0,5464X_7 + 0,4002X_8 + e_2$
Tambakrejo	$\hat{y}_1 = 2,7562 - 0,0273X_1 + 0,1105X_2 - 0,1060X_3 + 0,432X_4 - 0,7689X_5 + 0,7684X_6^* - 0,5510X_7 + 0,4079X_8 + e_3$
Ngambon	$\hat{y}_1 = 2,9051 - 0,0145X_1 + 0,1195X_2 - 0,1002X_3 + 0,3929X_4 - 0,82X_5 + 0,7050X_6^* - 0,5126X_7 + 0,4389X_8 + e_4$
Sekar	$\hat{y}_1 = 3,0975 - 0,0095X_1 + 0,1818X_2 + 0,0104X_3 + 0,4043X_4 - 0,9905X_5 + 0,6594X_6^* - 0,5588X_7 + 0,4507X_8 + e_5$
Bubulan	$\hat{y}_1 = 3,1666 + 0,0989X_1 + 0,1124X_2 + 0,2846X_3 + 0,4405X_4 - 1,2266X_5 + 0,5914X_6^* - 0,5626X_7 + 0,3785X_8 + e_6$
Gondang	$\hat{y}_1 = 3,6682 + 0,1586X_1 + 0,2015X_2 + 0,7008X_3 + 0,5636X_4 - 1,7497X_5 + 0,5293X_6^* - 0,7364X_7 + 0,3026X_8 + e_7$
Temayang	$\hat{y}_1 = 4,7825 + 0,2918X_1 + 0,2589X_2 + 1,1077X_3 + 0,6378X_4 - 2,3717X_5 + 0,4224X_6^* - 0,8240X_7 + 0,1285X_8 + e_8$
Sugihwaras	$\hat{y}_1 = 5,1916 + 0,3557X_1 + 0,2960X_2 + 1,2759X_3 + 0,6704X_4 - 2,614X_5 + 0,3777X_6^* - 0,8771X_7 + 0,0520X_8 + e_9$
Kedungadem	$\hat{y}_1 = 5,4733 + 0,4244X_1 + 0,3491X_2 + 1,5100X_3 + 0,7486X_4 - 2,8987X_5 + 0,3441X_6^* - 1,0061X_7 - 0,0136X_8 + e_{10}$
Kepohbaru	$\hat{y}_1 = 5,5559 + 0,4403X_1 + 0,3348X_2 + 1,2607X_3 + 0,6709X_4 - 2,6489X_5 + 0,3214X_6^* - 0,8965X_7 - 0,0435X_8 + e_{11}$
Baureno	$\hat{y}_1 = 5,5428 + 0,4216X_1 + 0,2797X_2 + 1,0796X_3 + 0,5793X_4 - 2,4546X_5 + 0,3196X_6 - 0,7417X_7 - 0,0381X_8 + e_{12}$
Kanor	$\hat{y}_1 = 5,4742 + 0,384X_1 + 0,2062X_2 + 0,8946X_3 + 0,4589X_4 - 2,2459X_5 + 0,3291X_6^* - 0,5435X_7 - 0,0176X_8 + e_{13}$

Sumberejo	$\hat{y}_1 = 5,4507 + 0,4064X_1 + 0,3030X_2 + 1,1501X_3 + 0,6085X_4 - 2,5160X_5 + 0,3347X_6^* - 0,8002X_7 - 0,0175X_8 + e_{14}$
Balen	$\hat{y}_1 = 5,2554 + 0,3450X_1 + 0,2271X_2 + 0,8899X_3 + 0,4735X_4 - 2,2104X_5 + 0,3590X_6^* - 0,5848X_7 + 0,0253X_8 + e_{15}$
Sukosewu	$\hat{y}_1 = 5,0856 + 0,3269X_1 + 0,2498X_2 + 1,0049X_3 + 0,5517X_4 - 2,3087X_5 + 0,3844X_6^* - 0,7038X_7 + 0,0641X_8 + e_{16}$
Kapas	$\hat{y}_1 = 4,5921 + 0,2198X_1 + 0,0648X_2 + 0,4348X_3 + 0,2641X_4 - 1,6073X_5 + 0,4422X_6^* - 0,2355X_7 + 0,1279X_8 + e_{17}$
Bojonegoro	$\hat{y}_1 = 4,5363 + 0,1825X_1 - 0,0830X_2 + 0,2566X_3 + 0,0636X_4 - 1,3774X_5 + 0,4492X_6^* - 0,1317X_7 + 0,1028X_8 + e_{18}$
Trucuk	$\hat{y}_1 = 2,8108 + 0,0449X_1 - 0,3849X_2 - 0,4091X_3 + 0,4096X_4 - 0,3965X_5 + 0,7374X_6^* - 0,0222X_7 + 0,2307X_8 + e_{19}$
Dander	$\hat{y}_1 = 2,9635 + 0,0960X_1 - 0,0161X_2 + 0,0679X_3 + 0,3420X_4 - 0,9329X_5 + 0,6225X_6^* - 0,3788X_7 + 0,3760X_8 + e_{20}$
Ngasem	$\hat{y}_1 = 2,6870 - 0,0149X_1 + 0,0048X_2 - 0,2038X_3 + 0,3815X_4 - 0,6407X_5 + 0,7491X_6^* - 0,4245X_7 + 0,4216X_8 + e_{21}$
Gayam	$\hat{y}_1 = 2,8196 - 0,0262X_1 - 0,0463X_2 - 0,2966X_3 + 0,4304X_4 - 0,5854X_5 + 0,8052X_6^* - 0,4352X_7 + 0,4011X_8 + e_{22}$
Kalitidu	$\hat{y}_1 = 3,5269 + 0,0091X_1 - 0,3511X_2 - 0,6129X_3 + 0,4967X_4 - 0,4396X_5 + 0,8262X_6^* - 0,3037X_7 + 0,4238X_8 + e_{23}$
Malo	$\hat{y}_1 = 3,7155 - 0,0022X_1 - 0,1725X_2 - 0,5577X_3 + 0,5302X_4 - 0,5821X_5 + 0,8413X_6^* - 0,4667X_7 + 0,4188X_8 + e_{24}$
Purwosari	$\hat{y}_1 = 2,9309 - 0,0376X_1 + 0,0043X_2 - 0,2933X_3 + 0,4428X_4 - 0,6307X_5 + 0,8237X_6^* - 0,4868X_7 + 0,4021X_8 + e_{25}$
Padangan	$\hat{y}_1 = 2,9034 - 0,0446X_1 + 0,0504X_2 - 0,2522X_3 + 0,4404X_4 - 0,6692X_5 + 0,8275X_6^* - 0,5184X_7 + 0,4020X_8 + e_{26}$
Kasiman	$\hat{y}_1 = 3,2475 - 0,0365X_1 - 0,0247X_2 - 0,3904X_3 + 0,4705X_4 - 0,6304X_5 + 0,8457X_6^* - 0,5014X_7 + 0,4110X_8 + e_{27}$
Kedewan	$\hat{y}_1 = 3,9184 + 0,0216X_1 - 0,1350X_2 - 0,5244X_3 + 0,5092X_4 - 0,6636X_5 + 0,8222X_6^* - 0,4556X_7 + 0,3773X_8 + e_{28}$

Margomulyo	$\hat{y}_1 = 5,1863 + 0,3544X_1 + 0,2944X_2 + 1,2654X_3 + 0,6664X_4 - 2,6021X_5 + 0,3781X_6^* - 0,8712X_7 + 0,0529X_8 + e_1$
------------	--

* Signifikan untuk α sebesar 5%. ($|t| \geq t\text{-tabel} = 2,093$)

Dari Tabel 7 model GWR di atas sebagai contoh pada kecamatan Margomulyo dapat disimpulkan bahwa pada kecamatan Margomulyo terdapat pengaruh parsial/individu X_1 terhadap Y sebesar 0,3544 (pengaruh positif), artinya jika terjadi peningkatan persentase bayi yang baru lahir memperoleh Inisiasi Menyusui Dini (IMD) (X_1) sebesar 1 persen, maka persentase kejadian balita stunting per kecamatan (Y) akan mengalami peningkatan sebesar 0,3544 persen. Sebaliknya jika terjadi penurunan persentase bayi yang baru lahir memperoleh Inisiasi Menyusui Dini (IMD) (X_1) sebesar 1 persen, maka persentase kejadian balita stunting per kecamatan (Y) akan mengalami penurunan sebesar 0,3544 persen begitupun pada variabel yang lainnya.

Jika koefisien GWR dipaksakan untuk dilakukan pengujian t , maka digunakan nilai $t\text{-tabel} = t_{(\alpha/2, df)} = t_{(0,025, 16)} = 2,120$ (lihat tabel T) dengan *degree of freedom* (df) sebesar $16,231120 \approx 16$ (dibulatkan ke atas).

Selanjutnya yaitu melakukan pengujian parameter model GWR secara parsial. Pengujian ini dilakukan untuk mendapatkan variabel prediktor yang secara signifikan mempengaruhi persentase kejadian balita stunting per kecamatan. Model GWR pada setiap wilayah tidak sama didasarkan pada nilai koefisien GWR dan juga variabel prediktor yang signifikan berpengaruh terhadap variabel respon. Variabel prediktor dikatakan signifikan apabila nilai $t\text{-hitung} < t\text{-tabel}$. Variabel prediktor yang signifikan di masing-masing kecamatan hampir sama yaitu variabel X_6 (persentase balita kurus mendapatkan makanan tambahan) kecuali untuk kecamatan Baureno semua variabel prediktor tidak signifikan mempengaruhi persentase kejadian balita stunting.

3.4 Model *Multivariate Adaptive Regression Splines* (MARS)

Untuk mendapatkan model MARS terlebih dahulu harus menentukan jumlah maksimum Basis Fungsi (BF), Maksimum Interaksi (MI) dan Minimum Observasi (MO). Untuk mendapatkan model terbaik dilakukan *trial and error* terhadap kombinasi BF, MI dan MO hingga diperoleh model MARS dengan nilai GCV paling kecil dan nilai *R-Square* paling besar. Hasil *trial and error* model MARS diperlihatkan pada Tabel 8 berikut.

Tabel 8. Hasil Trial and Error Model MARS

BF	MI	MO	R-Square	GCV
16	1	1	0,841	1,29144
24	1	1	0,841	1,29144
24	2	1	0,682	1,39377
24	3	1	0,682	1,39377
24	1	3	0,558	1,59768
24	3	3	0,700	1,35655
32	1	1	0,841	1,29144
32	2	1	0,682	1,39377
32	3	1	0,682	1,39377
40	1	1	0,841	1,29144
40	2	1	0,682	1,39377
40	3	1	0,682	1,39377

Berdasarkan Tabel 8 didapatkan Model MARS terbaik dengan kombinasi BF=24, MI=1 dan MO=1. Nilai GCV untuk model MARS terbaik sebesar 1,29144 dan R-Square sebesar 0,841 dan bentuk modelnya sebagaimana ditunjukkan pada persamaan berikut:

$$\hat{Y} = -22,2586 + 0,454497*BF1 - 0,933528*BF2 - 17,0652*BF3 + 9,95784*BF4 + 11,6213*BF5;$$

dengan

$$BF1 = \max(0, X6 - 0,35);$$

$$BF2 = \max(0, 3,35 - X6);$$

$$BF3 = \max(0, X7 - 5,11);$$

$$BF4 = \max(0, 5,11 - X7);$$

$$BF5 = \max(0, X7 - 2,57);$$

Dari model MARS di atas dapat diinterpretasikan sebagai berikut.

- BF1 = max (0, X6 – 3.35) dengan koefisien 0.454497, artinya bahwa setiap terdapat kenaikan BF1 sebanyak satu satuan, maka persentase kejadian balita stunting per kecamatan akan meningkat sebesar 0.454497 persen.
- BF2 = max (0, 3.35 – X6) dengan koefisien - 0.933528, artinya bahwa setiap terdapat kenaikan BF2 sebanyak satu satuan, maka persentase kejadian balita stunting per kecamatan akan turun sebesar -0.933528 persen.
- BF3 = max (0, X7 – 5,11) dengan koefisien - 17,0652, artinya bahwa setiap terdapat kenaikan BF3 sebanyak satu satuan, maka persentase kejadian balita stunting per kecamatan akan turun sebesar -17,0652 persen.
- BF4 = max (0, 5,11 – X7) dengan koefisien 9,95784, artinya bahwa setiap terdapat kenaikan BF4 sebanyak satu satuan, maka akan meningkatkan persentase kejadian balita stunting per kecamatan sebesar 9,95784 persen.

- BF5 = max (0, X7 – 2,57) dengan koefisien 11,6213, artinya bahwa setiap terdapat kenaikan BF5 sebanyak satu satuan, maka akan meningkatkan persentase kejadian balita stunting per kecamatan sebesar 11,6213 persen.

Jadi, variabel yang signifikan mempengaruhi persentase kejadian balita stunting per kecamatan di kabupaten Bojonegoro adalah persentase balita kurus mendapatkan makanan tambahan (X6) dengan besar kepentingan pada model sebesar 100 persen dan persentase rumah tangga yang menggunakan air bersih (X7) dengan besar kepentingan pada model sebesar 51,08 persen.

Untuk pengujian signifikansi parameter model MARS secara simultan, didapatkan nilai F-hitung sebesar 23,23962 dan p-value sebesar 0,00000. Dengan menggunakan nilai α sebesar 5 persen, maka H_0 ditolak karena nilai p-value < 0,05. Sehingga kesimpulannya adalah model MARS yang didapatkan signifikan dan dapat digunakan untuk memprediksi kejadian balita stunting.

Edangkan untuk pengujian signifikansi secara parsial, dengan menggunakan nilai α sebesar 5 persen, didapatkan nilai p-value < 0,05 pada keseluruhan estimator parameter. Hal ini berarti H_0 ditolak yang artinya konstanta dan koefisien BF1, BF2, BF3, BF4 dan BF5 mempunyai pengaruh yang signifikan terhadap model.

3.5 Perbandingan Model GWR dan MARS

Pemilihan model terbaik dilakukan dengan membandingkan model GWR dan model MARS dengan melihat nilai *R-Square* (R^2) dan nilai MSE pada masing-masing model yang ditunjukkan pada Tabel 9.

Tabel 9. Perbandingan Model GWR dengan MARS

Model	R-Square	MSE
Model	R-Square	MSE
GWR	0,8734	0,8620
MARS	0,8408	0.4305

Nilai R-Square pada model GWR lebih besar MARS meskipun dari nilai angkanya tidak jauh berbeda, sedangkan nilai MSE model MARS diperoleh nilai yang lebih kecil dari nilai MSE model GWR dengan selisih jauh beda. Dengan demikian model terbaik jatuh pada model MARS. Dengan terbentuknya model MARS sumbangsih keilmuan yang diberikan adalah model regresi MARS yang menjelaskan pengaruh variabel-variabel prediktor terhadap kejadian balita stunting di kabupaten Bojonegoro yaitu variabel prediktor

X6 (persentase balita kurus mendapatkan makanan tambahan) dan X7 (persentase rumah tangga yang menggunakan air bersih).

4. KESIMPULAN DAN SARAN

Karakteristik kejadian balita stunting di kabupaten Bojonegoro beserta faktor yang diduga mempengaruhinya, untuk persentase kejadian balita stunting per kecamatan paling rendah 1,03% dan paling tinggi 7,22%, persentase bayi baru lahir memperoleh Inisiasi Menyusui Dini (IMD) paling rendah 1,00% dan tertinggi 7,02%, persentase bayi memperoleh ASI eksklusif paling rendah 1,32% dan tertinggi 6,18%, persentase balita memperoleh vitamin A terendah 3,13% dan paling tinggi 4,08%, persentase balita mempunyai KMS atau buku KIA paling rendah 2,18% dan tertinggi 6,50%, persentase balita ditimbang empat kali atau lebih dalam enam bulan terakhir paling rendah 2,82% dan paling tinggi 4,09%, persentase balita kurus memperoleh makanan tambahan paling rendah 0,80% dan tertinggi 7,86%, persentase rumah tangga yang menggunakan air bersih paling rendah 2,39% dan tertinggi 5,75% serta persentase tenaga kesehatan paling rendah 1,08% dan tertinggi 8,60%.

Pada model GWR, variabel prediktor yang signifikan di masing-masing kecamatan hampir sama yaitu variabel X6 (persentase balita kurus mendapatkan makanan tambahan) kecuali untuk kecamatan Baureno semua variabel prediktor tidak signifikan mempengaruhi persentase kejadian balita stunting. Sedangkan untuk model MARS variabel yang signifikan mempengaruhi persentase kejadian balita stunting per kecamatan di kabupaten Bojonegoro adalah persentase balita kurus mendapatkan makanan tambahan (X6) dan persentase rumah tangga yang menggunakan air bersih (X7).

Berdasarkan hasil analisis, model terbaik dalam pemodelan kejadian balita stunting di kabupaten Bojonegoro adalah model MARS karena mempunyai nilai MSE yang lebih kecil.

DAFTAR PUSTAKA

- Al Azies, H., Cholid, F., & Trishnanti, D. (2019). Pemetaan Faktor-Faktor yang Mempengaruhi Stunting pada Balita dengan Geographically Weighted Regression (GWR). *Semnaskes 2019*, 156–165.
- Ardianti, D., Pramoedyo, H., & Nurjannah, N. (2021). Distance weight of GWR-Kriging model for stunting cases in East Java. *Journal of Physics: Conference Series*, 1968(1), 12028.
- Azizah, D. M., & Permatasari, E. O. (2020). Modeling of toddler stunting in the province of east nusa tenggara using multivariate adaptive regression splines (mars) method. *Journal of Physics: Conference Series*, 1490(1), 12013.
- BPS, B. P. S. (2016). *Bojonegoro dalam angka 2016*. 1–180.
- Dinas Kesehatan Kabupaten Bojonegoro. (2019). Profil Kesehatan Kabupaten Bojonegoro Tahun 2019. *Kemntrian Kesehatan*, 141.
- Fadliana, A., & Darajat, P. P. (2021). Pemetaan Faktor Risiko Stunting Berbasis Sistem Informasi Geografis Menggunakan Metode Geographically Weighted Regression. *IKRA-ITH INFORMATIKA: Jurnal Komputer Dan Informatika*, 5(3), 91–102.
- Friedman, J. H. (1991). Multivariate Adaptive Regression Splines. *The Annals of Statistics*, 19(1), 1–67. <https://doi.org/10.1214/aos/1176347963>
- Friedman, J. H., & Roosen, C. B. (1995). An introduction to multivariate adaptive regression splines. *Statistical Methods in Medical Research*, 4(3), 197–217. <https://doi.org/10.1177/096228029500400303>
- Kasse, I. (2017). MEMODELKAN FAKTOR-FAKTOR YANG MEMPENGARUHI GIZI BURUK BALITA DENGAN METODE MULTIVARIATE ADAPTIVE REGRESSION SPLINE (MARS). *Jurnal MSA (Matematika Dan Statistika Serta Aplikasinya)*, 5(1), 69.
- Kemendes RI. (2018). Buletin Stunting. *Kementerian Kesehatan RI*, 301(5), 1163–1178.
- Kesehatan, D. (2020). *KABUPATEN BOJONEGORO TAHUN 2020*.
- Kesehatan, K., & Indonesia, R. (2019). *Profil Kesehatan Indonesia Tahun 2019*.
- Lu, B., Brunson, C., Charlton, M., & Harris, P. (2017). Geographically weighted regression with parameter-specific distance metrics. *International Journal of Geographical Information Science*, 31(5), 982–998. <https://doi.org/10.1080/13658816.2016.1263731>
- Muktamar Umakaapa. (2020). *Strategi 2020 Melawan Stunting*.
- Ningrum, C. A. K. (2021). *Pemodelan Kejadian Stunting Pada Balita Di Surabaya Dengan Pendekatan Multivariate Adaptive Regression*

- Spline*. UNIVERSITAS AIRLANGGA.
- Ningsih, W. A. (2017). *Gambaran Kelengkapan Imunisasi Dasar Pada Balita Di Puskesmas Garuda Kota Bandung Tahun 2017*.
- Otok, B. W. (2014). *Pendekatan Multivariate Adaptive Regression SPLINES (MARS) pada Pemodelan Penduduk Miskin di Indonesia Tahun 2008-2012*.
- Pramoedyo, H., Mudjiono, A. A. R. F., Ardianti, D., & Septiani, K. (2020). Determination of Stunting Risk Factors Using Spatial Interpolation Geographically Weighted Regression Kriging in Malang. *Mutiara Medika: Jurnal Kedokteran Dan Kesehatan*, 20(2), 98–103.