



## **PENGEMBANGAN MODEL SEMIPARAMETRIK *SPLINE* UNTUK ANALISIS BERAT BADAN BALITA DI LOMBOK BARAT**

**Lilik Hidayati<sup>1\*</sup>, Logananta Puja Kusuma<sup>2</sup>, & Pahmi Husain<sup>3</sup>**

<sup>1</sup>Program Studi Statistika, Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam, Universitas Mataram, Jalan Majapahit Nomor 62, Mataram, Nusa Tenggara Barat 83115, Indonesia

<sup>2</sup>Dinas Komunikasi Informatika dan Statistik, Provinsi Nusa Tenggara Barat, Jalan Udayana Nomor 14, Mataram, Nusa Tenggara Barat 83122, Indonesia

<sup>3</sup>Program Studi Biologi, Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam, Universitas Nahdlatul Wathan Mataram, Jalan Kaktus Nomor 1-3, Mataram, Nusa Tenggara Barat 83126, Indonesia

\*Email: [lilikhidayati@staff.unram.ac.id](mailto:lilikhidayati@staff.unram.ac.id)

Submit: 20-10-2025; Revised: 27-10-2025; Accepted: 30-10-2025; Published: 31-10-2025

**ABSTRAK:** Malnutrisi masih menjadi permasalahan kesehatan masyarakat yang signifikan di negara berkembang, termasuk Indonesia. Selain *stunting* yang telah banyak mendapat perhatian, masalah gizi kurang (*underweight*) pada balita masih memerlukan kajian dan intervensi yang serius. Penelitian ini bertujuan untuk memodelkan hubungan nonlinier antara usia dan berat badan balita, serta mengidentifikasi faktor-faktor yang memengaruhi kejadian *underweight* di Kabupaten Lombok Barat. Pendekatan semiparametrik digunakan dengan menerapkan regresi polinomial tersegmen (*piecewise polynomial regression*) dan *truncated spline* dengan variasi ordo polinomial dan jumlah titik knot. Data penelitian mencakup berat badan balita sebagai variabel respon, serta 22 variabel prediktor yang merepresentasikan kondisi kesehatan anak, karakteristik ibu, praktik pemberian makan, dan sanitasi rumah tangga. Pemilihan model terbaik dilakukan berdasarkan kriteria *Akaike Information Criterion* (AIC). Hasil analisis menunjukkan bahwa model *piecewise polynomial* ordo dua dengan empat knot merupakan model terbaik, ditunjukkan oleh nilai AIC terendah dan koefisien determinasi ( $R^2$ ) sebesar 97%. Temuan ini mengindikasikan bahwa permasalahan *underweight* pada balita bersifat kompleks dan multidimensional, sehingga memerlukan pendekatan intervensi yang terpadu lintas sektor. Pendekatan semiparametrik terbukti efektif dalam menangkap pola pertumbuhan balita yang tidak linier dan dinamis.

**Kata Kunci:** AIC, Lombok Barat, Polinomial, Semiparametrik, *Underweight*.

**ABSTRACT:** Malnutrition remains a significant public health problem in developing countries, including Indonesia. In addition to *stunting* that has received a lot of attention, the problem of *underweight* nutrition in toddlers still requires serious studies and interventions. This study aims to model the nonlinear relationship between age and weight of toddlers, as well as identify factors that affect the incidence of *underweight* in West Lombok Regency. The semiparametric approach is used by applying *piecewise polynomial regression* and *truncated splines* with variations in polynomial orders and number of node points. The research data included toddler weight as a response variable, as well as 22 predictor variables representing the child's health condition, maternal characteristics, feeding practices, and household sanitation. The selection of the best model is made based on the *Akaike Information Criterion* (AIC) criteria. The results of the analysis showed that the two-order *piecewise polynomial* model with four knots was the best model, indicated by the lowest AIC value and the coefficient of determination ( $R^2$ ) of 97%. These findings indicate that the problem of *underweight* in toddlers is complex and multidimensional, requiring an integrated intervention approach across sectors. The semiparametric approach has been shown to be effective in capturing the growth patterns of toddlers that are not linear and dynamic.

**Keywords:** AIC, West Lombok, Polynomial, Semiparametric, *Underweight*.

**How to Cite:** Hidayati, L., Kusuma, L. P., & Husain, P. (2025). Pengembangan Model Semiparametrik *Spline* untuk Analisis Berat Badan Balita di Lombok Barat. *Panthera : Jurnal Ilmiah Pendidikan Sains dan Terapan*, 5(4), 1597-1606. <https://doi.org/10.36312/panthera.v5i4.897>

Uniform Resource Locator: <https://e-journal.lp3kamandanu.com/index.php/panthera>



## PENDAHULUAN

Gizi buruk masih menjadi salah satu permasalahan utama kesehatan masyarakat di negara berkembang, termasuk Indonesia. Permasalahan ini bersifat kompleks karena mencakup berbagai bentuk malnutrisi, beragam faktor penyebab yang saling berkaitan, serta upaya penanggulangan yang memerlukan kolaborasi lintas sektor. Komitmen global dalam mengatasi persoalan ini tercermin dalam *Sustainable Development Goals* (SDGs), khususnya target 2.2 yang menekankan penghapusan segala bentuk malnutrisi.

Dalam berbagai kajian ilmiah maupun kebijakan nasional, *stunting* yang diukur berdasarkan indeks tinggi badan menurut usia (*Height-for-Age Z-score/HAZ*) sering dijadikan fokus utama intervensi. Namun, *stunting* bukan satu-satunya bentuk gizi buruk. Salah satu indikator penting lainnya adalah *underweight* yang mencerminkan ketidaksesuaian berat badan terhadap usia dan dapat menjadi indikasi terjadinya malnutrisi kronis maupun akut pada anak (Filho *et al.*, 2020). Dengan demikian, pengabaian terhadap *underweight* berpotensi menyebabkan ketimpangan dalam upaya penanggulangan gizi buruk secara komprehensif.

Meski dampak dari *underweight* tidak berjangka panjang seperti *stunting*, kurangnya berat badan balita juga dapat menimbulkan kerentanan terhadap berbagai penyakit. Perlambatan pertumbuhan berat badan balita tidak hanya disebabkan malnutrisi kronis seperti pada kasus *stunting*. Kurangnya asupan makanan dalam jangka pendek serta penyakit ringan pada balita juga dapat mengakibatkan berat badan *stagnan*, bahkan menurun. Hal ini berarti indeks berat badan terhadap usia dapat menangkap beberapa aspek yang tidak tergambarkan dari *stunting*. Survei Status Gizi Indonesia (SSGI) tahun 2024 menunjukkan adanya peningkatan prevalensi *underweight* dari 15,9% menjadi 16,8%, meski pada tahun yang sama prevalensi *stunting* tercatat menurun. Oleh karena itu, penting dilakukan pengentasan *underweight* sebagaimana halnya pengentasan *stunting*.

Sejumlah penelitian sebelumnya telah banyak mengkaji *stunting* dengan pendekatan pemodelan yang mempertimbangkan pola pertumbuhan anak yang bersifat nonlinier. Beberapa di antaranya menggunakan model semiparametrik, seperti regresi polinomial dan *truncated spline*. Anindita (2018) misalnya, menerapkan pendekatan *truncated spline* untuk memodelkan prevalensi *stunting* di Indonesia, sementara Husain *et al.* (2024) membandingkan kinerja model nonparametrik *truncated spline* dan *Fourier spline*. Namun demikian, kajian serupa yang secara khusus memodelkan berat badan balita dalam konteks *underweight* masih relatif terbatas.

Berat badan balita umumnya memiliki pola serupa dengan tinggi badan, yakni meningkat secara pesat pada usia awal kelahiran dan menurun secara perlahan. Karena itu, penelitian ini menerapkan hal serupa pada penelitian terdahulu untuk kasus *underweight*. Berat badan balita dimodelkan menggunakan berbagai faktor, baik dari segi kesehatan, pola pengasuhan, hingga fasilitas sanitasi rumah tangga serta pembagian interval usia sebagai semiparameter. Faktor-faktor



tersebut diidentifikasi dari segi signifikansi serta pola hubungan terhadap berat badan balita.

Penelitian ini menggunakan pendekatan semiparametrik yang dinilai mampu merepresentasikan pola pertumbuhan berat badan balita yang bersifat nonlinier. Dua pendekatan utama diterapkan, yaitu *truncated spline* yang menekankan aspek kontinuitas pada setiap titik knot, sehingga menghasilkan fungsi regresi yang kontinu, serta regresi polinomial tersegmen (*piecewise polynomial regression*) yang membentuk fungsi polinomial berbeda pada setiap segmen usia tanpa menerapkan syarat kontinuitas antarsegmen. Kinerja kedua pendekatan tersebut dibandingkan dengan mempertimbangkan variasi jumlah knot serta derajat polinomial dari orde pertama hingga orde ketiga.

Lokasi penelitian ini adalah Kabupaten Lombok Barat, Provinsi Nusa Tenggara Barat. Wilayah ini memiliki karakteristik yang beragam, mulai dari kawasan suburban yang berbatasan langsung dengan Kota Mataram sebagai ibu kota provinsi hingga wilayah yang tergolong daerah terluar. Keberagaman karakteristik wilayah tersebut berimplikasi pada perbedaan akses terhadap layanan kesehatan, kualitas sanitasi rumah tangga, serta pola pengasuhan anak yang pada akhirnya berpotensi memengaruhi pertumbuhan balita. Variasi kondisi tersebut memberikan konteks yang relevan untuk mengidentifikasi pengaruh berbagai faktor terhadap berat badan balita. Penelitian ini bertujuan untuk mengembangkan model semiparametrik yang mampu menangkap efek nonlinier usia terhadap berat badan balita, serta mengidentifikasi faktor-faktor signifikan dari sektor kesehatan dan sektor terkait yang berkontribusi terhadap pertumbuhan anak dan pencegahan *underweight*.

## METODE

### Sumber dan Karakteristik Data

Penelitian ini menggunakan data sekunder berupa data individu balita yang dihimpun dari Pusat Kesehatan Masyarakat (Puskesmas) di berbagai kecamatan di Kabupaten Lombok Barat, Provinsi Nusa Tenggara Barat. Data mencakup informasi antropometri balita serta karakteristik kesehatan anak, ibu, dan lingkungan rumah tangga. Unit analisis dalam penelitian ini adalah balita usia 0-59 bulan. Variabel respon dalam penelitian ini adalah berat badan balita yang diukur dalam satuan kilogram (kg). Variabel ini digunakan sebagai indikator status gizi balita, khususnya dalam mengkaji permasalahan *underweight*.

### Variabel Prediktor dan Operasionalisasi

Data yang digunakan pada penelitian ini merupakan data individu balita yang dihimpun dari Pusat Kesehatan Masyarakat (Puskesmas) dari berbagai kecamatan di Kabupaten Lombok Barat. Variabel respon yang digunakan adalah berat badan balita yang diukur dalam satuan kilogram. Variabel prediktor yang digunakan adalah urutan kelahiran, lama pemberian ASI, kuantitas pemberian asi, cacingan, imunisasi, prematur, penyakit bawaan, usia kawin ibu, pendidikan terakhir ibu, nutrisi ibu, penambahan berat badan ibu hamil, *baby blues*, *parenting*, penyakit turunan ibu, pemeriksaan penyakit bawaan ibu, air bersih, toilet, kebiasaan merokok ayah, makanan tambahan, suplemen penambah darah, keuangan rumah tangga, dan edukasi kesehatan.

Dalam kerangka model semiparametrik, usia balita (dalam bulan) dimodelkan sebagai komponen nonlinier (*semi*-parametrik), sedangkan seluruh variabel prediktor lainnya dimasukkan sebagai komponen parametrik linier. Pendekatan ini dipilih untuk menangkap pola pertumbuhan berat badan balita yang bersifat nonlinier terhadap usia, sekaligus tetap memungkinkan interpretasi parameter pada variabel-variabel penjelas lainnya (Ruppert *et al.*, 2003).

### Regresi Piecewise Polynomial

Untuk memodelkan hubungan nonlinier antara tinggi badan balita dan usia, digunakan dua pendekatan regresi semiparametrik, yaitu *piecewise polynomial regression* dan *truncated spline regression* (Eubank, 1999). Kedua model tersebut memungkinkan bentuk fungsi prediktor (usia) yang fleksibel, sehingga mampu merepresentasikan pola pertumbuhan yang tidak linear dengan lebih baik. Model *piecewise polynomial* membagi rentang variabel prediktor (usia dalam bulan) menjadi beberapa segmen yang ditentukan oleh titik-titik knot  $\xi_1, \xi_2, \dots, \xi_K$ . Pada setiap segmen, dipasang suatu polinomial berderajat  $p$ . Secara umum, fungsi model dapat dituliskan berikut ini.

$$(x) = \begin{cases} \beta_{0,1} + \beta_{1,1}x_1 + \dots + \beta_{p,1}x_p, & x < \xi_1 \\ \beta_{0,1} + \beta_{1,1}x_1 + \dots + \beta_{p,1}x_p, & \xi_1 < x < \xi_2 \\ \dots & \dots \\ \beta_{0,K+1} + \beta_{1,K+1}x_1 + \dots + \beta_{p,K+1}x_p, & x \geq \xi_K \end{cases}$$

**Sumber:** Friedman (1991).

Setiap polinomial diestimasi secara terpisah, sehingga model tidak mensyaratkan adanya kontinuitas atau kelancaran pada titik-titik knot. Pendekatan ini memungkinkan model menangkap variasi lokal pola pertumbuhan pada interval usia yang berbeda. Namun, ketiadaan syarat kelancaran tersebut dapat menghasilkan perubahan yang mendadak (*discontinuity*) pada batas antarsegmen. Dalam penelitian ini, model diestimasi menggunakan polinomial orde pertama, kedua, dan ketiga, dengan jumlah knot bervariasi dari satu hingga empat. Pemilihan model terbaik didasarkan pada nilai *Akaike's Information Criterion* (AIC). Nilai AIC terendah menunjukkan model dengan kesesuaian terbaik. Polinomial orde pertama setara dengan model linear dan digunakan sebagai pembanding bagi model dengan orde yang lebih tinggi.

### Regresi Truncated Spline

Model *truncated spline* atau (*spline* dengan *truncated power* basis) merupakan pengembangan dari model *piecewise polynomial* dengan menambahkan syarat kelancaran pada setiap titik knot, sehingga kurva yang dihasilkan bersifat kontinu dan terdiferensiasi hingga orde  $p-1$  (Kutner *et al.*, 2005). Model ini didefinisikan sebagai berikut:

$$f(x) = \beta_0 + \beta_1x + \beta_2x^2 + \dots + \beta_px^p + \sum_{k=1}^K \gamma_k (x - \xi_k)_+^p$$

Dengan

$$(x - \xi_k)_+^p = \begin{cases} (x - \xi_k)^p, & x > \xi_k \\ 0, & x \leq \xi_k \end{cases}$$



Formulasi ini memungkinkan fungsi regresi untuk melengkung secara halus pada setiap knot, sekaligus menjaga kontinuitas keseluruhan kurva. Dengan demikian, model *truncated spline* mampu menangkap pola pertumbuhan global balita, namun tetap fleksibel dalam menyesuaikan perubahan pola pada interval usia tertentu. Seperti pada model *piecewise polynomial*, berbagai kombinasi orde polinomial (1-3) serta jumlah knot (1-4) diuji. Model terbaik ditentukan berdasarkan AIC, dengan nilai AIC terendah menunjukkan spesifikasi model yang optimal.

### **Akaike's Information Criterion**

*Akaike's Information Criterion* (AIC) adalah salah satu indikator pemilihan model yang umum digunakan. AIC mengukur informasi yang hilang dari suatu model. AIC yang semakin rendah artinya informasi yang hilang dari perubahan respon semakin rendah dan model dianggap semakin baik. Berbeda dengan *R-square* yang mengabaikan jumlah parameter, pada AIC terdapat penyesuaian nilai berdasarkan jumlah parameter, sehingga dapat bekerja lebih baik jika terdapat banyak parameter yang digunakan. *Akaike's Information Criterion* (AIC) digunakan sebagai ukuran kehilangan informasi dari suatu model dan dirumuskan sebagai berikut (Wood, 2017):

$$AIC = 2k - 2\ln(\hat{L})$$

Dengan  $k$  merupakan jumlah estimasi parameter yang digunakan dalam model, dan  $\hat{L}$  merupakan nilai maksimum dari kemungkinan fungsi untuk model. Nilai AIC yang lebih rendah menunjukkan model dengan kehilangan informasi yang lebih kecil. Dengan demikian, kinerja yang lebih baik dibandingkan model alternatif. AIC tidak digunakan untuk menilai kualitas absolut suatu model, melainkan untuk membandingkan beberapa model kandidat yang dibangun pada data yang sama. Oleh karena itu, nilai AIC hanya bermakna secara relatif, yaitu model dengan nilai AIC terkecil dianggap sebagai model terbaik di antara model-model yang dibandingkan. Perbedaan nilai AIC antar model juga dapat diinterpretasikan; secara umum, selisih AIC kurang dari 2 menunjukkan bahwa model-model tersebut memiliki kinerja yang relatif setara, sedangkan selisih yang lebih besar mengindikasikan dukungan yang lebih kuat terhadap model dengan AIC terendah.

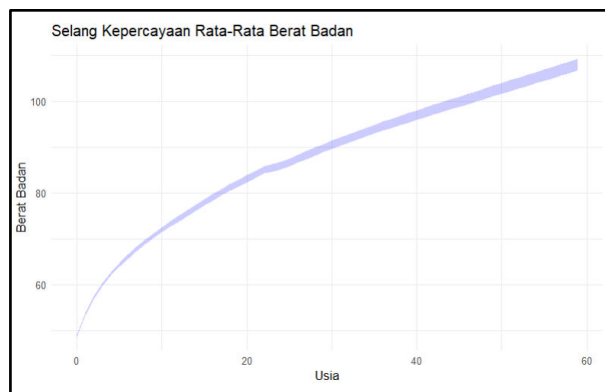
## **HASIL DAN PEMBAHASAN**

### **Pola Deskriptif Pertumbuhan Berat Badan Balita**

Pola pertumbuhan berat badan balita secara bulanan dapat diidentifikasi dengan menyusun grafik selang kepercayaan rata-rata berat badan balita usia 0-59 bulan (Gambar 1). Hasil visualisasi menunjukkan pola nonlinier, dimana berat badan meningkat cepat pada usia awal kehidupan, kemudian cenderung stabil dengan laju pertambahan yang melambat pada usia berikutnya. Pola ini konsisten dengan temuan bahwa fase awal kehidupan merupakan periode pertumbuhan yang paling intensif dan tidak linier dalam antropometri anak (Kasali & Adeyemi, 2022). Selang kepercayaan dari rata-rata semakin lebar seiring bertambahnya usia. Hal ini menunjukkan bahwa berat badan balita semakin bervariasi pada usia balita yang

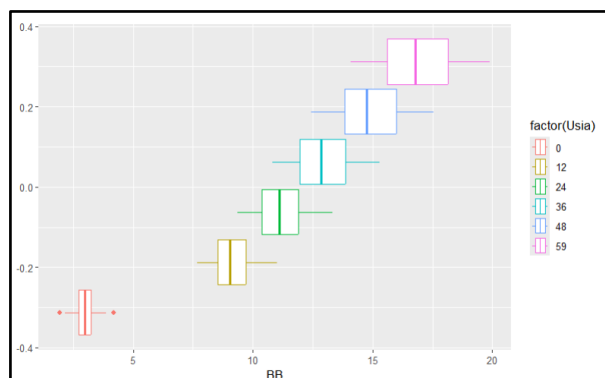


lebih tua. Peningkatan variasi ini mengindikasikan bertambahnya perbedaan kondisi kesehatan, status gizi, dan lingkungan antarindividu sejalan dengan pertumbuhan anak.



**Gambar 1. Selang Kepercayaan Rata-rata Berat Badan Balita Berdasarkan Usia.**

Agar dapat melihat gambaran berat badan balita secara lebih detail, peneliti menyusun *boxplot* berat badan balita pada beberapa titik, yakni usia 0, 12, 24, 36, 48, dan 59 bulan. *Boxplot* tersebut ditampilkan pada Gambar 2. Rentang interkuartil yang semakin lebar pada usia lebih tinggi menunjukkan keragaman yang meningkat, sedangkan pencilan pada usia lahir (0 bulan) dapat mengindikasikan variasi berat lahir yang mencerminkan status gizi prenatal.



**Gambar 2. Boxplot Badan Balita Berdasarkan Usia.**

Pola berat badan balita yang nonlinier serta memiliki keragaman yang berbeda pada setiap titik pengamatan menyebabkan model linier biasa kurang tepat untuk digunakan. Pola nonlinier dan variasi antarusia menyebabkan regresi linier sederhana menjadi kurang memadai, karena berpotensi melanggar asumsi klasik seperti homoskedastisitas dan normalitas sisaan (Usrah *et al.*, 2022). Oleh karena itu, model semiparametrik seperti *piecewise polynomial* dan *truncated spline* dipilih untuk menangkap pola yang kompleks ini.

### **Perbandingan Kinerja Model Semiparametrik**

Perbandingan model dilakukan dengan melihat nilai *Akaike Information Criterion* (AIC) pada berbagai spesifikasi model (Tabel 2). Model linier sederhana menghasilkan nilai AIC 14.983,5 yang secara konsisten lebih tinggi dibandingkan



seluruh model semiparametrik, menunjukkan bahwa model linier tidak mampu menangkap struktur nonlinier pada data.

**Tabel 2. Nilai AIC Model Regresi Semiparametrik.**

| Ordo Polinomial | Jumlah Knot | Lokasi Knot (Bulan) | AIC Model Regresi Piecewise Polynomial | AIC Model Regresi Truncated Spline |
|-----------------|-------------|---------------------|----------------------------------------|------------------------------------|
| 1 <sup>st</sup> | 1           | 30                  | 9524.032                               | 14045.767                          |
|                 | 2           | 20, 40              | 9483.875                               | 12263.170                          |
|                 | 3           | 15, 30, 45          | 9065.990                               | 11023.273                          |
|                 | 4           | 12, 24, 36, 48      | 9063.076                               | 10381.235                          |
| 2 <sup>nd</sup> | 1           | 30                  | 9544.877                               | 10381.235                          |
|                 | 2           | 20, 40              | 9308.479                               | 9953.738                           |
|                 | 3           | 15, 30, 45          | 9088.017                               | 9483.571                           |
|                 | 4           | 12, 24, 36, 48      | 9010.885                               | 9271.229                           |
| 3 <sup>rd</sup> | 1           | 30                  | 9241.030                               | 9708.617                           |
|                 | 2           | 20, 40              | 9036.216                               | 9269.016                           |
|                 | 3           | 15, 30, 45          | 9052.996                               | 9130.609                           |
|                 | 4           | 12, 24, 36, 48      | 9029.692                               | 9054.520                           |

Secara umum, model *piecewise polynomial* cenderung menghasilkan AIC lebih rendah dibandingkan model *truncated spline*, menandakan bahwa model dengan segmen yang lebih fleksibel tanpa mensyaratkan kelancaran penuh lebih sesuai pada pola pertumbuhan berat badan balita (Wood, 2017). Penambahan jumlah *knot* dan tingkat polinomial umumnya menurunkan AIC, namun model terbaik adalah *piecewise polynomial* ordo kedua dengan empat *knot*. Spesifikasi ini menunjukkan keseimbangan terbaik antara fleksibilitas dan kompleksitas model, sebagaimana didukung oleh prinsip pemilihan model berbasis AIC (Andrianto, 2017).

### Interpretasi Model Semiparametrik Terbaik

Estimasi model *piecewise polynomial* terbaik disajikan pada Tabel 3. Sebagian besar variabel prediktor signifikan pada taraf 5%, dan nilai  $R^2$  model sebesar 97% menunjukkan bahwa model berhasil menangkap variasi berat badan balita dengan baik. Keluaran model *piecewise polynomial* ordo ketiga dengan empat *knot* ditunjukkan pada Tabel 3.

**Tabel 3. Keluaran Model Semiparametrik Terbaik.**

| Variabel    | Koefisien | Standard Error | t Value | p Value  | Signifikan pada Alpha 0.05 |
|-------------|-----------|----------------|---------|----------|----------------------------|
| (Intercept) | -1.57     | 0.10           | -15.159 | < 2e-16  |                            |
| Usia        | 1.02      | 0.02           | 43.932  | < 2e-16  | Ya                         |
| X1          | -0.12     | 0.01           | -12.811 | < 2e-16  | Ya                         |
| X2          | 0.24      | 0.01           | 25.137  | < 2e-16  | Ya                         |
| X3          | 0.16      | 0.00           | 33.399  | < 2e-16  | Ya                         |
| X4          | -0.22     | 0.01           | -37.492 | < 2e-16  | Ya                         |
| X5          | 0.27      | 0.01           | 49.831  | < 2e-16  | Ya                         |
| X6          | 0.37      | 0.02           | 15.611  | < 2e-16  | Ya                         |
| X8          | 0.04      | 0.01           | 3.78    | 0.000159 | Ya                         |
| X9          | 0.04      | 0.01           | 7.355   | 2.17E-13 | Ya                         |



| Variabel | Koefisien | Standard Error | t Value | p Value  | Signifikan pada Alpha 0.05 |
|----------|-----------|----------------|---------|----------|----------------------------|
| X10      | -0.02     | 0.01           | -2.674  | 0.007508 | Ya                         |
| X11      | 0.01      | 0.01           | 2.25    | 0.024458 | Ya                         |
| X12      | 0.11      | 0.01           | 21.328  | < 2e-16  | Ya                         |
| X13      | 0.01      | 0.01           | 1.68    | 0.09293  | Tidak                      |
| X14      | 0.04      | 0.03           | 1.703   | 0.088665 | Tidak                      |
| X15      | 0.17      | 0.02           | 8.761   | < 2e-16  | Ya                         |
| X16      | 0.04      | 0.01           | 6.854   | 7.91E-12 | Ya                         |
| X17      | -0.09     | 0.02           | -5.1    | 3.51E-07 | Ya                         |
| X18      | 0.00      | 0.02           | 0.081   | 0.935202 | Tidak                      |
| X19      | 0.28      | 0.01           | 51.417  | < 2e-16  | Ya                         |
| X20      | 0.16      | 0.01           | 29.136  | < 2e-16  | Ya                         |
| X21      | 0.27      | 0.01           | 46.681  | < 2e-16  | Ya                         |
| X22      | -0.03     | 0.01           | -4.845  | 1.30E-06 | Ya                         |
| U1.Usia  | -0.69     | 0.02           | -28.211 | NA       |                            |
| U2.Usia  | -0.18     | 0.01           | -21.882 | NA       |                            |
| U3.Usia  | 0.02      | 0.00           | 4.155   | NA       |                            |
| U4.Usia  | 0.02      | 0.01           | 3.116   | NA       |                            |

**Keterangan:** Urutan Kelahiran (X1), Lama Pemberian ASI (X2), Kuantitas Pemberian ASI (X3), Riwayat Cacingan (X4), Status Imunisasi (X5), Status Prematur (X6), Usia Kawin Pertama Ibu (X8), Pendidikan Terakhir Ibu (X9), Nutrisi Ibu (X10), Penambahan Berat Badan Ibu selama Hamil (X11), *Baby Blues* (X12), Pemeriksaan Penyakit Bawaan Ibu (X15), Akses Air Bersih (X16), Akses Toilet (X17), Makanan Tambahan (X19), Suplemen Penambah Darah (X20), Keuangan Rumah Tangga (X21), dan Edukasi Kesehatan (X22).

Hasil menunjukkan bahwa beberapa faktor kesehatan anak seperti status imunisasi dan riwayat cacingan berpengaruh signifikan terhadap berat badan balita. Temuan ini konsisten dengan bukti literatur bahwa imunisasi lengkap dan bebas infeksi cacing membantu mendukung pertumbuhan anak yang optimal (Asmare & Agmas, 2023). Variabel lama dan kuantitas pemberian ASI menunjukkan hubungan positif dengan berat badan balita, menegaskan pentingnya pemberian ASI eksklusif dan berkualitas dalam pencegahan gizi kurang.

Karakteristik ibu seperti pendidikan terakhir dan usia kawin pertama juga berpengaruh positif. Pendidikan ibu sering dikaitkan dengan peningkatan pengetahuan perawatan anak dan praktik nutrisi yang lebih baik, serta berdampak pada status gizi anak (Khairunnisa & Ghinanda, 2022). Faktor lingkungan seperti akses air bersih, sanitasi, dan kondisi ekonomi rumah tangga juga berhubungan positif dengan berat badan balita. Temuan ini sesuai dengan bukti bahwa determinan sosial ekonomi dan sanitasi merupakan faktor penting dalam status gizi anak di negara berkembang (Tamir *et al.*, 2024). Namun, beberapa variabel menunjukkan arah hubungan yang tidak sesuai ekspektasi, seperti nutrisi ibu, edukasi kesehatan, dan pemeriksaan penyakit bawaan ibu. Arah hubungan yang tidak lazim ini dapat dipengaruhi oleh multikolinearitas antarvariabel, bias pengukuran, atau karakteristik populasi tertentu, seperti yang dibahas dalam studi epidemiologi kompleks pada data kesejahteraan anak.  $R^2$  yang sangat tinggi juga mengindikasikan kemungkinan model yang terlalu kompleks akibat banyaknya





variabel prediktor. Penelitian lanjutan dapat mempertimbangkan teknik reduksi dimensi atau regularisasi (misalnya *penalized spline*, LASSO) untuk memastikan estimasi yang lebih stabil (Wood, 2017).

Model semiparametrik terbaik menunjukkan bahwa berat badan balita dipengaruhi oleh berbagai faktor kesehatan anak, kondisi ibu, pola pemberian nutrisi, serta lingkungan sosial ekonomi rumah tangga. Pola pertumbuhan yang nonlinier dan heterogen antarsia menegaskan pentingnya penggunaan model semiparametrik untuk menggambarkan hubungan usia dan berat badan balita secara akurat. Temuan ini sejalan dengan literatur tumbuh kembang anak dan epidemiologi gizi yang menekankan sifat kompleks dan multidimensional dari *underweight* anak di negara berkembang (Asmare & Agmas, 2023).

## SIMPULAN

Pendekatan semiparametrik untuk memodelkan berat badan balita di Kabupaten Lombok Barat menghasilkan model yang lebih baik dibandingkan model linear sederhana. Pendekatan semiparametrik yang digunakan adalah *piecewise polynomial* dan *truncated spline*. Secara umum, model *piecewise polynomial* menunjukkan kinerja lebih baik dibanding *truncated spline*, dengan model terbaik *piecewise polynomial* ordo kedua yang terbagi berdasarkan 4 *knot*. Model tersebut memiliki nilai  $R^2$  sebesar 97% yang berarti model sudah cukup bagus untuk menggambarkan variabel respon. Hasil uji signifikansi menunjukkan bahwa faktor dari berbagai sektor berpengaruh signifikan terhadap pertumbuhan berat badan anak, baik sektor kesehatan maupun sektor lain yang berkaitan. Hal ini menekankan pentingnya strategi pencegahan *stunting* yang terintegrasi, yang menggabungkan intervensi pada berbagai sektor.

## SARAN

Banyaknya variabel prediktor yang digunakan berpotensi menimbulkan berbagai permasalahan seperti multikolinearitas hingga anomali pada arah hubungan variabel prediktor dengan variabel respon. Penelitian selanjutnya dapat menerapkan pendekatan untuk mengatasi masalah tersebut seperti *feature engineering* atau *dimensional reduction*.

## UCAPAN TERIMA KASIH

Terima kasih disampaikan kepada semua pihak yang ikut berperan aktif dalam kegiatan penelitian dari awal hingga akhir sampai pada tahap publikasi. Semoga hasil penelitian ini dapat menjadi referensi yang bermanfaat.

## DAFTAR RUJUKAN

- Andrianto, D. (2017). Estimasi Model Regresi Semiparametrik Birespon Multiprediktor Berdasarkan Estimator *Penalized Spline*. *Skripsi*. Universitas Airlangga.
- Anindita, S. D. (2018). Pemodelan Persentase Balita *Stunting* di Indonesia Menggunakan Regresi Nonparametrik *Spline Truncated*. *Skripsi*. Institut Teknologi Sepuluh Nopember.
- Asmare, A. A., & Agmas, Y. A. (2023). Multilevel Multivariate Modeling on the



- Association between Undernutrition Indices of Under-Five Children in East Africa Countries. *BMC Nutrition*, 9(1), 1-13. <https://doi.org/10.1186/s40795-023-00741-w>
- Eubank, R. L. (1999). *Nonparametric Regression and Spline Smoothing (2nd Ed.)*. New York: Marcel Dekker.
- Filho, W. L., Wall, T., Azul, A. M., Brandli, L., & Özuyar, P. G. (2020). *Good Health and Well-Being*. Swiss: Springer International Publishing.
- Friedman, J. H. (1991). Multivariate Adaptive Regression Splines. *The Annals of Statistics*, 19(1), 1-67. <https://doi.org/10.1214/aos/1176347963>
- Husain, H., Irmayani, I., & Rahman, A. O. R. M. (2024). Modeling Stunting Prevalence in Indonesia Mixed Spline Truncated and Fouries Series Nonparametric Regression. *Inferensi*, 7(3), 215-222. <http://dx.doi.org/10.12962%2Fj27213862.v7i3.20518>
- Kasali, J., & Adeyemi, A. A. (2022). Model-Data Fit Using Akaike Information Criterion (AIC), Bayesian Information Criterion (BIC), and the Sample-Size-Adjusted BIC. *Square : Journal of Mathematics and Mathematics Education*, 4(1), 43-51. <https://doi.org/10.21580/square.2022.4.1.11297>
- Khairunnisa, C., & Ghinanda, R. S. (2022). Hubungan Karakteristik Ibu dengan Status Gizi Balita Usia 6-24 Bulan di Puskesmas Banda Sakti Tahun 2021. *Jurnal Pendidikan Tambusai*, 6(1), 3436-3444. <https://doi.org/10.31004/jptam.v6i1.3412>
- Kutner, M. H., Nachtsheim, C. J., Neter, J., & Li, W. (2005). *Applied Linear Statistical Models (5th Ed.)*. New York: McGraw-Hill.
- Ruppert, D., Wand, M. P., & Carroll, R. J. (2003). *Semiparametric Regression*. Cambridge: Cambridge University Press.
- Tamir, T. T., Zegeye, A. F., Workneh, B. S., & Mekonen, E. G. (2024). Underweight and Associated Factors among Children Under Age of Five in Low and Lower-Middle Income African Countries: Hierarchical Analysis of Demographic and Health Survey Data. *Frontiers in Public Health*, 12(1), 1-11. <https://doi.org/10.3389/fpubh.2024.1423603>
- Usrah, M. J., Islamiyati, A., & Anisa, A. (2022). Analisis Perubahan Berat Badan Balita dengan Estimator *Penalized Spline* Kuadratik. *Estimasi : Journal of Statistics and Its Application*, 3(2), 70-75. <https://doi.org/10.20956/ejsa.vi.11459>
- Wood, S. N. (2017). *Generalized Additive Models: An Introduction with R (2nd Ed.)*. Boca Raton: CRC Press.