

Pemodelan Faktor-Faktor yang Mempengaruhi *Total Fertility Rate* di Indonesia Menggunakan Regresi Nonparametrik *Spline Truncated*

Errina Dwi Iustin dan I Nyoman Budiantara

Departemen Statistika, Institut Teknologi Sepuluh Nopember (ITS)

e-mail: i_nyoman_b@statistika.its.ac.id

Abstract—*Total Fertility Rate (TFR)* adalah jumlah kelahiran hidup laki-laki dan perempuan tiap 1000 perempuan yang hidup hingga akhir masa reproduksi atau selama masa suburnya. TFR Indonesia pada tahun 2017 sebesar 2,4 yang mana angka tersebut belum mencapai TFR yang ditargetkan oleh BKKBN yakni sebesar 2,1. Dalam hal ini, TFR sebesar 2,1 merupakan angka standar capaian ideal bagi seluruh negara yang disebut juga dengan istilah penduduk tumbuh seimbang. Penelitian ini dilakukan untuk mengetahui faktor-faktor yang diduga mempengaruhi TFR di Indonesia menggunakan Regresi Nonparametrik *Spline Truncated*. Karena pola data faktor-faktor yang diduga berpengaruh terhadap TFR di Indonesia menggunakan Regresi Nonparametrik *Spline Truncated*. Karena pola data faktor-faktor yang diduga berpengaruh pada TFR tidak mengikuti pola data tertentu dan ada perubahan pola pada sub interval tertentu. Variabel yang digunakan yaitu persentase usia kawin pertama wanita < 20 tahun, persentase *unmet need* KB, persentase *Contraceptive Prevalence Rate (CPR)*, persentase penduduk miskin, dan persentase wanita tamat SMA. Hasil penelitian menunjukkan model terbaik adalah menggunakan kombinasi titik knot (3,2,3,3,3) dan semua variabel yang digunakan dalam penelitian berpengaruh signifikan terhadap TFR di Indonesia. Koefisien determinasi dari model ini adalah sebesar 97,41%.

Kata Kunci—GCV, Indonesia, Regresi Nonparametrik, *Spline Truncated*, TFR, Titik Knot.

I. PENDAHULUAN

TOTAL *Fertility Rate (TFR)* adalah jumlah kelahiran hidup laki-laki dan perempuan tiap 1000 perempuan yang hidup hingga akhir masa reproduksi atau selama masa suburnya [1]. Berdasarkan data dari publikasi BPS, *Statistik Indonesia 2018*, TFR Indonesia pada tahun 2017 sebesar 2,4 yang mana angka tersebut belum mencapai TFR yang ditargetkan oleh BKKBN yakni sebesar 2,1. Dalam hal ini, TFR sebesar 2,1 merupakan angka standar capaian ideal bagi seluruh negara yang disebut juga dengan istilah penduduk tumbuh seimbang [1]. TFR yang berada di bawah angka 2,1 maka penduduk cenderung akan mengalami penurunan jumlah, namun jika TFR lebih dari 2,1 maka akan terjadi pertumbuhan penduduk. Kondisi seperti ini apabila tidak diatasi akan menyebabkan pertumbuhan penduduk Indonesia tidak seimbang.

Badan Kependudukan dan Keluarga Berencana (BKKBN) menyebutkan bahwa belum tercapainya target TFR disebabkan oleh kurangnya pemakaian alat dan obat kontrasepsi atau *Contraceptive Prevalence Rate (CPR)* [1]. Penyebab lainnya yaitu usia kawin pertama, keadaan ekonomi suatu daerah seperti keadaan penduduk miskin, sosial kependudukan, dan tingkat pendidikan [2].

Berdasarkan fakta yang telah disebutkan maka perlu dilakukan penelitian untuk mengetahui faktor-faktor yang diduga mempengaruhi TFR di Indonesia.

Pada penelitian ini, akan memodelkan faktor-faktor yang mempengaruhi TFR di Indonesia menggunakan Regresi Nonparametrik *Spline Truncated*. Variabel prediktor yang digunakan yaitu persentase usia kawin pertama wanita < 20 tahun, persentase *unmet need* KB, persentase CPR, persentase penduduk miskin, dan persentase wanita tamat SMA yang didapatkan dari publikasi *Survei Demografi dan Kesehatan Indonesia 2017* dan *Statistik Indonesia 2018*. Karena pola data faktor-faktor yang diduga berpengaruh pada TFR tidak mengikuti pola data tertentu dan ada perubahan pola pada sub interval tertentu maka digunakan metode Regresi Nonparametrik *Spline Truncated*. Selain itu metode Regresi Nonparametrik *Spline* dipilih karena memiliki kelebihan yaitu memiliki fleksibilitas tinggi dan dapat memodelkan data yang memiliki pola berubah-ubah pada interval tertentu. Kelebihan ini terjadi karena dalam *spline* terdapat titik-titik knot, yaitu titik perpaduan bersama yang menunjukkan terjadinya perubahan pola perilaku data [3]. Dengan adanya penelitian ini diharapkan dapat menjadi informasi tambahan dan rekomendasi bagi pemerintah dalam menurunkan TFR sehingga dapat mencapai target TFR yang sesuai standar ideal dan dapat menciptakan pertumbuhan penduduk Indonesia yang seimbang.

II. TINJAUAN PUSTAKA

A. Regresi Nonparametrik

Regresi nonparametrik merupakan salah satu metode regresi yang digunakan untuk mengetahui hubungan antara variabel respon dan variabel prediktor yang tidak diketahui bentuk kurva regresinya. Regresi nonparametrik adalah model regresi yang sangat fleksibel dalam memodelkan pola data [4]. Model regresi nonparametrik secara umum adalah sebagai berikut:

$$y_i = f(x_i) + \varepsilon_i, i = 1, 2, \dots, n \quad (1)$$

Dimana y_i adalah variabel respon, x_i adalah variabel prediktor, $f(x_i)$ adalah fungsi regresi yang tidak diketahui polanya, dan ε_i adalah residual atau *error* dengan asumsi berdistribusi normal, independen dengan *mean* nol dan variansi σ^2 .

B. Regresi Nonparametrik *Spline Truncated*

Terdapat beberapa pendekatan regresi nonparametrik diantaranya adalah *spline* [5]. *Spline* memiliki kemampuan yang sangat baik untuk menangani data yang perilakunya

berubah-ubah merupakan pada sub-sub interval *spline* tertentu [6]. Regresi *spline truncated* potongan polinomial yang memiliki sifat fleksibel. Secara umum $f(x_i)$ merupakan kurva regresi yang dihipotesis dengan fungsi *spline truncated* dengan titik knot K_1, K_2, \dots, K_r yang dapat diberikan oleh persamaan berikut.

$$f(x_i) = \sum_{j=0}^p \beta_j x_i^j + \sum_{k=1}^r \beta_{p+k} (x_i - K_k)_+^p \quad (2)$$

Jika persamaan (1) disubstitusikan ke persamaan (2) maka akan diperoleh persamaan model regresi nonparametrik *spline truncated* sebagai berikut,

$$y_i = \sum_{j=0}^p \beta_j x_i^j + \sum_{k=1}^r \beta_{p+k} (x_i - K_k)_+^p + \varepsilon_i \quad (3)$$

Untuk $i = 1, 2, \dots, n$, dimana y_i adalah variabel respon ke- i , dan ε_i adalah *error* dengan asumsi berdistribusi normal, independen dengan *mean* nol dan variansi σ^2 . Fungsi $(x_i - K_k)_+^p$ merupakan fungsi *truncated* (potongan), akan menghasilkan persamaan (4) berikut.

$$(x_i - K_k)_+^p = \begin{cases} (x_i - K_k)^p & , x_i \geq K_k \\ 0 & , x_i < K_k \end{cases} \quad (4)$$

dimana β_j adalah parameter model polinomial, x_i adalah variabel prediktor, β_{p+k} merupakan parameter pada komponen *truncated* dengan $j = 1, 2, \dots, p$, $i = 1, 2, \dots, n$ serta $k = 1, 2, \dots, r$ dengan r merupakan banyaknya knot, dan K_k adalah titik knot yang menunjukkan perubahan pola data dan nilai p adalah derajat polinomial [4]. Fungsi *spline* yang digunakan merupakan *spline linear* dengan satu orde atau derajat $p = 1$.

C. Estimasi Parameter

Parameter model regresi nonparametrik *spline* dapat ditaksir menggunakan metode *Ordinary Least Square* (OLS). Metode ini menaksir parameter dengan cara meminimumkan jumlah kuadrat residual. Berikut merupakan bentuk penyajian matriks dari model regresi nonparametrik *spline linear* dengan r knot dan univariabel prediktor.

$$Y = X\beta + \varepsilon \quad (5)$$

Berdasarkan persamaan (5), persamaan residual dapat ditulis menjadi bentuk persamaan berikut.

$$\varepsilon = Y - X\beta \quad (6)$$

Jumlah kuadrat residual dalam bentuk matriks dapat ditulis sebagai berikut.

$$\begin{aligned} \sum_{i=1}^n \varepsilon_i^2 &= \varepsilon' \varepsilon \\ &= (Y - X\beta)'(Y - X\beta) \\ &= Y'Y - Y'X\beta - \beta'X'Y + \beta'X'X\beta \\ &= Y'Y - 2\beta'X'Y + \beta'X'X\beta \end{aligned} \quad (7)$$

untuk meminimumkan $\varepsilon' \varepsilon$ maka turunan pertama terhadap β harus sama dengan nol.

$$\frac{\partial(\varepsilon' \varepsilon)}{\partial \beta} = 0 \quad (8)$$

Berdasarkan turunan pertama dari persamaan (8) didapatkan nilai β yang ditunjukkan pada persamaan berikut.

$$\begin{aligned} -2X'Y + 2X'X\hat{\beta} &= 0 \\ X'X\hat{\beta} &= X'Y \\ (X'X)^{-1}(X'X)\hat{\beta} &= (X'X)^{-1}X'Y \\ \hat{\beta} &= (X'X)^{-1}X'Y \end{aligned} \quad (9)$$

D. Pemilihan Titik Knot Optimum

Model regresi *spline* terbaik merupakan model yang memiliki titik knot optimal. Titik knot merupakan titik yang terdapat pada perubahan pola perilaku fungsi. Salah satu metode yang biasa digunakan untuk memilih titik knot optimal adalah metode *Generalized Cross Validation* (GCV). Metode GCV mempunyai sifat optimal asimtotik, tidak memuat varians populasi (σ^2) yang tidak diketahui dan *invariance* terhadap transformasi [5]. Untuk memperoleh titik knot optimal dapat dilihat dari nilai GCV yang paling kecil. Metode GCV secara umum didefinisikan sebagai berikut:

$$GCV(K_1, K_2, \dots, K_r) = \frac{MSE(K_1, K_2, \dots, K_r)}{[n^{-1} \text{trace}(I-A)]^2} \quad (10)$$

dengan K merupakan K_1, K_2, \dots, K_r titik knot, I merupakan matriks identitas, dan n merupakan jumlah pengamatan.

$$MSE(K_1, K_2, \dots, K_r) = n^{-1} \sum_{i=1}^n (y_i - \hat{y}_i)^2 \quad (11)$$

serta $A = X(X'X)^{-1}X'$.

E. Pengujian Parameter Model

1) Pengujian Secara Serentak

Pengujian secara serentak dilakukan untuk mengetahui apakah parameter-parameter model regresi sudah signifikan atau belum. Hipotesis yang digunakan adalah sebagai berikut.

$$H_0: \beta_1 = \beta_2 = \dots = \beta_{p+r} = 0$$

$$H_1: \text{minimal terdapat satu } \beta_j \neq 0, j = 1, 2, \dots, p+r$$

Statistik uji yang digunakan dalam uji serentak dinyatakan dalam persamaan 12.

$$F_{hitung} = \frac{MS_{regresi}}{MS_{residual}} \quad (12)$$

Diputuskan tolak H_0 jika $F_{hitung} > F_{\alpha; (p+r, n-(p+r)-1)}$ sehingga menghasilkan kesimpulan bahwa minimal ada satu variabel prediktor yang berpengaruh signifikan terhadap variabel respon. Untuk itu harus dilanjutkan pengujian secara parsial yang berfungsi untuk mengetahui variabel-variabel prediktor yang berpengaruh secara signifikan [7].

2) Pengujian Secara Parsial

Pengujian secara parsial dilakukan untuk mengetahui apakah parameter secara individual mempunyai pengaruh yang signifikan terhadap variabel respon. Hipotesis pada uji parsial adalah sebagai berikut.

$$H_0: \beta_j = 0$$

$$H_1: \beta_j \neq 0, j = 1, 2, \dots, p+r$$

Pengujian secara parsial dilakukan dengan menggunakan uji t [8]. Statistik uji yang digunakan adalah sebagai berikut.

$$t_{hitung} = \frac{\hat{\beta}_j}{SE(\hat{\beta}_j)} \quad (13)$$

Tabel 1.
Variabel penelitian

Variabel	Keterangan
Y	Total Fertility Rate (TFR)
X ₁	Persentase usia kawin pertama wanita < 20 tahun
X ₂	Persentase <i>unmet need</i> KB
X ₃	Persentase CPR
X ₄	Persentase penduduk miskin
X ₅	Persentase wanita tamat SMA

Tabel 2.
Struktur data penelitian

Provinsi	Y	X ₁	X ₂	X ₃	X ₄	X ₅
1	y ₁	x _{1,1}	x _{1,2}	x _{1,3}	x _{1,4}	x _{1,5}
2	y ₂	x _{2,1}	x _{2,2}	x _{2,3}	x _{2,4}	x _{2,5}
3	y ₃	x _{3,1}	x _{3,2}	x _{3,3}	x _{3,4}	x _{3,5}
⋮	⋮	⋮	⋮	⋮	⋮	⋮
34	y ₃₄	x _{34,1}	x _{34,2}	x _{34,3}	x _{34,4}	x _{34,5}

SE($\hat{\beta}_j$) adalah *standart error* $\hat{\beta}_j$ dimana $SE(\hat{\beta}_j) = \sqrt{Var(\hat{\beta}_j)}$ dengan $Var(\hat{\beta}_j)$ merupakan elemen diagonal utama ke- j dari matriks $Var(\hat{\beta}_j)$, $j = 1, 2, \dots, p + r$ yang dapat diurai sebagai berikut,

$$\begin{aligned} Var(\hat{\beta}) &= Var[(X'X)^{-1}X'Y] \\ &= (X'X)^{-1}X'Var(Y)[(X'X)^{-1}X']' \\ &= (X'X)^{-1}X'(\sigma^2 I)X(X'X)^{-1} \\ &= \sigma^2(X'X)^{-1}X'X(X'X)^{-1} \\ &= \sigma^2(X'X)^{-1} \end{aligned} \tag{14}$$

Akan tolak H₀ jika $|t_{hit}| > t_{(\frac{\alpha}{2}, n-(p+r)-1)}$ atau $p_{value} < \alpha$ sehingga diperoleh kesimpulan bahwa variabel prediktor ke- j berpengaruh signifikan terhadap variabel respon.

F. Koefisien Determinasi

Koefisien determinasi adalah kuantitas yang dapat menjelaskan sumbangan variabel prediktor terhadap variabel respon. Semakin tinggi nilai R² yang dihasilkan suatu model, maka semakin baik pula variabel-variabel prediktor dalam model tersebut dapat menjelaskan variabilitas variabel respon [8]. Nilai koefisien determinasi didapatkan dari rumus berikut:

$$R^2 = \frac{SS_{Regresi}}{SS_{total}} = \frac{\sum_{i=1}^n (\hat{y}_i - \bar{y})^2}{\sum_{i=1}^n (y_i - \bar{y})^2} \tag{15}$$

G. Pengujian Asumsi Residual

1) Asumsi Identik

Salah satu asumsi residual yang harus dipenuhi adalah identik (homoskedastisitas) berarti bahwa varians residual sama atau identik. Uji identik dilakukan menggunakan uji *Glejser* [9], hipotesis yang digunakan adalah sebagai berikut.

$$H_0: \sigma_1^2 = \sigma_2^2 = \dots = \sigma_n^2 = \sigma^2$$

H₁: minimal terdapat satu $\sigma_i^2 \neq \sigma^2, i = 1, 2, \dots, n$

Statistik uji untuk uji *Glejser* adalah sebagai berikut:

$$F_{hitung} = \frac{\frac{\sum_{i=1}^n (|\epsilon_i| - |\bar{\epsilon}|^2)}{v}}{\frac{\sum_{i=1}^n (|\epsilon_i| - |\bar{\epsilon}|^2)^2}{n-v-1}} \tag{16}$$

Tolak H₀ jika nilai $F_{hitung} > F_{\alpha(v, n-v-1)}$ atau $p_{value} < \alpha$ mengindikasikan bahwa terdapat kasus heteroskedastisitas mengindikasikan bahwa terdapat kasus homoskedastisitas sehingga asumsi identik tidak terpenuhi.

2) Asumsi Independen

Uji independen dilakukan untuk memastikan bahwa tidak terdapat korelasi antar residual atau autokorelasi. Untuk mendeteksi kasus autokorelasi maka digunakan uji fungsi autokorelasi atau *Autocorrelation Function* (ACF). Pada pengujian ini akan dicari nilai koefisien ACF dari residual menggunakan persamaan berikut:

$$\hat{\rho}_k = \frac{\hat{\lambda}_k}{\hat{\lambda}_0} = \frac{\sum_{i=1}^{n-k} (e_i - \bar{e})(e_{i+k} - \bar{e})}{\sum_{i=1}^n (e_i - \bar{e})^2} \tag{17}$$

dimana $\hat{\rho}_k$ merupakan korelasi antara e_i dan e_{i+k} , $\hat{\lambda}_k$ adalah kovarians antara e_i dan e_{i+k} , serta $\hat{\lambda}_0$ adalah selisih varians e_i dan varians e_{i+k} . Dengan interval konfidensi $(1 - \alpha)100\%$ untuk ρ_k dapat dihitung menggunakan rumus berikut:

$$-t_{(\frac{\alpha}{2}, n-1)}SE(\hat{\rho}_k) \leq \rho_k \leq t_{(\frac{\alpha}{2}, n-1)}SE(\hat{\rho}_k) \tag{18}$$

dimana

$$SE(\hat{\rho}_k) = \sqrt{\frac{1 + 2 \sum_{k=0}^{k-1} (\hat{\rho}_k)^2}{n}} \tag{19}$$

Apabila tidak terdapat nilai autokorelasi yang keluar dari batas signifikansi (interval konfidensi) maka tidak terjadi autokorelasi sehingga asumsi independen terpenuhi [10].

3) Asumsi Distribusi Normal

Uji normalitas bertujuan untuk menguji apakah residual berdistribusi normal atau tidak. Pengujian asumsi normalitas dengan uji distribusi normal *Kolmogorov-Smirnov* [11]. Hipotesis untuk uji *Kolmogorov-Smirnov* adalah sebagai berikut.

$$H_0: F_n(\epsilon) = F_0(\epsilon)$$

$$H_1: F_n(\epsilon) \neq F_0(\epsilon)$$

Statistik uji yang digunakan adalah

$$D = \sup_{\epsilon} |F_n(\epsilon) - F_0(\epsilon)| \tag{19}$$

dengan $F_n(\epsilon)$ adalah nilai peluang kumulatif (fungsi distribusi kumulatif) berdasarkan data sampel, $F_0(\epsilon)$ adalah nilai peluang kumulatif (fungsi distribusi kumulatif) dibawah H₀. Akan tolak H₀ apabila $D > D_{\alpha}$ dengan D_{α} adalah nilai kritis untuk uji *Kolmogorov-Smirnov* satu sampel, diperoleh dari tabel *Kolmogorov-Smirnov* satu sampel.

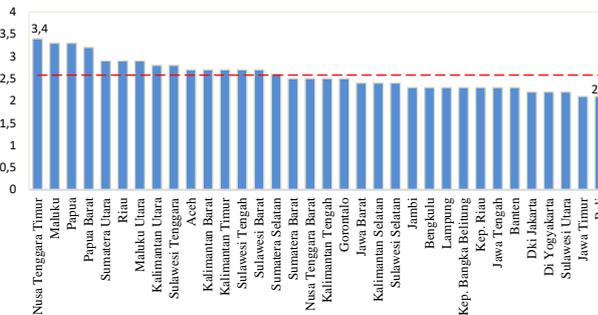
III. METODOLOGI PENELITIAN

A. Sumber Data

Data yang digunakan dalam penelitian ini adalah data sekunder yang diperoleh dari Badan Kependudukan dan Keluarga Berencana Nasional dengan judul publikasi Survei Demografi dan Kesehatan Indonesia 2017 dan publikasi Badan Pusat Statistik yang berjudul Statistik Indonesia 2018. Data tersebut mengenai TFR dan faktor-faktor yang diduga mempengaruhinya pada tahun 2017 dengan unit penelitian sebanyak 34 provinsi di Indonesia.

Tabel 3.
Statistika deskriptif variabel penelitian

Variabel	Mean	Varians	Minimum	Maksimum
Y	2,58	0,13	2,1	3,4
X ₁	56,32	61,11	38,15	67,12
X ₂	11,78	17,29	5,6	23,6
X ₃	61,54	93,78	36,05	74,37
X ₄	10,95	33,49	3,78	27,76
X ₅	25,41	37,17	16,1	41



Gambar 1. Diagram batang TFR di Indonesia tahun 2017.

B. Variabel Penelitian

Variabel-variabel yang digunakan pada penelitian ini terlihat pada Tabel 1. Adapun definisi operasional dari variabel prediktor yang digunakan dalam penelitian ini adalah sebagai berikut.

1) *Persentase Usia Kawin Pertama Wanita < 20 Tahun*

Persentase usia kawin pertama wanita < 20 tahun menyatakan persentase wanita yang melakukan perkawinan pertama pada usia kurang dari 20 tahun pada kurun waktu tertentu. Usia kawin pertama merupakan usia pada saat wanita menikah pertama kali.

2) *Persentase Unmet Need KB*

Persentase *unmet need* KB merupakan persentase wanita kawin/nikah yang tidak ingin mempunyai anak lagi atau ingin menjarangkan kelahiran berikutnya, namun tidak memakai alat/cara kontrasepsi.

3) *Persentase CPR*

Persentase CPR atau tingkat prevalensi kontrasepsi merupakan perbandingan antara jumlah pasangan usia subur yang menjadi peserta KB aktif (pengguna salah satu alat kontrasepsi) dengan jumlah pasangan usia subur. Tingkat prevalensi kontrasepsi berguna untuk mengukur kesehatan ibu melalui pengaturan kehamilan dan dapat mengontrol banyaknya kelahiran.

4) *Persentase Penduduk Miskin*

Persentase ini menunjukkan proporsi penduduk miskin di suatu wilayah yang mana penduduk miskin merupakan penduduk yang memiliki rata-rata pengeluaran per kapita per bulan di bawah garis kemiskinan. Persentase penduduk miskin yang tinggi mengindikasikan tingkat kemiskinan di suatu wilayah juga tinggi. Seseorang yang memiliki tingkat per-ekonomian yang rendah akan cenderung melakukan pernikahan yang lebih dini dan berakibat pada kelahiran yang akan dialami perempuan akan lebih banyak.

5) *Persentase Wanita Tamat SMA*

Persentase wanita tamat SMA menyatakan perbandingan antara jumlah penduduk wanita yang tamat SMA dengan

jumlah penduduk wanita secara keseluruhan di suatu provinsi yang dikalikan 100 persen. Apabila ditinjau dari lamanya menjalani pendidikan formal, wanita yang berpendidikan tinggi identik dengan penundaan perkawinan dan memiliki anak. Oleh karena itu, persentase wanita tamat SMA dapat mempengaruhi jumlah kelahiran yang akan dialami wanita selama masa suburnya.

C. Struktur Data

Struktur data pada penelitian ini ditunjukkan pada Tabel 2.

D. Langkah Analisis

Langkah analisis yang dilakukan pada penelitian ini adalah sebagai berikut.

1. Mengumpulkan data TFR di Indonesia dan faktor-faktor yang diduga mempengaruhi
2. Menganalisis karakteristik data secara deskriptif.
3. Membuat *scatterplot* antara antara TFR di Indonesia dengan masing-masing variabel yang diduga berpengaruh untuk mengetahui bentuk pola data.
4. Memodelkan data menggunakan metode Regresi Nonparametrik *Spline Truncated* dengan satu, dua, tiga, dan kombinasi knot.
5. Memilih titik knot optimal berdasarkan nilai GCV yang paling minimum.
6. Mendapatkan model regresi nonparametrik *spline* terbaik dengan titik knot optimal.
7. Menguji signifikansi parameter model yang telah didapatkan secara serentak dan parsial.
8. Menguji asumsi residual IIDN dari model regresi *spline*.
9. Menginterpretasikan model dan menarik kesimpulan.

IV. HASIL DAN PEMBAHASAN

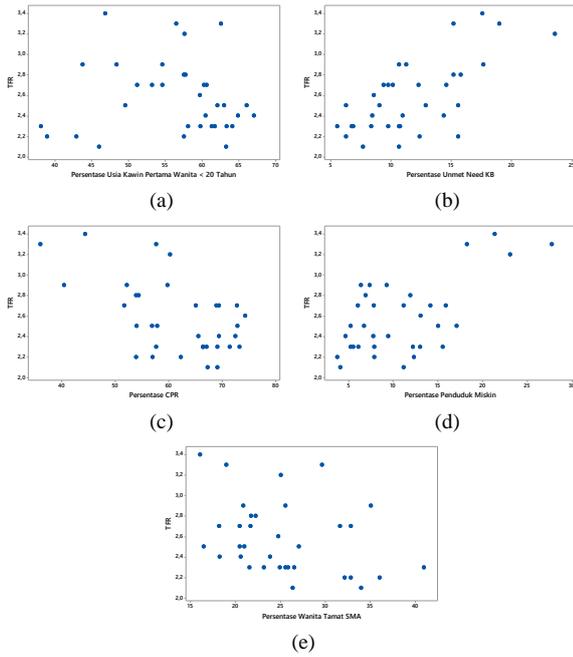
A. Karakteristik TFR di Indonesia dan Faktor-faktor yang Diduga Mempengaruhi

TFR atau angka kelahiran total merupakan rata-rata anak yang dilahirkan seorang wanita selama masa usia suburnya. Berikut merupakan hasil analisis karakteristik dari TFR di Indonesia.

Gambar 1 menunjukkan bahwa provinsi dengan TFR tertinggi di Indonesia pada tahun 2017 adalah Provinsi Nusa Tenggara Timur yaitu sebesar 3,4, sedangkan Provinsi Bali dan Jawa Timur menjadi provinsi dengan TFR paling rendah yakni 2,1.

Karakteristik TFR di Indonesia dan faktor-faktor yang diduga berpengaruh disajikan pada Tabel 3 sebagai berikut. Berdasarkan Tabel 3 diketahui bahwa rata-rata TFR di Indonesia tahun 2017 sebesar 2,58 yang berarti bahwa wanita berusia 15-49 tahun di Indonesia rata-rata mempunyai jumlah anak sebanyak 3 anak selama masa suburnya. Nilai varians TFR sebesar 0,13, hal ini menunjukkan bahwa keragaman TFR di Indonesia sangat kecil untuk setiap provinsi dengan rentang angka kelahiran total seluruh provinsi di Indonesia antara 2,1 hingga 3,4.

Rata-rata persentase usia kawin pertama wanita < 20 tahun di Indonesia sebesar 56,32 persen dan memiliki keragaman sebesar 61,11. Provinsi yang memiliki persentase usia kawin pertama wanita < 20 tahun tertinggi adalah Provinsi Kalimantan Selatan sebesar 67,12 persen, sedangkan yang



Gambar 2. Scatterplot TFR dan (a) Persentase usia kawin wanita < 20 tahun (b) Persentase *unmet need* KB (c) Persentase CPR (d) Persentase penduduk miskin (e) Persentase wanita tamat SMA.

terendah yaitu di Provinsi Kepulauan Riau sebesar 38,15 persen.

Rata-rata persentase *unmet need* KB adalah sebesar 11,78 persen. Keragaman data sebesar 17,29 dengan rentang 5,6 persen sampai 23,6 persen. Persentase *unmet need* KB yang paling tinggi yaitu di Provinsi Papua Barat dan yang paling rendah terdapat di Provinsi Kepulauan Bangka Belitung.

Rata-rata persentase CPR adalah sebesar 61,54 persen dan nilai varians sebesar 93,78. Provinsi Papua menjadi provinsi dengan persentase CPR paling rendah yakni sebesar 36,05 persen dan Provinsi Sumatera Selatan merupakan provinsi dengan persentase CPR tertinggi di Indonesia yaitu sebesar 74,37 persen.

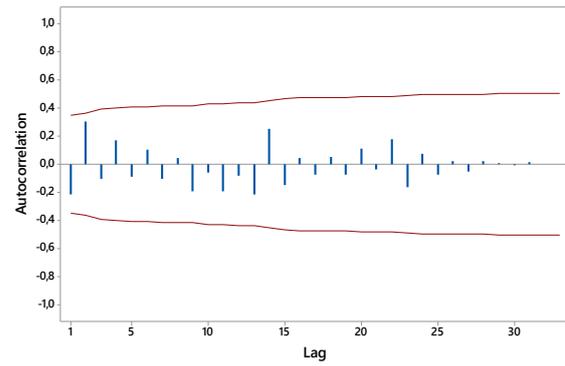
Rata-rata persentase penduduk miskin sebesar 10,95 persen dan keragaman data sebesar 33,49 dengan rentang 3,78 persen hingga 27,76 persen. Persentase penduduk miskin tertinggi yaitu di Provinsi Papua, sedangkan yang paling rendah terdapat di Provinsi DKI Jakarta.

Rata-rata persentase wanita tamat SMA sebesar 25,41 persen dan memiliki nilai varians sebesar 37,17. Provinsi dengan persentase wanita tamat SMA yang paling tinggi yaitu Provinsi Kepulauan Riau dan yang terendah terdapat di Provinsi Nusa Tenggara Timur.

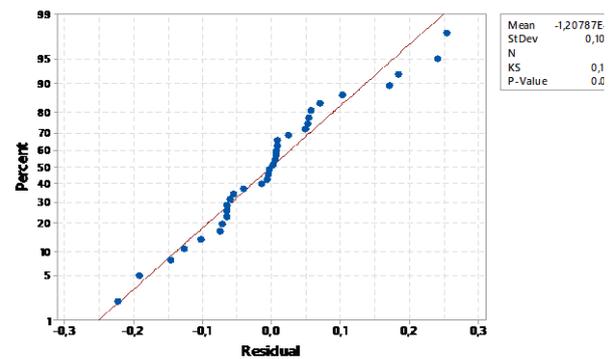
B. Analisis Pola Hubungan Faktor-Faktor yang Diduga Mempengaruhi TFR di Indonesia

Sebelum dilakukan pemodelan perlu diidentifikasi pola hubungan antara TFR dengan variabel prediktor yang diduga berpengaruh menggunakan *scatterplot*.

Berdasarkan Gambar 2 diketahui bahwa pola hubungan antara TFR dan semua variabel prediktor tidak mengikuti pola tertentu. Sehingga, semua variabel prediktor yaitu persentase usia kawin pertama wanita < 20 tahun, persentase *unmet need* KB, persentase CPR, persentase penduduk



Gambar 3. Plot ACF residual.



Gambar 4. Plot normalitas residual.

miskin, dan persentase wanita tamat SMA termasuk komponen nonparametrik.

C. Pemilihan Model Terbaik

Model regresi nonparametrik *spline truncated* terbaik didapatkan dari pemilihan titik knot optimum yang memiliki nilai GCV paling minimum. Pemilihan model terbaik dilakukan dengan membandingkan hasil knot optimum dari satu, dua, tiga dan kombinasi titik knot. Berikut adalah perbandingan nilai GCV masing-masing knot.

Berdasarkan Tabel 4 diketahui bahwa kombinasi titik knot (3,2,3,3,3) memiliki nilai GCV paling minimum yaitu 0,01855, sehingga kombinasi titik knot (3,2,3,3,3) adalah model terbaik untuk regresi nonparametrik *spline truncated* TFR di Indonesia pada tahun 2017.

D. Pengujian Signifikansi Parameter Model

Pengujian signifikansi parameter model bertujuan untuk mengetahui apakah variabel prediktor yang diduga memiliki pengaruh signifikan terhadap variabel respon yaitu TFR di Indonesia. Pengujian parameter dibagi menjadi dua tahap yaitu pengujian secara serentak dan secara parsial.

1) Pengujian Serentak

Hipotesis yang digunakan adalah sebagai berikut.

$$H_0: \beta_1 = \beta_2 = \dots = \beta_{13} = 0$$

$$H_1: \text{minimal terdapat satu } \beta_j \neq 0, j = 1, 2, \dots, 19$$

Tabel 5 menampilkan hasil ANOVA untuk model regresi nonparametrik *spline truncated*. Berdasarkan Tabel 5 diketahui bahwa nilai F_{hitung} yang dihasilkan adalah sebesar 27,76. Dikarenakan nilai F_{hitung} lebih besar dari nilai

Tabel 4.
Perbandingan nilai GCV minimum tiap knot

Knot	GCV Minimum
Satu Titik Knot	0,07117
Dua Titik Knot	0,05839
Tiga Titik Knot	0,01855
Kombinasi Titik Knot (3,2,3,3,3)	0,01855

Tabel 5.
ANOVA model regresi *spline truncated*

Source	df	SS	MS	F_{hitung}	$P-value$
Regresi	19	4,029	0,212	27,76	0,00000005
Error	14	0,107	0,008		
Total	33	4,136			

$F_{(0,05;19;114)}$ dan $p-value < 0,05$, maka diperoleh keputusan tolak H_0 . Hal ini berarti minimal terdapat satu variabel prediktor yang berpengaruh signifikan terhadap model, sehingga dapat dilanjutkan pengujian parameter secara parsial.

2) *Pengujian Parsial*

Hipotesis pada uji parsial adalah sebagai berikut.

$H_0 : \beta_j = 0$

$H_1 : \beta_j \neq 0, j = 1, 2, \dots, 19$

Hasil pengujian parameter secara parsial ditampilkan pada Tabel 6. Informasi yang diperoleh dari Tabel 6 adalah terdapat tiga parameter yang tidak signifikan terhadap model karena nilai $|t|$ lebih kecil dari $t_{(0,025;14)} = 2,144$ dan $p-value > \alpha (0,05)$. Variabel prediktor dikatakan berpengaruh terhadap variabel respon apabila terdapat minimal satu parameter yang signifikan. Oleh karena itu, variabel persentase usia kawin pertama wanita < 20 tahun (X_1), persentase *unmet need* KB (X_2), persentase CPR (X_3), persentase penduduk miskin (X_4), dan persentase wanita tamat SMA (X_5) berpengaruh signifikan terhadap TFR di Indonesia tahun 2017.

E. *Pengujian Asumsi Residual*

Residual dari model regresi nonparametrik *spline truncated* harus memenuhi asumsi identik, independen, dan berdistribusi normal (IIDN). Hasil pengujian asumsi residual adalah sebagai berikut.

1) *Asumsi Identik*

Uji asumsi identik dapat dilakukan menggunakan uji *Glejser*, hipotesis yang digunakan adalah sebagai berikut.

$H_0 : \sigma_1^2 = \sigma_2^2 = \dots = \sigma_{34}^2 = \sigma^2$

$H_1 : \text{minimal terdapat satu } \sigma_1^2 \neq \sigma^2, i=1,2,\dots,34$

Hasil uji *Glejser* ditampilkan pada Tabel 7.

Berdasarkan Tabel 7 diketahui nilai $F_{hitung} < F_{(0,05;19;14)}$ dan $p-value$ sebesar 0,7142 lebih besar dari $\alpha(0,05)$, maka diputuskan gagal tolak H_0 . Hal ini menunjukkan bahwa tidak terjadi heterokedastisitas dengan kata lain varians antar residual sama, sehingga asumsi identik telah terpenuhi.

2) *Asumsi Independen*

Uji asumsi independen menggunakan uji fungsi autokorelasi atau *autocorrelation function* (ACF). Apabila terdapat nilai autokorelasi yang keluar dari batas signifikansi (*confidence interval*) maka terjadi autokorelasi atau residual tidak memenuhi asumsi independen. Plot ACF residual untuk pengujian asumsi independen ditampilkan pada Gambar 3.

Tabel 6.
Hasil pengujian parameter secara parsial

Variabel	Parameter	Estimasi	$P-value$	Keputusan	
Konstan	β_0	0,047	0,968445	Tidak signifikan	
	X_1	β_1	0,136	0,000001	Signifikan
		β_2	-1,621	0,000001	Signifikan
		β_3	1,528	0,000006	Signifikan
X_2	β_4	-0,091	0,084625	Tidak signifikan	
	β_5	0,019	0,082203	Tidak signifikan	
	β_6	-7,288	0,000599	Signifikan	
	β_7	8,648	0,000443	Signifikan	
X_3	β_8	-0,067	0,000382	Signifikan	
	β_9	2,926	0,000009	Signifikan	
	β_{10}	-3,446	0,000009	Signifikan	
X_4	β_{11}	0,632	0,000007	Signifikan	
	β_{12}	-0,020	0,010666	Signifikan	
	β_{13}	73,294	0,000025	Signifikan	
	β_{14}	-91,124	0,000025	Signifikan	
X_5	β_{15}	18,491	0,000030	Signifikan	
	β_{16}	-0,025	0,006667	Signifikan	
	β_{17}	-1,136	0,000528	Signifikan	
	β_{18}	1,836	0,000038	Signifikan	
	β_{19}	-0,589	0,000016	Signifikan	

Tabel 7.
Hasil uji *glejser*

Source	df	SS	MS	F_{hitung}	$P-value$
Regresi	19	0,0913	0,0048	0,7620	0,7142
Error	14	0,0883	0,0063		
Total	33	0,1796			

Berdasarkan plot ACF residual, dapat diketahui bahwa tidak terdapat nilai autokorelasi yang keluar dari batas signifikansi (*confidence interval*) sehingga diperoleh keputusan asumsi independen telah terpenuhi.

3) *Asumsi Distribusi Normal*

Pengujian distribusi normal pada penelitian ini menggunakan *Kolmogorov-Smirnov*. Hipotesis untuk uji *Kolmogorov-Smirnov* adalah sebagai berikut.

$H_0: F_n(\epsilon) = F_0(\epsilon)$ (residual berdistribusi normal)

$H_1: F_n(\epsilon) \neq F_0(\epsilon)$ (residual tidak berdistribusi normal)

Gambar 4 menampilkan hasil uji normalitas menggunakan *Kolmogorov-Smirnov*. Dapat diketahui bahwa titik-titik residual berada di sekitar sumbu diagonal dari grafik, sehingga secara visual dikatakan bahwa residual memenuhi asumsi distribusi normal. Selain itu, diperoleh nilai $D = 0,142$ yang mana nilai tersebut kurang dari $D_{(1-0,05)} = 0,227$ dan $p-value$ yang dihasilkan dari pengujian ini adalah sebesar 0,081 lebih besar dari $\alpha(0,05)$ maka diputuskan gagal tolak H_0 . Hal ini berarti bahwa residual berdistribusi normal dan asumsi distribusi normal telah terpenuhi.

F. *Interpretasi Model*

Berdasarkan hasil analisis yang telah dilakukan sebelumnya, model regresi nonparametrik *spline truncated* dengan kombinasi titik knot (3,2,3,3,3) telah memenuhi asumsi residual yaitu IIDN sehingga model tersebut layak digunakan untuk memodelkan TFR di Indonesia tahun 2017. Nilai koefisien determinasi yang dihasilkan sebesar 97,41 persen. Nilai tersebut menunjukkan bahwa TFR di Indonesia tahun 2017 dapat dijelaskan oleh kelima variabel prediktor

sebesar 97,41 persen, sedangkan sisanya dapat dijelaskan oleh variabel lain yang tidak terdapat dalam model. Berikut merupakan model terbaik untuk TFR di Indonesia tahun 2017.

$$\hat{y} = 0,047 + 0,136x_1 - 1,621(x_1 - 56,48)_+ + 1,528(x_1 - 57,07)_+ - 0,091(x_1 - 60,03)_+ + 0,019x_2 - 7,29(x_2 - 15,89)_+ + 8,65(x_2 - 16,25)_+ - 0,067x_3 + 2,296(x_3 - 60,29)_+ - 3,446(x_3 - 61,08)_+ + 0,632(x_3 - 64,99)_+ - 0,020x_4 + 73,294(x_4 - 18,95)_+ - 91,124(x_4 - 19,44)_+ + 18,941(x_4 - 21,89)_+ - 0,025x_5 - 1,136(x_5 - 31,85)_+ + 1,836(x_5 - 32,36)_+ - 0,589(x_5 - 34,90)_+$$

Berdasarkan model yang telah diperoleh tersebut, karena adanya kesulitan dalam menginterpretasikan model lengkap maka dapat diinterpretasikan satu per satu sebagai berikut.

1) *Hubungan Antara Persentase Usia Kawin Pertama Wanita < 20 Tahun dan TFR*

Hubungan antara persentase usia kawin pertama wanita < 20 tahun dan TFR di Indonesia dengan asumsi variabel lain dianggap konstan adalah sebagai berikut.

$$\hat{y} = 0,136x_1 - 1,621(x_1 - 56,48)_+ + 1,528(x_1 - 57,07)_+ - 0,091(x_1 - 60,03)_+ = \begin{cases} 0,136x_1 & ; & x_1 < 56,48 \\ -1,485x_1 + 91,55 & ; & 56,48 \leq x_1 < 57,07 \\ 0,043x_1 + 4,351 & ; & 57,07 \leq x_1 < 60,03 \\ -0,048x_1 + 9,81 & ; & x_1 \geq 60,03 \end{cases}$$

Berdasarkan model di atas, dapat diinterpretasikan apabila persentase usia kawin pertama wanita < 20 tahun suatu provinsi yang kurang dari 56,48 persen dan setiap kenaikan sebesar 1 persen akan mengakibatkan TFR naik 0,136. Terdapat 12 provinsi yang berada pada interval tersebut. Provinsi yang memiliki persentase usia kawin pertama wanita < 20 tahun di antara 56,58 hingga 57,07 persen yang mana mengalami kenaikan 1 persen akan menurunkan TFR sebesar 1,485. Provinsi Papua merupakan provinsi yang tergolong dalam interval ini. Persentase usia kawin pertama wanita < 20 tahun suatu provinsi yang berada pada interval 57,07 hingga 60,03 persen dan naik 1 persen maka TFR naik sebesar 0,043. Provinsi yang termasuk dalam interval ini adalah Provinsi Sumatera Selatan, Bangka Belitung, Jawa Tengah, Kalimantan Utara, Sulawesi Utara, Sulawesi Tenggara, dan Papua Barat.

2) *Hubungan Antara Persentase Unmet Need KB dan TFR*

Hubungan antara persentase *unmet need* KB dan TFR di Indonesia dengan asumsi variabel lain dianggap konstan adalah sebagai berikut.

$$\hat{y} = 0,019x_2 - 7,288(x_2 - 15,89)_+ + 8,648(x_2 - 16,25)_+ = \begin{cases} 0,019x_2 & ; & x_2 < 15,89 \\ -7,288x_2 + 115,8 & ; & 15,89 \leq x_2 < 16,25 \\ 1,379x_2 + 24,723 & ; & x_2 \geq 16,25 \end{cases}$$

Interpretasi model dari hubungan antara persentase *unmet need* KB dan TFR di Indonesia adalah jika suatu provinsi memiliki persentase *unmet need* KB yang bernilai di antara 15,89 hingga 16,25 persen mengalami kenaikan 1 persen, maka TFR akan turun sebesar 7,269. Tidak terdapat satupun provinsi di Indonesia yang tergolong interval ini. Provinsi

yang memiliki persentase *unmet need* KB lebih dari 16,25 persen dan naik 1 persen, maka TFR naik sebesar 1,379. Provinsi Nusa Tenggara Timur, Maluku, dan Maluku Utara merupakan provinsi yang termasuk dalam interval tersebut.

3) *Hubungan Antara Persentase CPR dan TFR*

Hubungan antara persentase CPR dan TFR di Indonesia dengan asumsi variabel lain dianggap konstan adalah sebagai berikut.

$$\hat{y} = -0,067x_3 + 2,296(x_3 - 60,29)_+ - 3,446(x_3 - 61,08)_+ + 0,632(x_3 - 64,99)_+ = \begin{cases} -0,067x_3 & ; & x_3 < 60,29 \\ 2,229x_3 - 138,43 & ; & 60,29 \leq x_3 < 61,08 \\ -1,217x_3 + 72,06 & ; & 61,08 \leq x_3 < 64,99 \\ -0,585x_3 + 30,98 & ; & x_3 \geq 64,99 \end{cases}$$

Berdasarkan model tersebut, terdapat empat interval yang terbentuk. Pada interval pertama menunjukkan apabila persentase CPR di suatu provinsi kurang dari 60,29 persen maka setiap kenaikan persentase CPR sebesar 1 persen akan mengakibatkan TFR turun sebanyak 0,067. Terdapat 15 provinsi yang termasuk ke dalam interval pertama, salah satunya Provinsi Nusa Tenggara Timur. Interval kedua dapat diinterpretasikan jika persentase CPR suatu provinsi berada di antara 60,29 hingga 61,08 persen dan mengalami kenaikan sebesar 1 persen maka TFR akan cenderung naik sebanyak 2,3 dengan Provinsi Papua Barat yang berada dalam interval ini. Provinsi Yogyakarta menjadi provinsi yang berada pada interval ketiga yakni memiliki persentase CPR antara 61,08 hingga 64,99 persen menunjukkan setiap kenaikan persentase CPR sebesar 1 persen akan mengakibatkan TFR turun sebesar 1,22. Provinsi dengan persentase CPR lebih dari 64,99 persen dan apabila naik 1 persen akan menurunkan TFR sebesar 0,585. Provinsi yang berada pada interval tersebut ada sebanyak 17 provinsi.

4) *Hubungan Antara Persentase Penduduk Miskin dengan TFR*

Hubungan antara persentase penduduk miskin dengan TFR di Indonesia dengan asumsi variabel lain dianggap konstan adalah sebagai berikut.

$$\hat{y} = -0,020x_4 + 73,294(x_4 - 18,95)_+ - 91,124(x_4 - 19,44)_+ + 18,941(x_4 - 21,89)_+ = \begin{cases} -0,020x_4 & ; & x_4 < 18,95 \\ 73,314x_4 - 1388,9 & ; & 18,95 \leq x_4 < 19,44 \\ -17,81x_4 + 382,53 & ; & 19,44 \leq x_4 < 21,89 \\ 1,131x_4 - 32,089 & ; & x_4 \geq 21,89 \end{cases}$$

Berdasarkan model yang telah diperoleh, dapat diinterpretasikan bahwa provinsi dengan persentase penduduk miskin kurang dari 18,95 persen apabila naik 1 persen maka TFR akan mengalami penurunan sebesar 0,02. Provinsi yang termasuk dalam interval tersebut ada sebanyak 31 provinsi. Provinsi yang memiliki persentase penduduk miskin bernilai di antara 18,95 hingga 19,44 persen dan naik 1 persen, akan mengakibatkan TFR naik sebesar 73,314. Tidak terdapat provinsi yang tergolong pada interval tersebut. Sedangkan persentase penduduk miskin antara 19,44 hingga 21,89 persen dan jika mengalami kenaikan setiap 1 persen, maka TFR turun sebesar 17,81. Provinsi yang termasuk dalam interval ini adalah Provinsi Nusa Tenggara Timur. Provinsi Papua dan Papua Barat merupakan provinsi dengan

persentase penduduk miskin lebih dari 21,89 persen dimana setiap kenaikan 1 persen akan menaikkan TFR sebesar 1,13.

5) Hubungan Antara Persentase Wanita Tamat SMA dengan TFR

Hubungan antara persentase wanita tamat SMA dengan TFR di Indonesia dengan asumsi variabel lain dianggap konstan adalah sebagai berikut.

$$\hat{y} = -0,025x_5 - 1,136(x_5 - 31,85)_+ + 1,836(x_5 - 32,36)_+ - 0,589(x_5 - 34,90)_+ = \begin{cases} -0,025x_5 & ; & x_5 < 31,85 \\ -1,161x_5 + 36,18 & ; & 31,85 \leq x_5 < 32,36 \\ 0,675x_5 - 23,23 & ; & 32,36 \leq x_5 < 34,90 \\ 0,086x_5 - 2,675 & ; & x_5 \geq 34,90 \end{cases}$$

Berdasarkan model tersebut, provinsi dengan persentase wanita tamat SMA kurang dari 31,85 persen dan setiap kenaikan 1 persen akan menurunkan TFR sebesar 0,025. Provinsi yang termasuk dalam interval pertama ada sebanyak 27 provinsi. Interval kedua, apabila persentase wanita tamat SMA suatu provinsi di antara 31,85 hingga 32,36 persen dan naik 1 persen maka TFR akan turun sebesar 1,161. Provinsi Sulawesi Utara merupakan provinsi yang berada pada interval ini. Sedangkan Provinsi Aceh, Yogyakarta, dan Bali berada pada interval ketiga dengan persentase wanita tamat SMA yang bernilai di antara 32,36 hingga 34,90 persen. Pada interval ini apabila naik 1 persen, akan mengakibatkan TFR naik pula sebesar 0,675. Provinsi Sumatera Utara, Kepulauan Riau, dan DKI Jakarta memiliki persentase wanita tamat SMA lebih dari 34,9 persen dan setiap kenaikan 1 persen akan menaikkan TFR sebesar 0,086.

Adanya ketidaksesuaian tanda pada masing-masing model regresi dengan hasil hubungan (korelasi) antara variabel prediktor dengan variabel respon dikarenakan perbedaan karakteristik pada masing-masing provinsi dan perlu dilakukan peninjauan kembali berdasarkan faktor-faktor lain yang mempengaruhi TFR pada tiap provinsi.

V. KESIMPULAN

Berdasarkan analisis yang telah dilakukan, diperoleh kesimpulan diantaranya; (1) Tahun 2017 menunjukkan bahwa wanita berusia 15-49 tahun di Indonesia rata-rata mempunyai jumlah anak sebanyak 3 anak selama masa suburnya dan terdapat 15 provinsi dengan TFR lebih tinggi dari rata-rata. TFR terendah di Indonesia yaitu di Provinsi Bali dan Jawa Timur sebesar 2,1. Provinsi Nusa Tenggara Timur merupakan provinsi dengan TFR tertinggi yaitu sebesar 3,4; (2) Pemodelan TFR di Indonesia tahun 2017

menggunakan metode regresi nonparametrik *spline truncated* diperoleh model terbaik dengan kombinasi titik knot (3,2,3,3,3). Berikut merupakan model terbaik yang didapatkan.

$$\hat{y} = 0,047 + 0,136x_1 - 1,621(x_1 - 56,48)_+ + 1,528(x_1 - 57,07)_+ - 0,091(x_1 - 60,03)_+ + 0,019x_2 - 7,288(x_2 - 15,89)_+ + 8,648(x_2 - 16,25)_+ - 0,067x_3 + 2,296(x_3 - 60,29)_+ - 3,446(x_3 - 61,08)_+ + 0,632(x_3 - 64,99)_+ - 0,020x_4 + 73,294(x_4 - 18,95)_+ - 91,124(x_4 - 19,44)_+ + 18,941(x_4 - 21,89)_+ - 0,025x_5 - 1,136(x_5 - 31,85)_+ + 1,836(x_5 - 32,36)_+ - 0,589(x_5 - 34,90)_+$$

Berdasarkan hasil pengujian signifikansi parameter didapatkan hasil bahwa semua variabel prediktor yaitu persentase usia kawin pertama wanita < 20 tahun (X_1), persentase *unmet need* KB (X_2), persentase CPR (X_3), persentase penduduk miskin (X_4), dan persentase wanita tamat SMA (X_5) berpengaruh signifikan terhadap TFR di Indonesia. Nilai koefisien determinasi yang dihasilkan adalah sebesar 97,41 persen yang menunjukkan bahwa TFR di Indonesia tahun 2017 dapat dijelaskan oleh kelima variabel prediktor sebesar 97,41 persen, sedangkan sisanya dapat dijelaskan oleh variabel lain yang tidak terdapat dalam model.

DAFTAR PUSTAKA

- [1] Badan Pusat Statistik (BPS), Badan Kependudukan dan Keluarga Berencana Nasional (BKKBN), and Kementerian Kesehatan, *Survei Demografi dan Kesehatan Indonesia (SDKI) 2017*. Jakarta: BKKBN, 2018.
- [2] I. B. Mantra, *Demografi Umum*, 2nd ed. Yogyakarta: Pustaka Pelajar, 2000.
- [3] I. N. Budiantara, *Regresi Nonparametrik Spline Truncated*. Surabaya: ITS Press, 2019.
- [4] R. L. Eubank, *Nonparametric Regression and Spline Smoothing*, 2nd ed. USA: Marcel Dekker, Inc, 1999.
- [5] G. Wahba, *Spline Models for Observational Data*. Philadelphia: Society for Industrial and Applied Mathematics (SIAM), 1990.
- [6] I. N. Budiantara, "Spline dalam regresi nonparametrik dan semiparametrik: Sebuah pemodelan statistika masa kini dan masa mendatang," *Pidato Pengukuhan untuk Jab. Guru Besar dalam Bid. Ilmu Mat. Stat. dan Probab. pada Jur. Stat. Fak. MIPA*, 2009.
- [7] N. R. Draper and H. Smith, *Analisis Regresi Terapan; Alih Bahasa, Bambang Sumantri*, 2nd ed. Jakarta: Gramedia Pustaka Utama, 1992.
- [8] N. R. Draper and H. Smith, *Applied Regression Analysis*, 3rd ed. New York: John Wiley and Sons Inc, 1998, 1998.
- [9] D. N. Gujarati, *Basic Econometrics*, 4th ed. New York: McGraw-Hill, 2004.
- [10] W. W. Wei, *Time Series Analysis: Univariate and Multivariate Methods*, 2nd ed. USA: Pearson Addison Wesley, 2006.
- [11] W. Daniel, *Statistika Non Parametrik, Alih Bahasa: Alex Tri Kuncoro*. Jakarta: PT. Gramedia, 1989.